

I/16-2-1

16 SEP. 19

AÑO 1958 - II TRIMESTRE - NUM. 50 (2.º Fasc.)
NUMERO EXTRAORDINARIO

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario



- Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa: El viraconiense de septarias de Motrico, por JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA.—Pág. 3.
- Sensibilidad de la calcita en los diagramas de fábrica, por TIRSO FEBREL.—Pág. 23.
- El Garumniense español y su fauna, por J. R. BATALLER.—Página 41.
- Congreso sobre los yacimientos de gas natural de Europa Occidental, por S. GARCÍA-FUENTE y C. MUÑOZ CABEZÓN.—Página 83.
- Nota sobre la estratigrafía de las Bardenas en su extremo meridional, por EDUARDO ALASTRUÉ.—Pág. 220.
- La vertiente Sur Pirenaica, desde el punto de vista de la investigación petrolífera, por A. ALMELA.—Pág. 241.
- Investigaciones de niobio y tántalo en la zona de Noya (Coruña), por J. M. LÓPEZ DE AZCONA y A. COMBA SIGÜENZA.—Pág. 283.
- Sobre un equinido fósil de Melilla, por RAFAEL CANDEL VILA.—Pág. 317.
- Nuevo Cistideo del Ordoviciense de los Montes de Toledo, por BERMUDO MELÉNDEZ.—Pág. 321.
- Datos geotectónicos de la Extremadura Central, por FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO.—Pág. 329.
- El estudio de las variaciones rápidas del campo magnético terrestre, por ANTONIO ROMANÁ, S. J.—Pág. 345.
- Algunos fósiles triásicos de la provincia de Valencia, por INDALECIO QUINTERO y JOSÉ DE LA REVILLA.—Pág. 363.
- Estructura geológica de la cordillera Ibérica entre Teruel y Cantavieja, por FERNANDO REIG.—Pág. 371.
- El *Chlamys rogeri* Crusafont, nombre nulo, en sustitución del *Ch. catalaunica* Alm.-Bof., por J. R. BATALLER y LUIS VÍA.—Pág. 379.
- Resúmenes.—Pág. 395.
- Noticias.—Pág. 411.
- Notas informativas.—Pág. 445.
- Notas bibliográficas.—Pág. 449.
- Instituto Geológico y Minero de España.—Pág. 455.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A

NÚMERO 50

(2.º Fascículo)

NUMERO EXTRAORDINARIO

SEGUNDO TRIMESTRE

MADRID

1958

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.

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúz-
coa: El vraconiense de septarias de Motrico

POR

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA

Depósito Legal M. 1.882.-1958

C. BERMEJO. IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 33-06-19.—MADRID

JOAQUIN GOMEZ DE LLARENA

DATOS PALEONTOLOGICOS DEL FLYSCH
LITORAL DE GUIPUZCOA: EL VRACONIENSE
DE SEPTARIAS DE MOTRICO

La sucesión estratigráfica de los terrenos que forman el litoral de Guipúzcoa la exponemos esquemáticamente en el mapa (lg. 1). De oeste a este, se reconocen los siguientes segmentos: desde el límite occidental de la provincia, hasta Motrico, la costa se halla constituida por margas grises, entre las que se intercalan, primeramente, los conglomerados margosos, ya citados por MALLADA (11), que no pasan más allá de la playa de Saturrarán, y luego los lentejones y capas de siderita con estructuras de septarias. En la playa del Cardal, en Motrico, estas margas y sideritas contienen niveles fosilíferos que nos permiten datarlas como albienses, y más limitadamente como vraconienses. MALLADA (op. cit.) da la edad Cenomanense a las margas y areniscas alternantes que forman la costa en los límites entre Vizcaya y Guipúzcoa.

Pasado Motrico y más allá de Deva, la formación sedimentaria muestra una facies idéntica a la de Motrico, en la que, si bien hemos reconocido diversos yacimientos fosilíferos, no podemos aún definir con exactitud su edad, que, por el momento, suponemos debe

de ser la Cenomanense. Hacia la mitad de la ensenada de Aitzchuri, en medio de la serie de bancos de arenisca compacta, alternante con otros de pizarra, conteniendo aquéllos bien conservadas numerosas huellas del flysch en sus caras inferior y superior, la presencia de macrofósiles y microfósiles nos permite de nuevo obtener datos estratigráficos. Desde este punto hasta la playa de San Telmo, en Zumaya, se reconoce la sucesión de estratos pertenecientes al Campaniense, Maes-



Fig. 1.

trichtiense y Danense, con microfauna característica, que ha de ser objeto de publicación próxima por parte de H. HAGN, P. SCHMIDT-THOMÉ y nuestra (8). En mis notas anteriores (5) he señalado ya la presencia de ammonites, acompañados de inoceramos y equinodermos en las capas de transición del Maestrichtiense al Danense de Zumaya (*Pachydiscus neubergicus*, *P. aff. tresvillensis*). Desde la playa de San Telmo hasta la punta de Mariantón, los estratos pertenecen en corto trecho, primero, al Danense y, luego, al Paleoceno. Por último, desde Mariantón, en Zumaya, hasta el Cabo Higuer, en la desembocadura del río Bidasoa, la costa se desarrolla en los estratos eocenos, en donde predominan los lute-cienses (15).

La disposición tectónica de la serie concordante que va desde el Vraconiense de Saturrarán-Motrigo hasta el Luteciense de Mariantón-Cabo Higuer, hace que los estratos, levantados hasta quedar subverticales, sobre todo en la parte occidental de la costa, se presenten con un rumbo hacia el mar, que en la primera parte vraconiense se halla comprendido entre N. 60° W. en Saturrarán y W.-E. en Motrico. La inclinación de los estratos, que en Saturrarán forman pliegues levantados, se hace luego más uniforme, quedando tendidos hacia el mar, entre Saturrarán y Motrico, con una inclinación que oscila entre los 40° y los 70°.

La abrasión marina, de gran intensidad en esta costa de Guipúzcoa, ha creado una plataforma o rasa litoral de desigual desarrollo a lo largo de ella (la descripción más detenida será objeto de otro trabajo) (6). En la costa de Saturrarán-Motrigo, en las margas blandas del Vraconiense, la plataforma mareal o de abrasión marina tiene una anchura limitada que en general, no alcanza los cien metros, en tanto que en el sector senonense de la ensenada de Aitzchuri, en Zumaya, pasa de los trescientos metros. Entre Saturrarán y Motrico, al bajar la marea, es fácil y cómodo recorrer esta plataforma de uno a otro de sus extremos. El cantil, en todo el trayecto, está levantado y muestra los valles colgados a diversa altura, testigos de la rápida labor destructora del mar, que predomina sobre la erosiva fluvial. Sobre la plataforma sólo se conservan por breve tiempo los grandes paquetes deslizados o desprendidos del cantil. El oleaje los desmorona rápidamente y no quedan más que los cantos de la siderita, que, a su vez, se desmenuzan poco a poco.

El segmento de costa comprendido entre Saturrarán y Motrico muestra la constitución estratigráfica siguiente: en el primero de estos puntos, los conglomerados, sobre todo cuarzosos, alternan con las areniscas y pizarras. Existen interesantes episodios de formación de ciclotemas, uno de los cuales reproducimos aquí (figura 2). Las capas, verticales, muestran en pocos metros una rápida sucesión de estratos distintos. Esta serie se repite una vez más. Luego, el corte se interrumpe, al quedar oculto por las arenas y gravas de la playa. Más allá, la pizarra limita a uno y otro lado un banco de pizarras tubulares entrecruzadas (fig. 3), que recuerdan la disposición del tipo «fucoides», frecuente en la caliza danense, ya señalado en mis publicaciones anteriores. A continuación, limitado también entre pizarras, aparece un banco de concreciones calizas irregulares.

Yendo luego hacia Motrico, dominan las margas grises, de disgregación concoídea o astillosa, entre las que se intercalan con cierta regularidad, bancos de siderita a distancias alrededor de un metro. El espesor más general de los bancos de siderita es de uno a dos decímetros. Los bancos conservan este espesor de modo uniforme, pero de vez en cuando se resuelven en lentejones como muestra la figura 4. La abrasión diferencial deja exentos los bancos de siderita, como muestra la figura 5. Al llegar a la playa del Cardal, en Motrico, encontramos de nuevo un banco de fucoides y a continuación una serie con niveles fosilíferos, que reproducimos en la figura 6.

Pasado Motrico, la serie estratigráfica se hace más silíceo, intercalándose con más frecuencia los bancos de arenisca, que reemplazan los de siderita. En la Pun-

ta de Meoica, entre Motrico y Deva, aflora una masa caótica de bloques voluminosos, con la típica disposición de un gran deslizamiento submarino de edad albiense, al que siguen los estratos alternantes de pizarras y areniscas o bancos de siderita.

En la serie de la figura 6, iniciada en el puerto de Motrico, distinguimos los siguientes tramos:

1. Comprende margas grises con Inoceramos pequeños.

Dos especies pueden distinguirse de inoceramos en Motrico. *Actinoceramus (Tachinoceramus) concentricus* Park, que HEINZ (9) sitúa en el Albiense. Existe otra especie de tamaño mayor que podría referirse a *Selenoceramus*, pero este género, según el mismo autor, pertenece al Campaniense. El ejemplar de Motrico es, además, de menor tamaño que los estudiados por HEINZ en el Cretácico levantino de España.

En 2 se ven bancos de siderita con algunas septarias aisladas. En las secciones de aquéllos se ven las figuras «lusus helmontii» resultantes de la disolución de la siderita por la meteorización. En 3 se observan delgados estratos de una materia de naturaleza asfáltica en donde también se ven estas estructuras de meteorización. En 4, doblada ya la punta del Cardal, al lado oriental de la pequeña playa de arena que aquí existe, se ven estratos sideríticos y asfálticos que contienen pequeños ammonites piritizados y menudos bivalvos.

El tramo más rico en fauna es el señalado con el número 5. Las margas grises que lo forman, muestran una composición compleja, como nos indica el rápido análisis que de ellas hemos hecho. Existen los carbonatos de calcio y magnesio, la pirita, la arcilla y una cier-

ta cantidad de materia de naturaleza asfáltica. La marga se disgrega según la fractura concoidea como se ve en la figura 7. En esta marga he recogido diversos ammonites. El más característico de todos y que me ha permitido fijar el nivel estratigráfico en el cual se encuentra, es el *Perviniquicia*, representado en esta misma figura y en la figura 8.

Consultando la obra de SPATH (17), la especie que mayor semejanza tiene con este ejemplar de Motrico es *Mortoniceras (Perviniquicia) potternense* var. *evoluta*. Esta especie la sitúa el autor en el Gault superior y ha sido hallada en la región de Folkestone (Inglaterra). En la obra de SPATH, y de la misma región y del mismo nivel, figura otra especie semejante como *Mortoniceras (Perviniquicia) fissicostatum*, pero en la cual este cuerno, también terminado en punta, es más recto por el lado interno (a menos de que esté representado de modo incompleto). Además, las fuertes verrugas que llevan en su borde externo las costillas, también muy destacadas de la especie *potternense* var. *evoluta*, no se encuentran en la *fissicostatum*, que es de relieve más suave. En cambio, las dimensiones del holotipo de Folkestone de la primera de estas dos especies, son sensiblemente más reducidas que las del ejemplar de Motrico, en el cual se miden 224 milímetros en el fragmento aquí representado. No obstante, atribuimos a *Mortoniceras (Perviniquicia) potternense* var. *evoluta* este ejemplar, único hasta ahora hallado, en la playa del Cardal. Dadas las sinonimias del género *Mortoniceras* y las razones que se aducen para abandonar esta denominación (14), nos limitamos al empleo del término *Perviniquicia* para designarlo.

Los acantilados, que permiten el estudio detallado de los estratos, la excelente conservación de los fósiles de Folkestone, la abundancia, sobre todo, de sus ammonites, han permitido a SPATH establecer una división detallada del Albiense de aquella región. Este autor distingue 21 zonas caracterizadas por sus correspondientes ammonites. Tres divisiones (Albiense inferior, Albiense medio o Gault inferior y Albiense superior o Gault superior), abarcan estas 21 zonas de ammonites. El Gault superior o Albiense superior comprende dos edades: perviniquieriana y pleuro-hoplitana. La primera, a su vez, comprende cuatro zonas: que, de abajo arriba enumeradas, son: *orbignyi*, *varicosum*, *auritus* y *aquatortialis*.

Perviniquicia potternense var. *evoluta* SPATH se encuentra en la zona de *auritus*. Si establecemos el paralelo estratigráfico y paleontológico entre Folkestone y Motrico, basándonos en la presencia de este ammonite, hemos de suponer, pues, que la formación de margas y sideritas corresponde al *perviniquieriano* de SPATH, es decir, al *Albiense superior medio*.

La constitución litológica difiere, en cambio, de un punto a otro. En Folkestone, el Albiense comprende, sobre todo, arcillas azuladas y arenas glauconíticas, que en Motrico no se reconocen, reemplazadas por las margas asfálticas grises y las sideritas negras alternantes con ellas.

Existen también otros ammonites en la misma marga y cara superior del estrato, pero su deterioro e incompleto grado de conservación nos impide su determinación. Alguno de ellos parece corresponder a los desenrollados (*Scaphites?*).

En la playa y sobre la rasa de abrasión mareal se encuentran cantos rodados de siderita. No es raro que entre ellos aparezcan fragmentos de grandes ammonites. En la figura 9 se representan tres de ellos.

En estos moldes internos, que han rellenado la concha de los ammonites, las líneas de sutura se muestran en buen estado de conservación, pero no así la concha misma, que salvo en algún que otro ejemplar (figura 10), no existe en absoluto. Reforzadas estas líneas de sutura con tinta blanca, hemos podido obtener los gráficos que reproducimos aquí en las figuras 11 a 15. Los ejemplares debían ser de gran tamaño, alguno de más de 45 centímetros de diámetro, a juzgar por los fragmentos residuales. La semejanza tan evidente entre los géneros distintos que poseen estas líneas de sutura nos impide darles un nombre determinado. No obstante, comparando los ejemplares A, B, D y E con otros señalados por DARDER en el vraconiense de Valencia (4), es posible que se trate de *Puzosia* más bien que de *Pachydiscus*.

El ejemplar C muestra líneas de sutura que lo incluyen en el grupo de los «ceratites de la creta» (2), acaso referibles a *Brancoceras*, *Pseudotissotia* o *Knemiceras*.

En ejemplares distintos hallados en la marga asfáltica remitidos al profesor doctor O. SEITZ (Hannover) este autor (16) determina *Puzosia mayorana* D'Orb. El doctor J. WIEDMANN (Tübingen), en otros fragmentos de siderita, determina *Pachydiscus* y una forma afín a *Puzosia planulata* (19).

La marga gris contiene diminutos ammonites del tipo *Phylloceras*, de 6 y 7 milímetros de diámetro, pirritizados, en los que se reconoce bien la línea de sutura.

Belemnites: He hallado también en el tramo 5, *in situ*, varios ejemplares de pequeño tamaño, comprendido entre 30 y 40 milímetros. El profesor SEITZ (16), juzgando por el aplastamiento lateral que poseen y estableciendo la comparación con especies afines del Cenomane inferior de la Rusia meridional y de la India, admite la posibilidad de que se trate de formas nuevas. La escasez de material recogido y su incompleta conservación impiden, por ahora, su estudio.

Gastropodos: Un pequeño ejemplar de *Trochus*, de 12 milímetros de altura.

Bivalvos: Un ejemplar de 18 milímetros de largo de las valvas, cuyo aspecto recuerda los de aguas salobres.

La marga gris contiene también microfauna, que ha de ser investigada más adelante.

Sobre este nivel de la marga fosilífera sigue el tramo 6, cuyo conjunto se puede ver en la figura 16. En la base se destaca un nivel calizo sobre el cual sigue la marga gris. En ésta quedan exentas unas concreciones gruesas, en parte ramificadas. En varios puntos, estas concreciones se aglomeran y dominan sobre la marga, hasta constituir una masa compacta de caliza. La figura 17 reproduce esta misma caliza nodulosa de otro banco superior, en la cual se observa la intercalación de nódulos oscuros que se destacan entre los restantes blancos. La interpretación de estas estructuras especiales de la roca es aún poco clara. Para el profesor SEITZ, la roca de la fig. 17 podría ser «una caliza con vetas arcillosas» («tonschlieriger Kalk»). Es posible que se trate de una formación en donde la presencia de la materia orgánica, en este caso de naturaleza asfáltica, ha producido esta especial disposición. Cabría compararla

con la figura 3, en donde se ven los «fucoides» de Saturrarán, pero no se aprecian aquí los tubos característicos.

En la figura 18 se ve el corte transversal de una de estas concreciones de la figura 16. El centro está ocupado por la materia asfáltica, que queda rodeada primero por una aureola estrecha de calcita cristalina y luego por la masa de siderita (o mejor de ankerita o siderita calcárea, dada su mayor proporción de cal que en los bancos de siderita). Se reconocen los anillos de crecimiento de esta concreción. El análisis realizado por el doctor Ing. G. MEMPEL (Hannover), demuestra que el interior de esta concreción está relleno por el asfalto, probablemente en su variedad *imponita* (12).

Los bancos de siderita y las septarias.—La figura 4 muestra la disposición general de estos bancos. En general, entre Saturrarán y Motrico, forman estratos continuos, separados entre sí por margas grises a distancias regulares de un metro, más o menos. Su espesor es también bastante homogéneo, de medio a un decímetro, si bien en algunos bancos se puede medir hasta más de medio metro. Si quedan formando lentejones o bolsas, se constituye la estructura especial de las *septarias*. El material de estos bancos y septarias es negro, denso y compacto. Un análisis químico, somero, realizado por el doctor A. GIL (Fábrica del Gas, San Sebastián), en una muestra de siderita de Motrico, es el siguiente:

Pérdida por calcinación....	27,72	%
Sílice.....	17,14	»
Hierro (Fe ₂ O ₃).....	27,07	»
Alúmina (Al ₂ O ₃).....	2,88	»
Cal (Ca O).....	21,29	»
No dosificados.....	3,00	»
	100,00	%

La composición de este material nos permite denominarlo *siderita* por el predominio del carbonato de hierro sobre el de calcio. Es posible que exista también el carbonato magnésico, asociado al de calcio. La presencia de la alúmina y de la sílice puede hacer aceptable la denominación de *siderita arcillosa*, como equivalente así del «fer carbonaté lithoide» de los franceses, del «toneisenstein» de los alemanes o del «clay iron ore» de los ingleses.

Los bancos de siderita siguen por la costa hacia el Este hasta más allá de Deva. Las septarias más frecuentes y perfectas se concentran en la orilla oriental de la playa de Deva, sobre todo, en el kilómetro 43 (antiguo 51) de la carretera a San Sebastián. Reproducimos aquí otros ejemplos (figs. 18 a, 19 a), complementarios de los ya expuestos en trabajos anteriores (5).

Sobre la formación de las septarias y bolsas de siderita o «esferosideritas», se han publicado estudios interesantes, a los que, más adelante, esperamos agregar nuevos datos. Estas concreciones se hallan muy repartidas en las series sedimentarias, paleozoicas y mesozoicas. En el Cretácico español son típicos los «niveles de bolas», si bien no siempre son de siderita ni, por tanto, muestran las septarias como en este tramo del Albiense superior de Guipúzcoa. Conformes con RICHARDSON, TARR y TWENHOFEL (18), es probable que la condición fundamental para la formación de una gran parte de las concreciones de Motrico-Deva haya sido el carácter coloidal de la arcilla en vías de sedimentación. Se constituiría un núcleo arcilloso coloidal alrededor del cual se precipitaba el carbonato de hierro, magnesio y calcio, y el silicato de alúmina y hierro, que englo-

barían y aislarían así del exterior tal núcleo coloidal. La concreción, una vez formada, se fué consolidando y lapidificando a la vez que su interior se agrietaba por perder agua, que emigraría al exterior. Los huecos resultantes del agrietamiento se rellenaron luego por la calcita y más raramente por la baritina. La pirita en menudos cristales aparece también, aunque aquí es menos abundante.

En otras septarias de origen semejante, el núcleo de la concreción lo forma la pirita, resultante de la descomposición de un ser orgánico indeterminado, como observamos en los nódulos de siderita hallados en los estratos mesozoicos del Txindoky. No habiéndolos estudiado y visto por mí mismo *in situ*, dejo para otra ocasión el insistir sobre ellos ahora.

La presencia de la baritina en las septarias de Motrico y Deva es un hecho de interés, que confirma la capacidad del medio marino y de los fenómenos diagenéticos que en él acaecen para concentrar en las concreciones, y fósiles y sedimentos en general, los elementos o materias que un análisis químico poco detenido apenas puede descubrir o sospechar. La baritina, sin embargo, es frecuente en los sedimentos marinos. En las septarias de Motrico y Deva se reconocen vetas finas que rellenan los huecos entre las suturas de calcita de las grietas. Un buen ejemplo de su presencia lo tenemos en la figura 19 b, tomado de una septaria del flysch cretácico, de edad tal vez cenomanense o albiense, de Oñate. La masa principal está formada por la siderita. Rompiendo la septaria, aparece su interior con grietas rellenas por la calcita. Disuelta ésta por el ácido clorhídrico, quedan destacados dos pequeños cristales

de baritina, uno de ellos de cerca de dos centímetros de largo. El carácter idiomorfo de estas inclusiones de baritina nos hace suponer que al constituirse la concreción tuvieron espacio libre para cristalizar, mientras que la calcita lo haría después, una vez formadas las grietas que habrían de rellenar.

F. LIPPMANN (10) dedica un detenido estudio a la formación de las concreciones de septarias del Barremiense de Hoheneggelsen (Braunschweig, Alemania), en donde describe las condiciones que han debido presidir el orden de formación de los distintos minerales en ellas acumulados. Este autor considera que los estratos conteniendo geodas se han debido formar en momentos de sedimentación orgánica acentuada. La presencia de la materia orgánica es para LIPPMANN y otros autores actuales, la condición fundamental en la formación de las septarias. No es raro hallar fósiles como núcleos de las septarias; la pirita, como en el caso de la septaria del Txindoky, es el resultado de la degradación final de la materia orgánica. La aparición del amoníaco y de las aminas favorece la precipitación de los carbonatos alrededor del núcleo, como foco de la reacción química resultante de la descomposición de los seres vivos. Una vez iniciada la concreción, ésta crece hasta un determinado tamaño y forma, impuestos por las diversas condiciones del medio líquido en el cual se desarrollan. La constitución definitiva de la septaria, con sus rellenos de materias distintas, varía, asimismo, según sean las circunstancias ulteriores de este medio líquido.

G. K. MÜLLER (13) estudia la formación de los bancos de siderita en los estratos de carbón de piedra del Ruhr. Las consideraciones que este autor expone se

ajustan en gran parte a las circunstancias que poseen los sedimentos vracoienses de Saturrarán-Motrico. Para MÜLLER, las condensaciones de los carbonatos, sobre todo del de hierro en su variedad «siderita carbonosa», están ligadas a la formación de las capas de carbón, unas veces con carácter singenético predominante otras epigenético. La masa fundamental del banco ferruginoso, es, en general, la arcilla y el carbón mismo. La siderita se constituye por sedimentación en forma de granos, en medio de la masa arcillo-carbonosa, pero llega a quedar dominante y sólo se aprecian aquí y allá los restos de la vitrita y de la fusita. El espesor de estas capas de siderita oscila entre algunos centímetros y dos metros y medio. Si bien se hallan en toda la cuenca del Ruhr, en distintos tramos carboníferos, son más frecuentes en el Namuriense, del cual en el siglo pasado se han extraído grandes cantidades de hierro. La observación de las turberas actuales conduce a MÜLLER a suponer que la costra de hierro de éstas es equivalente a la que se formaría en la época carbonífera al constituirse las capas de carbón en las turberas de aquel tiempo. En el medio reductor en el cual se va formando la turbera, se precipita el carbonato de hierro, que toma una estructura granuda y constituye un banco homogéneo; la siderita se forma directamente de la solución y no, como otros autores suponen, a partir del óxido o hidróxido.

Existen otros tipos de siderita: la «siderita blanca» es un gel que luego ha cristalizado. Este mineral es poco frecuente en la formación carbonífera del Ruhr. Se encuentran también otras formas de la siderita negra, como son los nódulos y lentejones y las oolitas fe-

rruginosas o esferosideritas. En los nódulos se ve que el carbonato de hierro conserva estructuras vegetales. Las oolitas sideríticas se encuentran en casi todos los horizontes carboníferos del Ruhr; son de tamaño microscópico, aunque llegan a veces a poseer un diámetro de varios milímetros. En la formación de las oolitas intervienen también los geles ferruginosos. Como resultado general se comprueba que los depósitos de siderita singenética están siempre ligados a la presencia de restos vegetales, que han motivado su precipitación. Sobre el origen del hierro que contiene el agua del mar y luego se precipita al estado de carbonato, MÜLLER recuerda los aportes tan enormes que lleva el Misisipi en solución y que arroja al mar por su delta, o bien los depósitos ferruginosos de las regiones de turberas o pantanosas.

La siderita en bancos intercalados entre las capas de carbón son también objeto de explotación en Inglaterra. Las «blackbands» aparecen, asimismo, en contacto inmediato con el carbón. En la comarca de Stafford (N.-NW. de Birmingham) GIBSON (7) distingue en el Carbonífero superior (westfaliense, Coal measures) cuatro grupos de rocas, que de abajo arriba llevan los nombres de Black Band, Etruria Marl, Newcastle-under-Lyme y Keele. El «Black Band group», cuyo espesor es de 90 a 120 metros, se compone de areniscas grises, margas y arcillas, lechos delgados de carbón, bancos ferruginosos y finas capas de caliza. La génesis de estos bancos de hierro ha debido seguir un proceso semejante al descrito por MÜLLER en los de edad namuriense de la cuenca del Ruhr.

En Motrico, la constitución de los materiales que

han formado sus estratos muestra una cierta semejanza de condiciones con los del Carbonífero de Alemania e Inglaterra. La marga gris, rica en materia orgánica asfáltica y pirita, equivale a las capas de carbón, en cuyo contacto, directo o poco distante, se han debido crear circunstancias semejantes a las que MÜLLER describe en las turberas actuales o carboníferas. Se reconoce una «ritmicidad» en el depósito de los bancos de siderita y de los lentejones o bolsas que luego han de dar la estructura de las septarias; la distancia tan regular con la cual se presentan los bancos ferruginosos debe corresponder a las fases de precipitación del carbonato de hierro y calcio, el cual, presente en solución en el agua del mar, es eliminado de ésta al alcanzar una determinada concentración. El fenómeno se ha repetido un gran número de veces hasta que, al variar las condiciones de la cuenca de sedimentación, la materia orgánica y asfáltica ha desaparecido, y con ella la formación de los bancos ferruginosos. En cuanto al origen del hierro, suponemos que no es necesario admitir la presencia, cercana o remota, de corrientes que lo aportaran a esta región, en donde quedaba retenido en forma de carbonato, sino que, tal vez, sea suficiente que exista la materia orgánica que aquí va acompañado por abundante pirita y por el asfalto para que, al igual que en el Carbonífero se hayan realizado las reacciones químicas que han conducido a su precipitación.

Los estudios de MÜLLER confirman y amplían los antiguos de otros autores (PETERS, 1857; BAUMLER, 1868; RUNGE, 1892, citados en (3).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ADÁN DE YARZA, R.: *Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa*. «Mem. Com. Mapa Geol. España». Madrid, 1884.
- (2) BATALLER, J. R.: Carta 19-S-1956.
- (3) BECK, R.: *Traité des gisements métallifères*. Paris, 1904.
- (4) DARDER, E.: *Estudio geológico del sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante*. «Bol. Inst. Geol. Min. España», 1945.
- (5) GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Observaciones geológicas en el flysch cretácico numulítico de Guipúzcoa*. I, 1954, y II, 1956. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto «Lucas Mallada».
- (6) GÓMEZ DE LLARENA, J.: *Observaciones fisiográficas en el litoral de Guipúzcoa*. (En prensa.)
- (7) *Handbook of the Geology of Great Britain*. London, 1929.
- (8) HAGEN, H.: Carta 23-I-1958.
- (9) HEINZ, R.: *Inocerámidos de Alicante, Valencia y Baleares*. «Bol. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, 1936.
- (10) LIPPMANX, F.: *Ton, Geaden und Minerale des Barrême von Hoheneggelsen*. «Geol. Rundschau», Stuttgart, 1955.
- (11) MALLADA, E.: *Explicación del Mapa Geológico de España*. Tomo V. Madrid, 1904.
- (12) MEMPEL, G.: Carta 19-10-1957.
- (13) MÜLLER, G. K.: *Vorkommen und Entstehung der Karbonate, insbesondere der Eisenkarbonate, in den Steinkohlenflözen des Ruhrgebietes*. Inaugural Dissertation Universität Bonn (en manuscrito), 1952.
- (14) ROMAN, F.: *Les ammonites jurasiques et cretácées*. Paris, 1938.
- (15) RUIZ DE GAONA, M.: *La fauna principalmente numulítica de la serie terciaria guipuzcoana*. «Estud. Geol.», Madrid, 1948.
- (16) SEITZ, O.: Cartas 25-6-1957 y 13-11-1957.
- (17) SPATH, L. F.: *A Monograph of the Ammonoidea of the Gault*. London, 1933.
- (18) TWENHOFEL, W. H.: *Treatise on Sedimentation*, 1^a edit. London, 1932.
- (19) WIEDMANN, J.: Carta 8-11-1956.

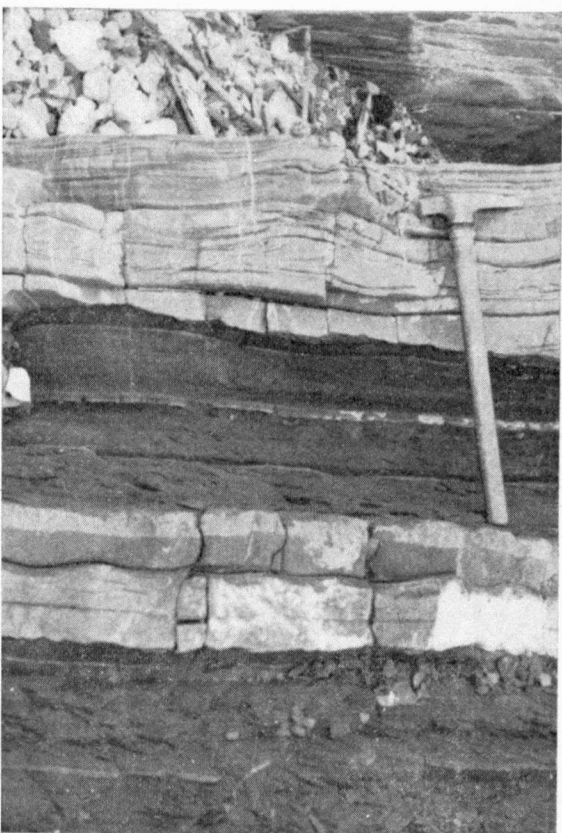


Fig. 2. Estratos verticales en el albiense de Saturrarán, constituyendo cicloleptemas bien diferenciados. Las areniscas (color claro) alternan con las pizarras (color oscuro). La cara superior de los estratos queda al lado izquierdo. Largo del martillo: 50 cm.

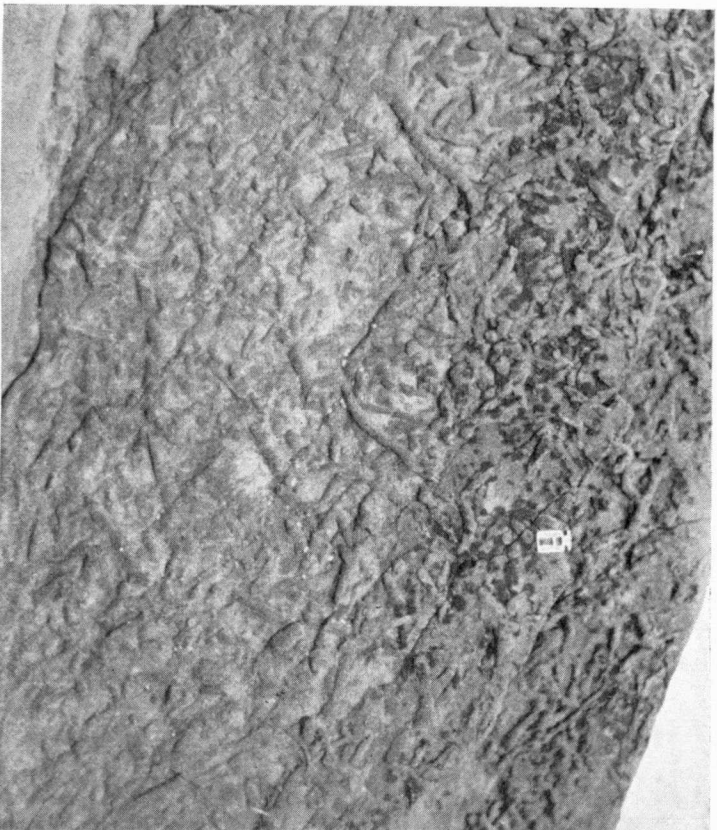


Fig. 3.—Cara inferior de un banco de arenisca en el albiense de Saturrarán. Vistas en relieve, tipo «fucoides». Largo del cuenta-hilos: 24 mm.



fig. 4.—Alternancia de lentejones y estratos de siderita con margas en el vraconiense de Motrico.

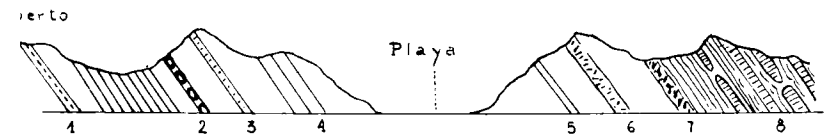


fig. 6.—Esquema estratigráfico de Motrico. 1, margas grises con *inoceramus*; 2, bancos y septarias de siderita; 3, intercalaciones asfálticas en la siderita; 4, tratos delgados de siderita y asfalto con pequeños ammonites piritizados y valvos; 5, margas de *Pervinqueria*; 6, caliza nodulosa (figs. 16 y 17); 7, caliza nodulosa brechoidea; 8, siderita y margas alternantes.

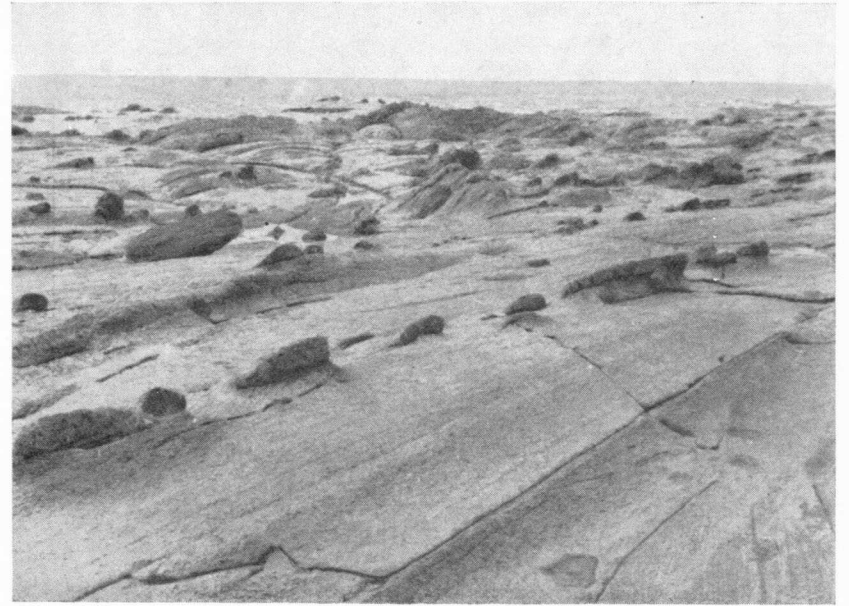


Fig. 5.—La siderita, más resistente a la abrasión marina, forma resaltes entre las margas blandas. Playa del Cardal, Motrico, durante la bajamar.

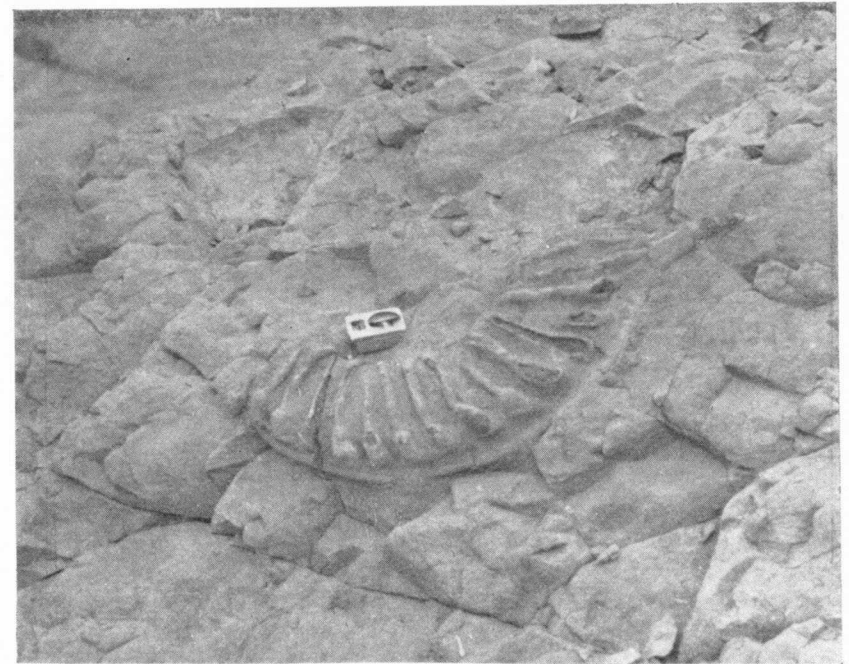


Fig. 7.—*Pervinquieria* en la marga gris de fractura concoidea.



Fig. 8.—*Mortoniceras* (*Peruinqueria*) *potternense* var. *evoluta* Spath.
Motrico, playa del Cardal (núm. 5 de la fig. 6).

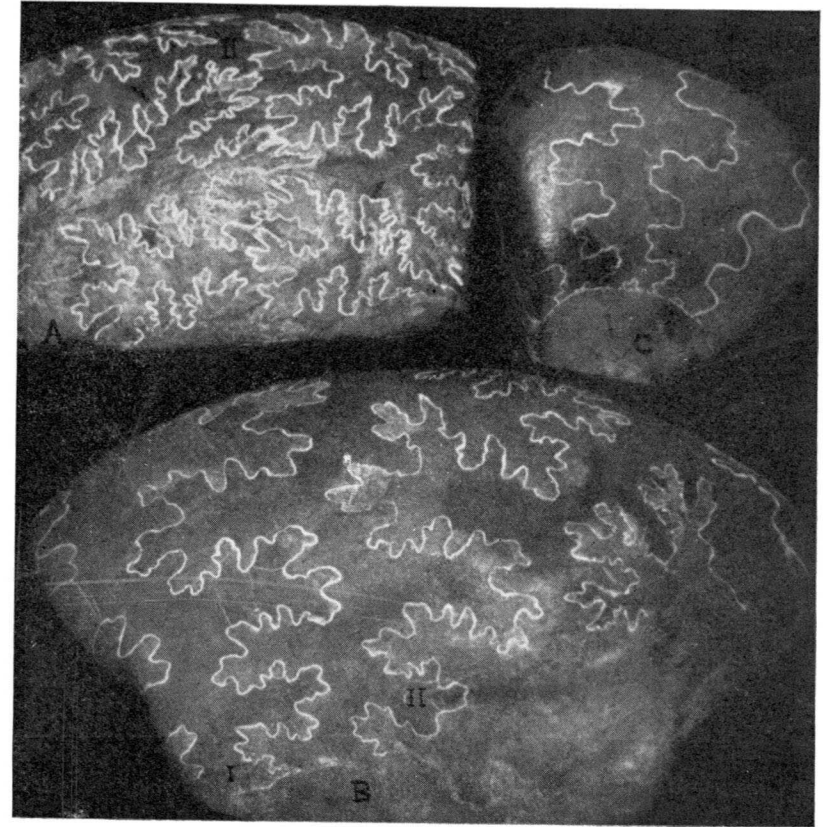


Fig. 9.—Moldes internos en siderita de los ammonites A, B y C con sus líneas de sutura (reforzadas con tinta blanca), representadas en las figs. 11-15.

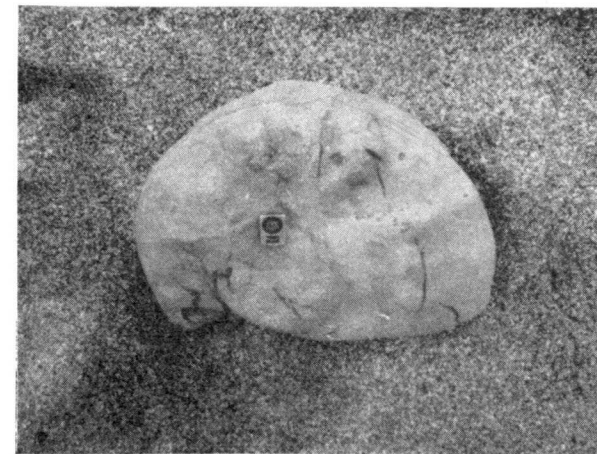


Fig. 10.—Molde interno, en siderita, de un ammonites. Largo del cuenta-hilos: 24 mm.

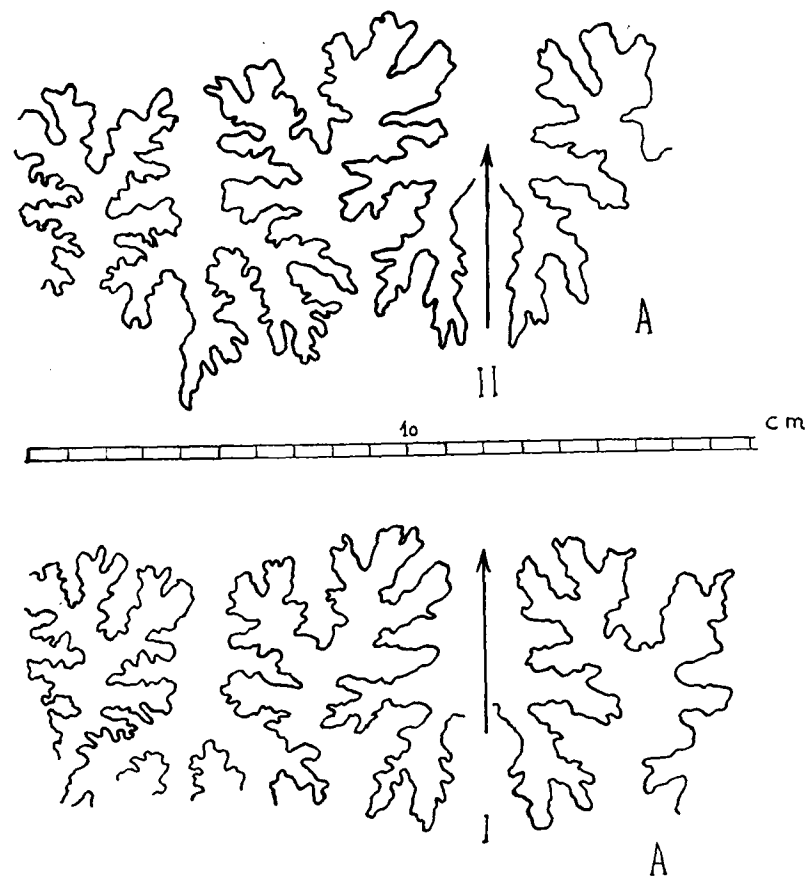


Fig. 11.—Líneas de sutura de ammonites sideríticos.

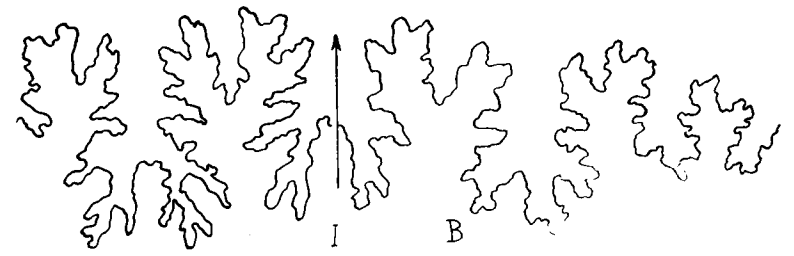
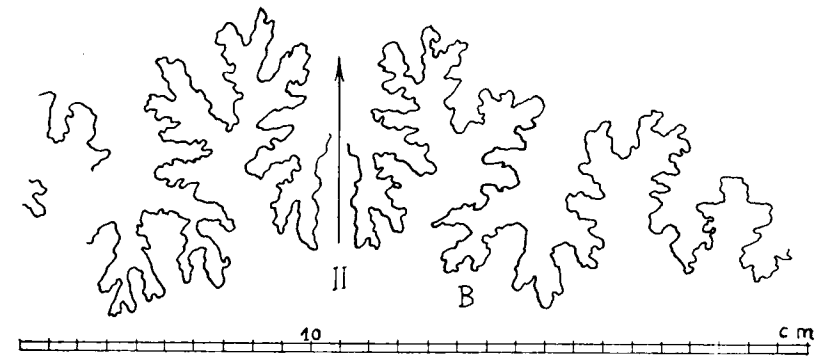


Fig. 12

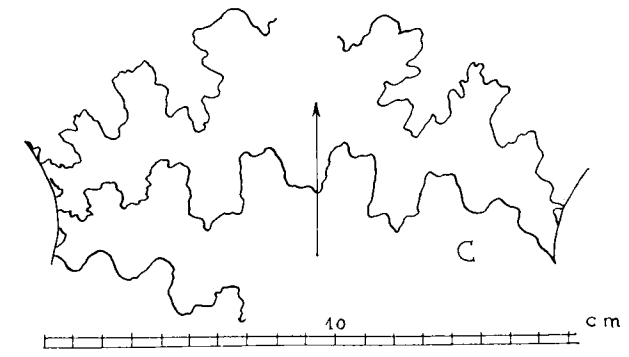


Fig. 13.

Líneas de sutura de ammonites sideríticos.

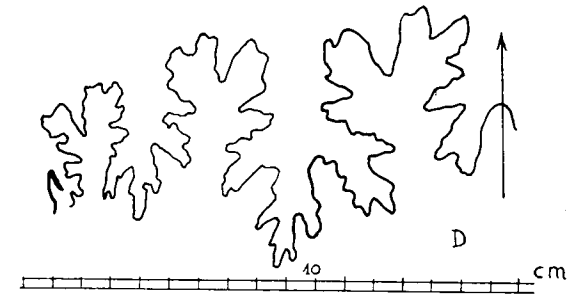


Fig. 14.

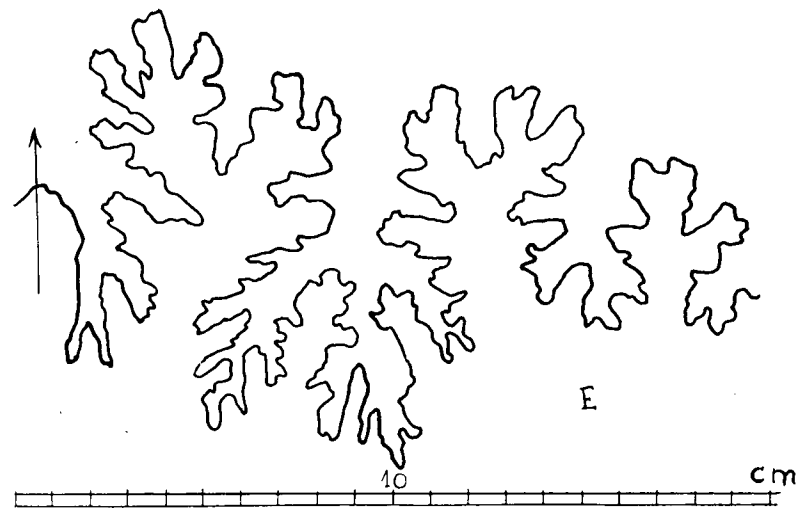


Fig. 15.

Líneas de sutura de ammonites sideríticos.

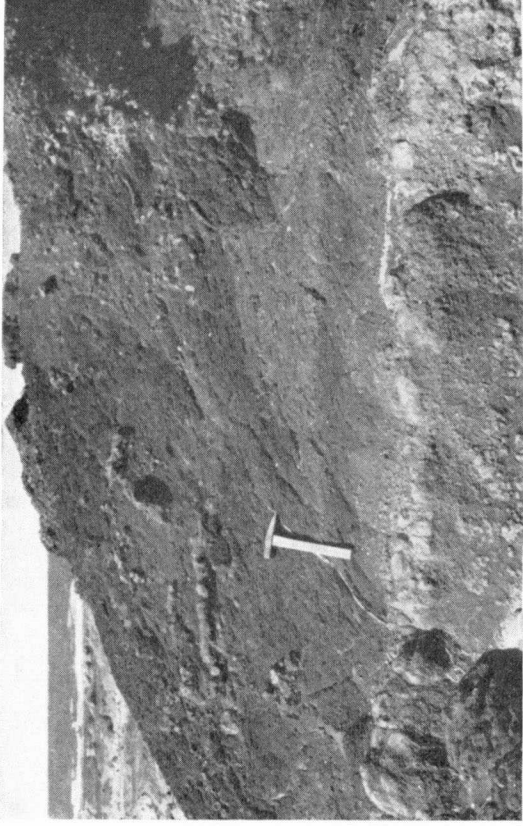


Fig. 16.—Margas grises con concreciones ramificadas, rellenas de asfalto. Largo del martillo: 35 cm.

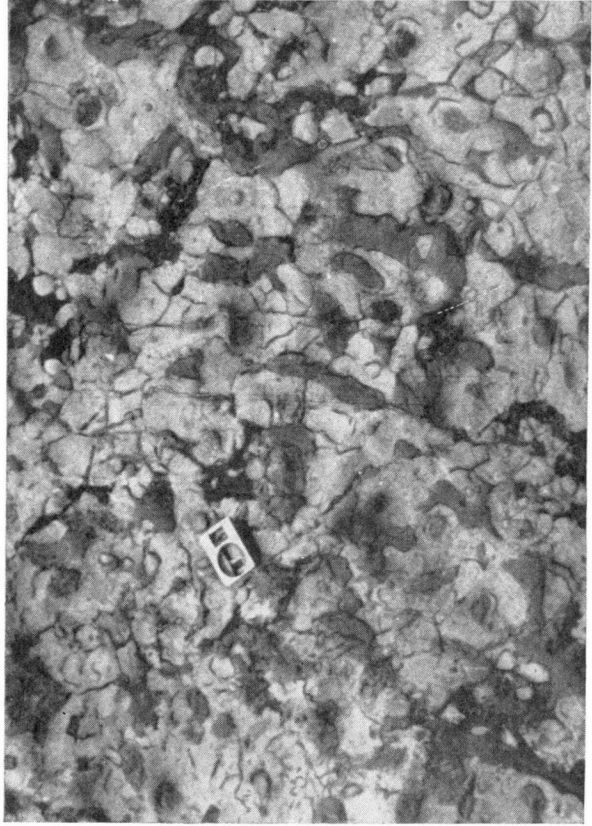


Fig. 17.—Caliza nodulosa, concrecionada. Largo del cueta-hilos: 24 mm.

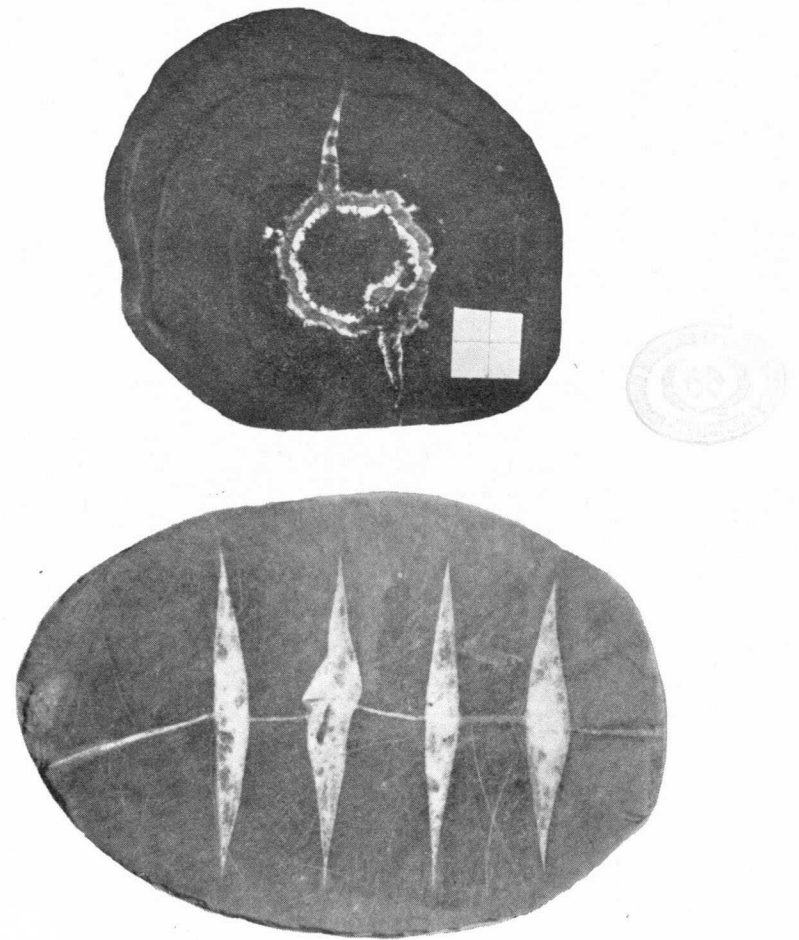


Fig. 18 *a*.—Arriba: Sección transversal de un nódulo de siderita con núcleo de asfalto. Abajo: Sección vertical de una septaria.

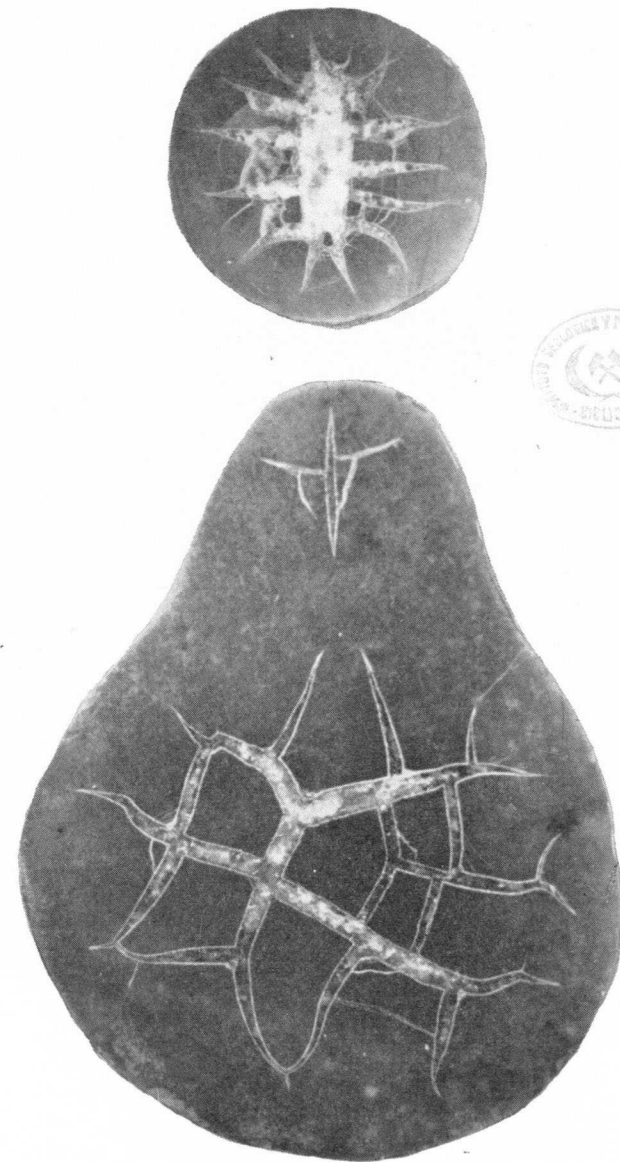


Fig. 19 a.—Secciones ecuatoriales de septarias, Deva.

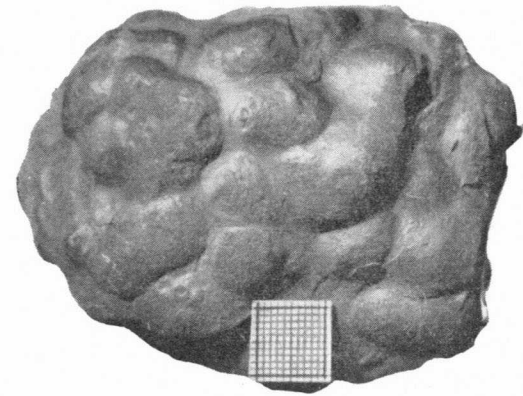


Fig. 18 *b*.—Siderita concrecionada.

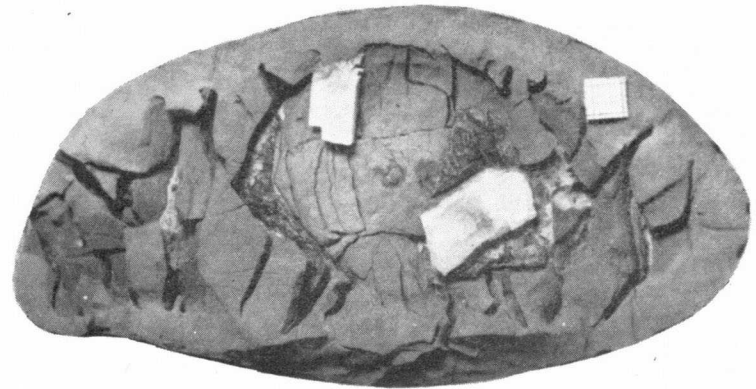


Fig. 19 *b*.—Sección transversal de una septaria, Oñate. En la masa de siderita se destacan dos cristales de baritina. Las grietas estaban rellenas por la calcita, que ha desaparecido atacada por el ácido clorhídrico.

Sensibilidad de la calcita en los diagramas de fábrica

POR

TIRSO FEBREL

TIRSO FEBREL

SENSIBILIDAD DE LA CALCITA EN LOS DIAGRAMAS DE FABRICA

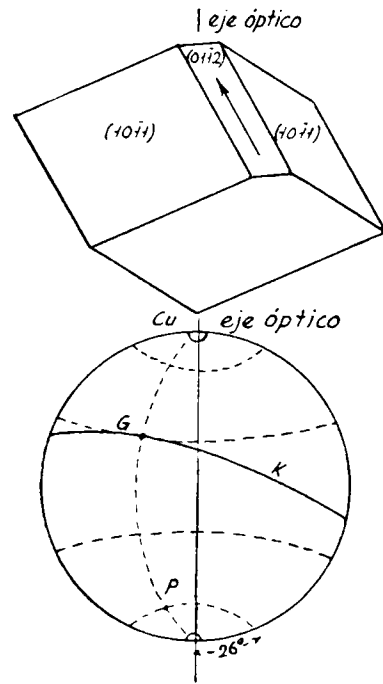
De los diagramas estructurales de cuarzo, muscovita y biotita preparados de rocas de la aureola metamórfica oriental de la Hoja de Buitrago de Lozoya, deducimos que las fuerzas de plegamiento, probablemente hercinianas, reorientaron a cuarzo, muscovita, y biotita, que el cuarzo es más sensible, y por tanto se reorienta con más facilidad que las micas, y que la biotita es más sensible que la muscovita.

En diagramas preparados de rocas de zonas de fractura se observa una degradación de la fábrica de los componentes arriba mencionados, sin que los referidos diagramas nos hayan aclarado, hasta el momento, nada saliente acerca de los movimientos acaecidos en esas zonas, que actuaron en época muy posterior a la de las fuerzas de plegamiento.

Cosa bien distinta sucede con la calcita, que suele reflejar, por su gran sensibilidad para reorientarse, esas deformaciones de última hora que son incapaces de representar minerales menos sensibles.

Cuanto referimos a continuación, se basa en el estudio de los diagramas de fábrica de calcita y dolomita que preparamos de muestras orientadas tomadas en las labo-

res de varias minas, con metalización de blenda-galena, del término de Udías (Santander). A la Real Compañía Asturiana de Minas, propietaria de esas minas, agradecemos el permiso que nos ha concedido para la publicación de los resultados allí obtenidos.



Figs. 1 y 2.

Antes de detallar el estudio estructural de las muestras orientadas, digamos cuatro palabras acerca de la naturaleza e interpretación dinámica de las maclas de deformación (*deformation twins*) de calcita de mármoles que han sido deformados experimentalmente.

Las relaciones entre planos de macla ($01\bar{1}2$), ejes ópticos y direcciones de deslizamiento en el plano de ma-

cla, han sido halladas por el estudio de mármoles deformados experimentalmente en el laboratorio. Se ha comprobado que ($01\bar{1}2$) es un plano de deformación y que la intersección de dos caras de cruceo ($10\bar{1}\bar{1}$) es la dirección de deslizamiento en ese plano. Las figuras nú-

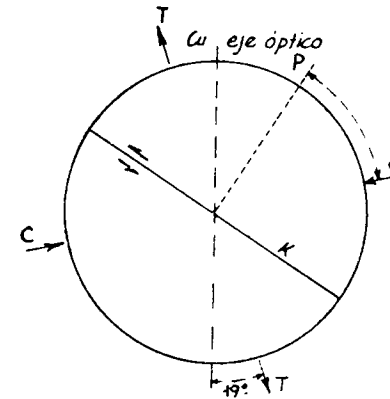


Fig. 3.

meros 1 y 2 demuestran la posición de los tres elementos estructurales en un romboedro de calcita y en la celdilla de Wulff, donde el polo P a ($01\bar{1}2$) = K debe encontrarse, teóricamente, en un círculo menor situado a 26° de c_u = eje óptico (prácticamente puede desviarse algunos grados de esta posición) y la línea de deslizamiento G está situada en el plano de macla K y en el círculo máximo que pasa por c_u y P , a 90° de este último punto.

El sentido-dirección del maclado queda excelentemente mostrado en la figura núm. 3, que no es más que la anterior girada hasta que P ocupa la posición de c_u en este último diagrama. El sentido-dirección del maclado es entonces establecido de acuerdo a la posición ocupada por el eje óptico c_u .

Las presiones que serían más eficaces para causar el maclado en un plano particular ($01\bar{1}2$), se encuentran en el plano que contiene el eje óptico c_a y a la normal P al plano de macla (K) y están inclinadas 45° respecto a la última. Son, respectivamente, a) una tensión aplicada a distancia de 19° de c_a , medida en la dirección opuesta al arco c_aP , o una compresión C (ver diagrama) aplicada a 71° de c_a , medidos en la misma dirección del arco c_aP .

Si una fuerza de tensión es aplicada en dirección subparalela al eje c_a de un cristal de calcita, la componente de esa tensión en la dirección y sentido que favorecen al maclado puede ser importante sobre las tres series de planos ($01\bar{1}2$) de la estructura, pero si una fuerza de compresión es aplicada de modo que determina una componente en la dirección y sentido que favorecen el maclado sobre una serie de planos ($01\bar{1}2$), las otras dos componentes sobre las otras dos series de planos ($01\bar{1}2$), tendrán un valor reducido. Por lo tanto, podemos esperar encontrar secciones con dos e incluso tres series de maclas en una calcita deformada por tensión, pero una simple compresión produciría una estructura, en la que la mayor parte de las secciones macladas tendrían sólo una serie de maclas, solamente algunas tendrían dos series, y ninguna las tres series posibles en cada grano.

La primera muestra orientada a que nos referimos en este trabajo fué tomada en un disco de falla orientado N.-S. y con un buzamiento de 67° W: slickensides o surcos netos aparecen en la roca siguiendo la dirección del rumbo.

El estudio estructural tenía por objeto conocer la estructura del carbonato y ver, si ello era posible, si fué originada por fuerzas de tensión o de compresión, pues

ellos nos diría bastante acerca del carácter de la falla en que fué tomada la muestra, suponiendo que la estructura del carbonato y la falla fueron originadas por la misma causa.

Antes de preparar diagramas estructurales estudiamos al microscopio la roca y observamos que se compone de una matriz dolomítica fina, no fácilmente medible con la platina de Fedorow, y de lentejones de una calcita (identificada en virtud de las relaciones angulares láminas de macla-ejes ópticos) que tiene tamaño de grano apto para su medición.

La calcita se halla maclada, las maclas ($01\bar{1}2$) son generalmente rectas, y algunas de contornos curvos señalan que ha existido cierta rotación posterior al maclado. Los contornos de las secciones son rectos y una leve extinción ondulosa se observa en algunos granos. Las maclas de la calcita medida son generalmente singlets (una serie de maclas en cada sección); hay varios doublets (dos series de maclas por sección) y un triplet (las tres series posibles). La textura parece indicar que la calcita registra una última acción dinámica y que las presiones apenas si han continuado con posterioridad a la misma. La dolomía de la matriz general tiene leve extinción ondulosa, contornos generalmente bien marcados, ausencia de maclas y textura cataclástica. Todos estos caracteres parecen indicar que ha sufrido acciones dinámicas a poca profundidad, con poca rotación y escasa deformación plástica.

Ejes ópticos y polos de láminas macladas fueron medidos directamente; líneas de deslizamiento y ejes de tensión y de compresión fueron obtenidos indirectamente, en virtud de las relaciones angulares expresadas

en las figuras 1, 2 y 3. Los primeros diagramas estructurales fueron obtenidos de lámina delgada normal al rumbo de la muestra macroscópica y, por tanto, normal a la dirección de las estrías. Sesenta y cinco ejes ópticos de dolomía fueron llevados a la proyección de Schmidt y presentados en el diagrama de puntos núm. 1, donde no se observa orientación preferente. Esos ejes corresponden a granos recristalizados y, suponiendo que la recristalización tuvo lugar en la época de plegamiento, podemos suponer que una recristalización postectónica pudo borrar la orientación que la dolomía pudo adquirir o más lógicamente, dada la suavidad de los pliegues en esta región y que la dolomía se deforma y se orienta con *más dificultad* que la calcita y cuando orientada suele representar la fase metamórfica principal y no las últimas fases de movimiento, que las presiones no fueron lo suficientemente intensas para orientar la dolomía.

El diagrama número 2 representa la proyección de 50 ejes ópticos de calcita de secciones no macladas, y el número 3 la proyección de 75 ejes de secciones macladas.

La observación de ambos diagramas indica: *a)* que la orientación de los ejes de secciones macladas no viene determinada por la de ejes de secciones no macladas, pues ambos diagramas representan cuadros completamente distintos; *b)* que las únicas secciones que se han maclado son las que tienen sus ejes próximos al centro de proyección, que serían las más favorablemente situadas en el campo dinámico. El diagrama número 3 muestra un difuso máximo central y extensión de los ejes en dos coronas diagonales incompletas;

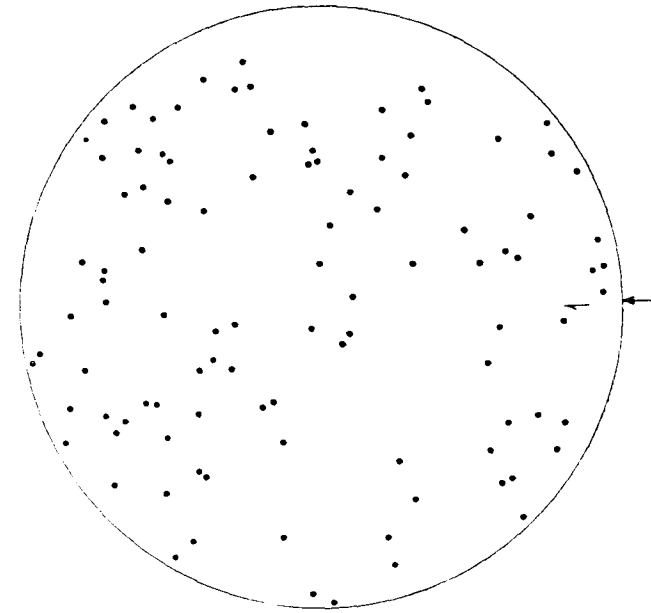


Diagrama 1.—65 ejes ópticos de dolomía, en dolomía de falla.

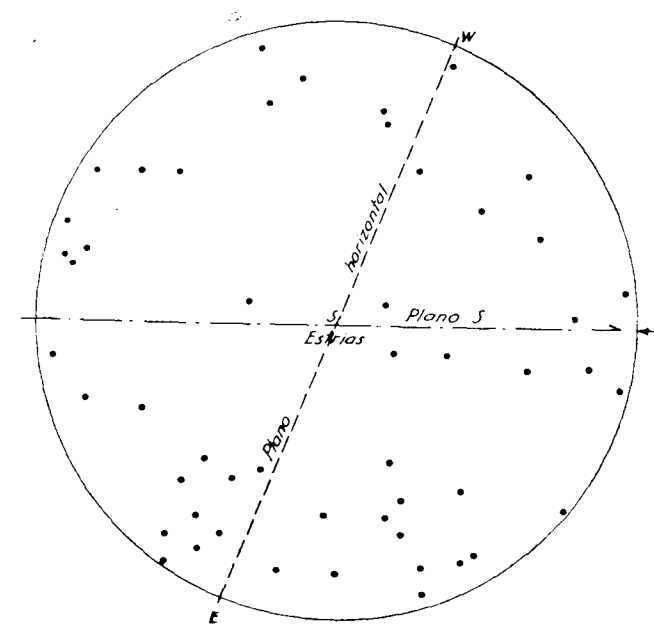


Diagrama 2.—50 ejes ópticos de granos no maclados de calcita de dolomita de falla.

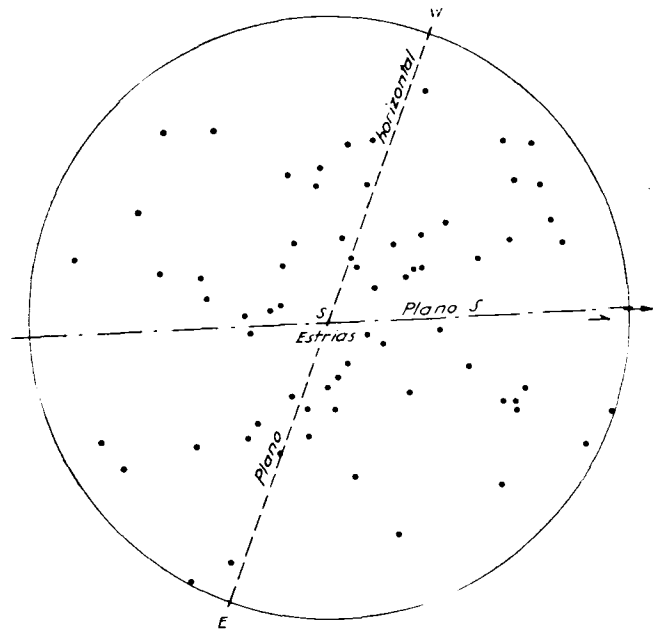


Diagrama 3.—75 ejes ópticos de calcita maclada en roca dolomítica, tomada en plano de falla (varios doublets y un triplet).

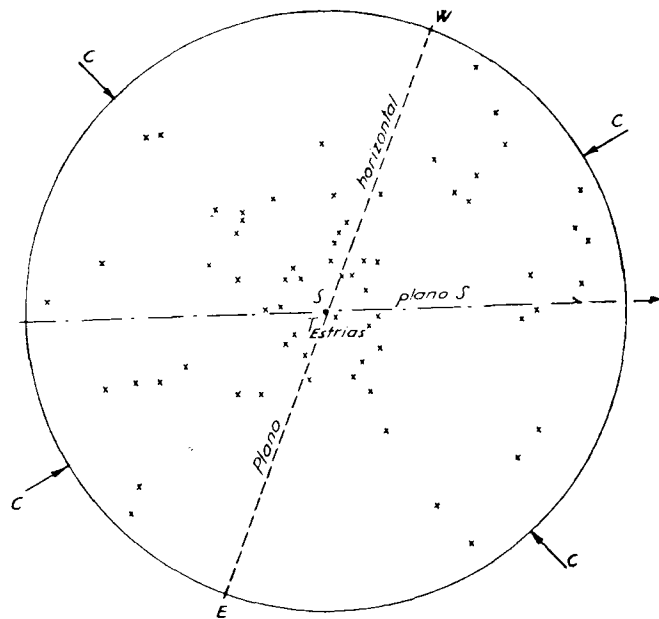


Diagrama 4.—75 ejes de tensión de calcita en roca dolomítica tomada en plano de falla (varios doublets y un triplet).

c) que la calcita representa, seguramente, una deformación debida a una de las últimas épocas de actividad dinámica que por su falta de intensidad y penetración no pudo orientar la dolomía.

Como los ejes de tensión en la calcita están situados próximos a los ejes ópticos, hemos de suponer que aquellos, llevados a la proyección de Schmidt, reproduzcan el cuadro de estos últimos. En efecto, el diagrama número 4 de ejes de tensión reproduce el cuadro del diagrama número 3.

La extensión del máximo central en las dos coronas diagonales sugiere cierta rotación, con posterioridad al maclado de la calcita, ya evidenciada en el estudio de la textura.

Como los ejes de compresión están situados a 90° de los de tensión, hay que suponer que si estos últimos se sitúan en la parte central del diagrama aquéllos sean periféricos, como bien indica el diagrama número 5.

Comparando los diagramas números 4 y 5 vemos que el grado de orientación preferente del diagrama número 4, que muestra un máximo central bien definido, es muy superior al del diagrama número 5, donde los ejes de compresión aparecen distribuidos en una difusa corona, por lo que podemos suponer que la orientación del carbonato (calcita) se debe a fuerzas de tensión y no de compresión.

Además de ser la compresión la causa dominante, como sus ejes se encuentran distribuidos en una corona periférica sin máximos importantes, la textura de la calcita debería de indicar un grado de rotación que

no existe en este caso. La presencia de un «tripleto» y varios «doublets» señala a la tensión como causa preferente en el desarrollo de la estructura.

Ya hemos indicado que el máximo del diagrama número 4 se extiende para formar dos coronas, bastante difusas, que ocupan posición diagonal en el expresado diagrama. Estas dos coronas pueden ser tomadas como los planos de movimiento más significativos (obsérvese que los puntos en que las coronas cortan al círculo del diagrama número 4 corresponden en el diagrama número 5, de igual orientación que el anterior, a zonas donde la concentración de ejes de compresión, no obstante su dispersión, es mayor) y decir que, a pesar de la variabilidad de posiciones periféricas ocupadas por el eje de compresión, que no parece ser la causa responsable de la orientación de la estructura, las condiciones más estables y duraderas parece que fueron una tensión siempre dirigida N.-S., en el sentido del rumbo de la muestra orientada, y dos compresiones en la dirección marcada por las flechas en el diagrama número 4.

Hemos llevado a los diagramas la proyección del plano horizontal y de las coordenadas geográficas W.-S.-E.

La dirección del máximo de tensión T, centro del diagrama número 4, coincide con la línea N.-S. en el plano horizontal, y los dos planos de movimiento cortan al plano horizontal según esa misma dirección, que coincide, igualmente, con la dirección de los «slicken sides» o estrias de la muestra macroscópica, por lo que concluimos diciendo que la calcita parece registrar una última fase de movimiento que, en muestra macroscó-

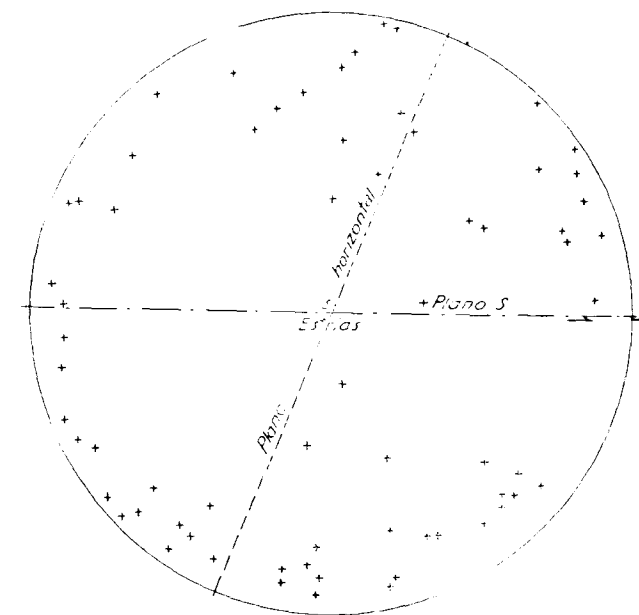


Diagrama 5.—75 ejes de compresión de calcita de roca dolomítica tomada en plano de falla: varios doublets y un tripleto.

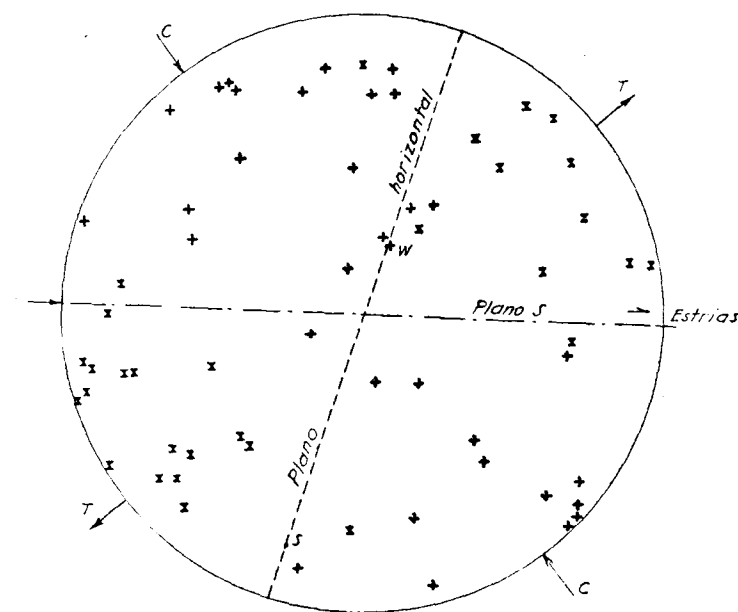


Diagrama 6.—30 ejes de tensión (equis) y 30 de compresión (truces) de calcita de caliza fosilífera (11 doublets).

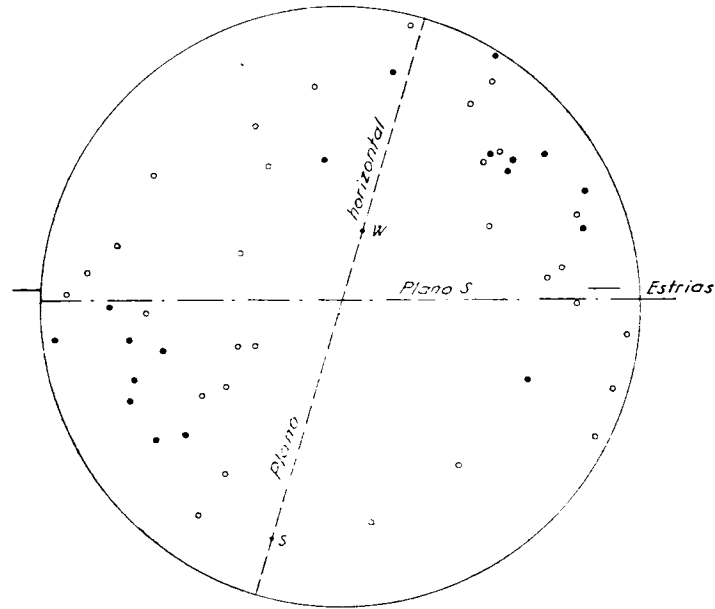


Diagrama 7. - 19 ejes ópticos (círculos) y 30 polos de láminas macladas (círculos llenos) en calcita de caliza fosilífera (11 doublets).

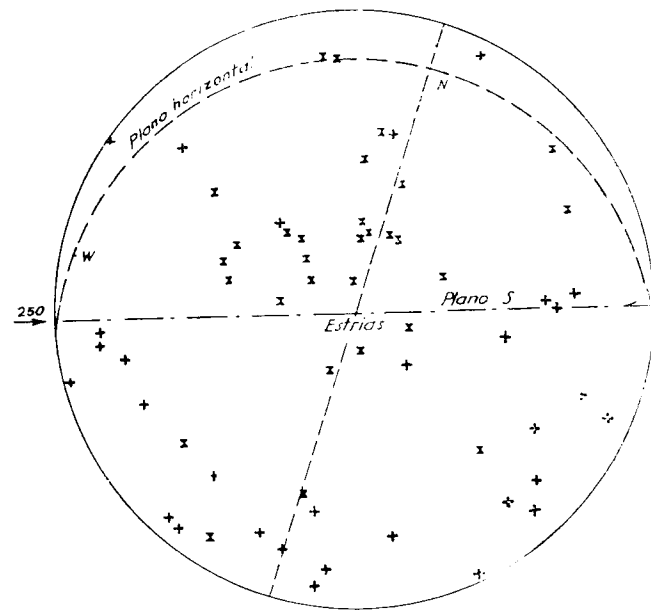


Diagrama 8. - 30 ejes de tensión (equis) y 30 de compresión (cruces) de calcita de caliza fosilífera (5 doublets).

pica, viene representada por estrias paralelas al rumbo N.-S. y parece originada, según hemos visto, por tensión en el período de descompresión.

Las estrias registran el último movimiento habido en los planos de falla, pero si suponemos que el movimiento principal, en muchas ocasiones concordante con el último episodio, ha sido originado por la misma causa, la orientación de la calcita indica que la falla ha sido producida por fuerzas de tensión (falla normal) y no de compresión.

Los diagramas han sido obtenidos de láminas delgadas preparadas perpendicularmente al rumbo de la muestra orientada, y la homogeneidad de la estructura ha sido probada preparando diagramas de láminas hechas paralelamente al rumbo (no representados), que no modifican de manera apreciable los cuadros observados en los diagramas anteriores. Aparte de esto, las preparaciones normales al rumbo parecen ser la «key sections» o secciones clave, ya que son las que muestran mayor número de secciones macladas.

De todo cuanto acabamos de decir se deduce que la dolomía, que se deforma con más dificultad que la calcita y podría habernos representado el movimiento principal, no está orientada (suponemos que la acción dinámica fué menos intensa de lo que la orientación de la dolomía requería). La calcita se ha orientado por tensión y de acuerdo a una última fase de movimiento que en el campo viene representada por numerosos surcos sub-horizontales de orientación uniforme.

Una segunda muestra orientada de caliza fosilífera presenta finas estrias, debidas a acción dinámica, N. 20 W → W 70° en plano. N. 70 E. → W 70 (estratifica-

ción). Las estrías tienen, por tanto, la dirección del buzamiento del liso. Buena parte de la calcita de esta muestra está maclada.

Los diagramas estructurales números 6 y 7 son los correspondientes a ejes de tensión y compresión y ejes ópticos y polos de láminas macladas de calcita de lámina delgada paralela a la dirección de las estrías y perpendicular al rumbo de la muestra macroscópica.

Comparando la distribución de los ejes de tensión y compresión en el diagrama número 6, es indudable la mayor orientación preferente de los de tensión, máximo periférico, respecto a los de compresión, distribuidos en una corona sub-vertical. Como en el caso de la muestra anterior, la calcita parece haberse orientado debido a tensiones y no a compresiones. La frecuencia con que aparecen «doublets» en las secciones macladas de calcita, también señala a la tensión como la causa que determinó la orientación del carbonato. La distribución periférica del eje de tensión indica que la orientación general de éste es la marcada por la flecha T en el diagrama número 6, mientras que el de compresión, no obstante su variabilidad, debió ocupar posiciones más consistentes en la periferia del diagrama, dada la más leve concentración de ejes de compresión en periferia que en centro. Observamos que para esas posiciones externas de ejes de compresión y de tensión el plano de movimiento, paralelo al plano del diagrama, produciría estrías en la dirección marcada por los surcos de la muestra macroscópica y, por tanto, que la calcita se orientó de acuerdo con el movimiento que produjo las estrías y registra un último episodio dinámico.

Análogas consecuencias a las que sacábamos en los

diagramas de ejes ópticos y polos de láminas macladas de la muestra anterior deducimos del diagrama número 7 de estos elementos; a saber: 1) los ejes ópticos ocupan posiciones próximas a los ejes de tensión y muestran, como estos últimos, orientación preferente con un máximo periférico; 2) las láminas macladas más tienden a situarse normales al plano de S. de la muestra macroscópica (aquí estratificación), que paralelas. Evidentemente, el plano S. o «bedding» de la caliza se encuentra favorablemente orientado (a unos 45°) respecto a la tensión y compresión dominante en el período de descompresión, que utilizaron, de este modo, como plano de deslizamiento un plano preexistente, que sirvió para eliminar tensiones, evitando la formación de maclas en su dirección.

La homogeneidad de fábrica fué probada preparando diagramas de láminas delgadas normales a la dirección de las estrías. Los resultados obtenidos, presentados en el diagrama número 8, prueban que la estructura de la calcita es homogénea.

Los diagramas fueron preparados con una platina universal Leitz de cuatro ejes, segmentos esféricos con índice de refracción $n = 1,649$ y la escala de corrección para mediciones ecuatoriales de carbonatos. Las medidas fueron proyectadas en una red de Schmidt, con que generalmente se trabaja en Petrología estructural (las lecturas siempre van referidas al hemisferio inferior de la esfera de referencia). Ninguna laminilla fué considerada maclada hasta haber comprobado su diferente orientación óptica respecto al grano que la incluye.

Recibido el 21-IV-1958.

El Garumniense español y su fauna

POR

J. R. B A T A L L E R

J. R. BATALLER

EL GARUMNIENSE ESPAÑOL Y SU FAUNA

Llámase facies, tramo, terreno o piso, nuestros geólogos han continuado con el uso de la denominación estratigráfica de Garumniense.

A pesar del interés de Leymerie y luego de Vidal (32) en mantener esta denominación estratigráfica, describiendo numerosas formas nuevas recogidas que son ya lacustres, ya marinas y aún continentales, hoy tiende a desaparecer este término en la serie estratigráfica, considerándose su tramo inferior como perteneciente al Maestrichtiense superior en virtud de los rudistos que en él se encuentran.

El Garumniense, al perder su individualidad, se ha distribuído entre el Daniense y el Montiense, como lo hace Dalloni; en cambio, P. Misch une el Daniense con el Eocénico inferior sin intercalar el Montiense.

No sabemos las relaciones faunísticas que pueda haber entre el Garumniense y el Daniense, que también ha tenido aceptación con anterioridad en nuestra literatura, especialmente en el trabajo de Maureta y Thos sobre Barcelona y que ha sido abandonado por haberse demostrado que las formaciones consideradas como Daniense son manifiestamente del Eocénico inferior, caracterizadas por la presencia del *Bulimus gerundensis*, debido ello a los titubeos de Vidal en la atribución estratigráfica, ya al Secundario, ya

al Terciario de las capas que lo contienen y así consta como secundario este fósil en el Catálogo de Mallada núm. 2.492 y al suscitar nuevamente la cuestión del Terciario inferior por Sampelayo en su trabajo sobre las bauxitas, le replica Vidal con una nota que dejó sin terminar.

No creemos prudente substituir nosotros el nombre de una formación que fué objeto de estudio durante su vida a uno de nuestros más insignes geólogos como fué L. M.^e Vidal, quien en sus últimos años intentaba publicar una monografía general de esta formación, exclusiva de los Pirineos, cuyo nombre, además, tiene un origen bien español, dado que pocas cosas nos quedan ya para abandonar por gustos extraños, pues ni el Tenénico de Landerer ni los niveles eocénicos de Vecian se han podido salvar.

Con este preámbulo encabezamos la estratigrafía de este tramo del Cretácico superior en la Hoja núm. 290.-Isona, mientras que en el capítulo de Tectónica y Morfología, Massachs indica que el Garumniense ocupa la parte central de la hoja entre Tremp y el Montsech.

En su base, dice, hay un complejo detrítico con *Lychmus*, siguen depósitos lacustres fosilíferos con lignitos, alternando con un banco de rudistas y coronados por la caliza de Vallcebre.

En el tramo medio dominan las margas rojas con yesos, en las que se intercalan capas de caliza clara sin fósiles.

En el tramo superior las mismas margas contienen algunos lechos de conglomerados de escasa importancia, y en algunos puntos parecen indentar con formaciones marinas con *Alveolina* en un tránsito al Eoceno, que no ha podido determinar exactamente. El Garumniense es, en definitiva, margoso y alcanza por lo menos unos 300 metros de poten-

cia, si bien está muy denudado en la mayor parte de sus afloramientos.

Esta sucesión estratigráfica que indica Massachs, no parece concordar con la establecida por Vidal, pues coloca en la base de la formación las calizas de Vallcebre, que pertenecen al nivel más alto y que constituyen igualmente el Tossal d'Oba, aunque no sea completamente idéntica, como ya observa Vidal (70) y que sincroniza en el cuadro.

En una comunicación recientemente traducida en NOTAS Y COMUNICACIONES (38) al querer asignar nivel estratigráfico a los yacimientos fosilíferos con dinosaurios, indican los autores de la comunicación que «el término impreciso de *Garumniense* aplicado a todas las capas salobres y continentales a partir de los lignitos (Mapa geológico de España, 1/50.000, Hoja núm. 290-Isona, 1953), indica una facies y no un piso estratigráfico. Pensamos más bien que los tres niveles con huesos de reptiles son un placer en el Maestrichtiense»...

«El verdadero Danés o Rognaciense que ha dado los *Lychmus* en Talarn (fide Repelin y coll. Ferrer) comenzará más alto, con las series rojas cortadas por calizas lacustres. No parece se hubieran hallado anteriormente huesos de dinosaurios en la cuenca de Tremp.»

En esta nota se indica que las capas superpuestas a los lignitos y margas del nivel *a* han proporcionado *Melanopsis avellana* Sandberger y *Cyrena garumnica* Leymerie, fósiles de las margas de Auzás de los Petites Pyrenees de edad maestrichtiense, así como formas ... determinaciones debidas a D. Mongin.

Vidal, en la estratigrafía de la provincia de Lérida (69), página 55, dice: «la *Cyrena laletana* es la forma más abundante que forma bancos enteros por todas partes donde

aparece la base del tramo y por ser, en una palabra, la especie más característica del Garumniense catalán» al tratar del yacimiento de Isona en la cuenca de Tremp, pues la *Cyrena garumnica* no es de España y sólo fué citada por Verneuil de las montañas de Berga, considerándola como *Tenus garumnica* y Leymerie en Coll de Nargó. La especie catalana fué descrita por Vidal después de haber consultado a Matheron.

Leymerie comenta el trabajo de Vidal (35) en que se describe la nueva especie, e indica que las especies comunes del Garumniense en ambas vertientes son: *Ostrea Verneuilii*, *O. garumnica*, *Cerithium jigolinum*, *Melanopsis avellana*, *Dejanira Matheroni*, *Natica placida*, pero no dice nada de la *Cyrena garumnica* por no considerarla común a ambas vertientes, a pesar de que la cita de Coll de Nargó.

En la nota indicada se hace referencia a una publicación en que hemos intervenido, pero no a otra comunicación en que hemos indicado la presencia de reptiles, juntamente con A. Marín, hace ya cerca de unos treinta años (41).

El Garumniense, según Vidal

El Boletín núm. 1 con que inicia sus publicaciones el Instituto Geológico y Minero de España (entonces Comisión del Mapa geológico de España) contiene una monografía muy completa de los yacimientos nuevamente conocidos sobre este terreno en Cataluña (68) que eran Coll de Nargó e Isona, ambos en la provincia de Lérida, pues con anterioridad se había ocupado su autor de esta formación al Norte de Berga (67).

Al tratar de la composición del terreno garumniense leridano, dice Vidal que el examen de las varias hiladas que forman este *piso* conduce a dividirlo en tres grupos: *uno*

superior, donde dominan calizas compactas; *otro medio*, compuesto de margas de un color rojo muy pronunciado, y *otro inferior*, donde se encuentra más o menos desarrollado, pero siempre aparente, un yacimiento de lignito. El conjunto forma una serie de más de 300 metros de potencia de capas que descansan en estratificación concordante con las más elevadas del terreno cretácico, y luego precisa que en Francia y España el Garumniense reposa sobre el horizonte de la Creta de Maestricht.

La diferencia entre ambas vertientes de los Pirineos consiste principalmente en que en la meridional aparecen reunidas las dos facies lacustre y marina (pues antes ha tratado del Garumniense en el Pirineo francés), mientras que en la septentrional van pasando de la una a la otra al dirigirse del Este al Oeste (Aude, Ariège, Alto Garona).

Los carbones de la base del Garumniense español se corresponden a las capas de Rognac: es el equivalente lacustre en las Bocas del Ródano de las capas marinas que en el alto Garona caracterizan la *Ostrea Verneuilii* y *Sphaerulites Leymeriei*.

El enlace de las faunas de Auzás (Pirineo) y de Rognac (Provenza) se encuentra en España, donde hay las dos facies lacustre y marina reunidas en un mismo yacimiento.

Puede constatarse esta particularidad en la zona de Isona, de presentar un sedimento marino en medio de capas que llevan mezclados fósiles de agua dulce y de agua salada (68).

Después del estudio comparativo con los yacimientos franceses, describe y figura más de veinte especies nuevas que constituye la primera aportación española a la paleontología del Cretácico superior.

Aunque con fecha de publicación anterior a este trabajo

de Vidal, aparece en la *Soc. Geol. France* una nota de Leymerie, creador de este terreno, en que describe el Garumniense español (35), que es un nuevo tramo cretácico denominado así por hallarse bien caracterizado en los Pequeños Pirineos en el Alto Garona, comprendido entre la creta de Maestricht con *Hemipneustes* y el grupo numulítico que constantemente empieza por la caliza de *Miliolites*.

Recuerda una memoria suya anterior sobre esta formación en el valle del Segre, anotando la gran analogía que el Garumniense de esta región española tiene con el de los Pequeños Pirineos, y que en la parte superior de la hilada de Nargó hay un conglomerado idéntico al de Alet que alterna con argilolitas rojas, además una caliza margosa probablemente lacustre; hay, pues, facies marina como en el Alto Garona, y facies lacustre como en el Aude.

Termina el geólogo francés con las siguientes conclusiones:

1.^a Identidad del Garumniense fluvio-lacustre en Cataluña y Alto Garona (Auzás, Aurignac, Marsoules).

2.^a Confirmación de la edad cretácica por los *Hippurites* asociados a los *Lychnus*.

3.^a Las capas de Rognac con *Lychnus* y Dentelles de Vallemagne en Herault son garumnienses, y los *Lychnus* provenzales van con *Melania armata* Math encontrados también en España.

Esta nota es complemento y comentario al trabajo de Vidal.

Vidal en su Geología de la provincia de Lérida (69), publicada poco después, resume al tratar del Garumniense lo indicado en su memoria anterior, reproduciendo su corte de Isona que comporta según el esquema.

d, conglomerado diluvial.

c, nivel del carbón base del Garumniense.

e, Bancos de *Hippurites Castroi*, *Columnastraea Leymeriei* y *Valloria Egozucui*...

indica otra vez que el tramo garumniense es mixto: sus capas superiores son exclusivamente lacustres, mientras que entre las otras se ven fósiles lacustres y terrestres unas veces, y otras marinos.

Al Oeste, dice, del manchón de Isona, desaparecen completamente los bancos de lignitos y calizas de la base, en tanto que las margas rojas, que apenas se distinguen al Este, son las únicas rocas que representan a este tramo. El espesor en Lérida es de unos 200 metros.

La creación del *Garumniense* por Leymerie suscita desde el principio grandes controversias entre los geólogos franceses, siendo Hebert uno de los más acérrimos impugnadores: ya en 1877 publica unas observaciones (31) a la memoria de Leymerie, que acompaña el trabajo de Cotteau sobre los equínidos de la Colonia (36), y al comentar la obra póstuma de Leymerie sobre la geología del Alto Garona dice que se equivocó sobre la edad garumniense asignada a la Colonia.

Con anterioridad, Hebert ya había indicado fuera un desideratum averiguar qué relaciones cronológicas existían entre el tramo Campaniense y Dordonés de Coquand, el Garumniense de Leymerie, los lignitos de Fuveau y las calizas de *Lychnus* de Rognac.

El hallazgo del *Sphaerulites Toucasi* hace creer a Vidal que el Dordonés de Coquand y el Garumniense de Leymerie eran sinérgicos, como puede observarse en el cuadro que del paralelismo del Garumniense o Danés, publica en su trabajo sobre los Rudistas (70) y que dice faltar en Girona este tipo de formación.

BARCELONA	LERIDA	ARAGON	FRANCIA
<i>Zona superior</i> Arenisca caliza lacustre y margas rojas de Vallcebre.	Caliza lacustre del Cerro de Oba (cuenca de Tremp).		Margas rutilantes de Rognac (Provenza). Calizas lacustres y capas con equinidos del Alto Garona.
<i>Zona media</i> Margas rojas de Fumaña La Nou, conglomerados de Aspá.	Margas rojas y conglomerados de Coll de Nargó, Talarn.	Margas rojas y calizas de Campo, Aren-Huesca. Calizas con <i>Lychnus pradoanus</i> de Riglos y la Peña (Huesca) y de Segura (Teruel).	Capas con <i>Cyrena garumniica</i> y <i>Sphaerulites Leymerici</i> del Alto Garona. Capas con <i>Lychnus</i> de Rognac (Provenza).
<i>Zona inferior</i> Lignitos con <i>Lychnus Sanchezii</i> , <i>Melania armata</i> , <i>Cyrena laletana</i> de Figols Seres, Saldes, La Nou.	Lignitos con <i>Hippurites Castrolí</i> , <i>Cyrena laletana</i> , <i>Sphaerulites</i> , <i>Toucasii</i> de Isona, Llimana.		

En los estudios sobre el Cretácico español destaca poco después la tesis de Carez (15) referente a toda la región del Norte de España, quien coloca los niveles más superiores del Cretácico, es decir, los que Leymerie y Vidal consideran como garumnienses, él los sitúa en el Daniense, que distribuye en tres zonas.

Primera zona: Caracterizada por *Ostoloma ponticum* en Bagá y Berga.

Segunda zona: Caracterizada por *Hemipneustes* en el N. de Berga.

Tercera zona: Margas y arcillas con *Cyrena* y *Lychnus*.

Es la más extensa y se encuentra al N. de Berga, Montsec y Conca de Tremp, La Peña.

En un corte del Garumniense de Berga indica que las calizas de *Lychnus* son diferentes de las de *Cyrena*, que son más recientes y se encuentran superpuestas.

Toucas en una memoria estratigráfica sobre la creta con *Hippurites* del Sur de Francia, que suscita críticas de Carez (63), distribuye el Daniense de Desor en dos subpisos: en el inferior coloca la creta de Maestricht, que identifica con el Dordoniense de Coquand, y en el superior el Garumniense de Leymerie. Da luego un cuadro de sus características paleontológicas en el Sur de Francia.

	AQUITANIA	PROVENZA
DANIENSE	1—Caliza con <i>Sphaerulites cylindraceus</i> S. <i>Toucasii</i> , <i>Radiolites ingens</i> , <i>R. acutirostratus</i> .	1—Arcillas rutilantes. 2—Calizas lacustres con <i>Lychnus</i> de Rognac. 3—Calizas lacustres y lignitos de Fuveau. 4—Capas salobres de <i>Cassiopé</i> .
	2—Calizas de <i>Hippurites radiatus</i> , <i>Hemipneustes radiatus</i> , <i>Verita rugosa</i> , <i>Ostrea acutirostris</i> , larva.	5—Calizas de <i>Ostrea acutirostris</i> , <i>Hippurites radiatus</i> , <i>Hemipneustes pyrenaicus</i> .

Con referencia a los rudistos, distribuye el Daniense catalán en dos niveles.

Superior: Calizas rojas, conglomerados, margas abigarradas de Isona.

Inferior: Calizas margosas salobres de Isona con *Or-*

bignya Castroi, *Agria Moroï*, *Praeradiolites Boucheroni*, *P. Leymeriei* (65).

En 1910 Dalloni publica su tesis sobre los Pirineos aragoneses (22), en la que se distribuyen los tramos garumnienses entre el Maestrichtiense, Daniense y Montiense; en el primero coloca las margas de *Cyrena garumnica* del Alto Garona; en el Daniense las capas de *Cyrena laletana* e *Hippurites Castroi* de Cataluña, y en el Montiense las arcillas rutilantes y conglomerados que en Aragón comprende, además, la caliza de *Milioïtes*.

En su trabajo sobre los Pirineos Catalanes (23) sigue la misma distribución estratigráfica en:

V. *Daniense*.— Calizas margosas acintadas, margas con *Hippurites Castroi* y fauna salobre con bancos de *Cyrena*.

VI. *Montiense*.— Areniscas bastas y graveras de colores vivos, barrojos rojos o violáceos, pudinga floreada. Esta serie fluvio-lacustre, iniciada en el Montiense, presenta, dice, los mismos caracteres que la del Aude, Languedoc y Provenza.

En el trabajo de P. Misch (42) no se individualizan los tramos del Daniense y Montiense, sino que en el mapa figuran con un mismo color Daniense y paleocénico, anotando que hacia el Oeste a partir del Esera las capas son marinas. En los cortes separa el Garumniense de la caliza Daniense paleocénica, que considera como intercalaciones de Garumniense, y soportan la caliza eocénica de *Alveolinas*. En el texto dedica un apartado al Garumniense y su equivalente marino.

Selzer (60) en su trabajo sobre las sierras sur-pirineicas aragonesas, al ocuparse de las capas limítrofes entre el Cretácico y el Eocénico, trata primero de las calizas marinas con *Operculina Heberti* y otros foraminíferos que se daban como

representantes del Daniense y Montiense: su perfecta concordancia con las calizas lutecienses le permiten suponer que en ellas estén representados también el restante Paleocénico y Eocénico inferior. Luego trata del Garumniense de las Sierras meridionales que comprende depósitos de origen continental del Cretácico más alto y del Terciario más inferior.

El Garumniense constituye, dice, una marcada depresión topográfica entre dos escalones: el de las calizas senonienses de *Hippurites* y las lutecienses de *Nummulites*.

En la comunicación de Lapparent se simplifica la estratigrafía de la Cuenca de Tresp al incluir en el Maestrichtiense todos los niveles con huesos de reptiles que de abajo arriba son:

1.º Lignitos de Suterraña y conglomerados rojos del vertedero de Tresp.

2.º Margas grises y pisolitas de Orcau, dispuestas por encima de las calizas lacustres y margas con rudistas.

3.º Margas rojas de Orcau que terminan con las margas abigarradas de Conques.

Albert de Lapparent (37) en sus estudios provenzales distribuye el *Maestrichtiense* en:

1.º Fuveliense: Arcillas amarillas y calizas margosas fosilíferas con 12 metros de espesor con diversas especies de *Cyrena*, *Corbicula*, *Unio*, *Melania*.

2.º Begudiense: Arcillas, pudingas, grés bastos y grandes pisolitas con 10 metros de espesor.

Daniense.

Distingue dos horizontes.

1.º Inferior: Arcillo-arenoso; las arcillas son menos rojas que las eocénicas y a veces una facies local consistente en una brecha policroma.

2.º Superior: Calcáreo. El tránsito del uno al otro se hace por margas irisadas que pasan a caliza gris compacta, así como margas blancas y rosadas.

La fauna, dice, no permite establecer divisiones en este piso: los moluscos se encuentran solamente en las calizas o calizas margosas y las osamentas de reptiles en las areniscas; las arcillas son estériles.

Las formas reconocidas también en España son: *Pyrgulifera armata* Math. *Palaeostoa hispánica*, *Hypselosaurus priscus* Math. *Rabdodon priscum* Math. Estos reptiles que en Provenza considera como danienses, en España los coloca en el Maestrichtiense (38).

En la zona provenzal estudiada no se encuentran los *Lychnus* que en Cataluña se vienen inmediatos a las capas con reptiles. Vidal (70) colocaba el depósito fluvio-lacustre de Fuveau en el Campaniense, ya que entonces no se había precisado aún el Maestrichtiense como piso: afirma que el nivel lignífero francés es inferior a las capas de Isona, y que por debajo de las capas de Rognac se encuentra una enorme formación lacustre que tiene en su base muchos bancos de lignito (serie de Fuveau) que descansa sobre el Santoniense (68). En este mismo trabajo Vidal ya constató el lazo existente entre Cataluña y Provenza, con la existencia de la forma común *Melania armata* y la var. *mutica* de Berga, que es idéntica a la de Rognac, así como la identidad litológica. Hoy se ha podido establecer un nexo mayor

con el hallazgo de los mismos vertebrados en ambas regiones.

Como hemos indicado al comenzar, nuestros geólogos no excluyen actualmente en sus estudios estratigráficos la denominación de Garumniense, como tampoco los investigadores de la otra vertiente del Pirineo, como puede verse en sus trabajos recientes sobre la fauna.

Bataller (10) en la distribución estratigráfica de las especies agrupa las correspondientes al Garumniense español, que ascienden a 62, distribuidas en tallofitas, protozoos, políperos, equinoideos, vermes, lamelibranquios y gasterópodos, siendo estos últimos los más numerosos.

Almela y Ríos (2) indican que la serie cretácica suele coronarse por el Garumniense, facies continental, con características y espesores muy variables, que pueden rebasar los 1.000 metros, como en Coll de Nargó, caracterizándose aquí petrográficamente:

3.º *Tramo superior*.—Potencia intermedia, compuesto de hiladas de conglomerados entre margas rojas, bancos margosos color ladrillo, y conglomerados compactísimos cubiertos por tramo calizo delgado.

2.º *Tramo medio*.—Con varios cientos de metros de potencia, esencialmente margoso; la parte inferior con elementos sueltos, disgregados; la superior en bancos semi-compactos, colores agrisados, rojizos y oscuros.

1.º *Tramo inferior*.—Calizas y margas en la base de poca potencia y estratificación fina. Lignitos de poco valor (52).

En la enumeración de las especies cretácicas, dan en la lista aparte las especies garumnienses, que ascienden a más de cincuenta.

En la explicación al Mapa geológico de Huesca (4) dicen

que el Garumniense de la provincia de Huesca ha proporcionado algunos yacimientos fosilíferos en las riberas del Gállego, al Sur del pantano de La Peña, conocidos ya desde los estudios de Martín Donayre citando varias especies.

Las últimas publicaciones con referencias a esta formación es Soria; se emplea casi exclusivamente el término de Garumniense por los geólogos españoles, mientras que los extranjeros prefieren el Daniense o Montiense, según los casos.

Los Lychnus, en España

Una de las formas para nosotros más interesante es el hallazgo en los tramos maestrichtienses de Torallola de una especie, nueva seguramente, de *Lychnus*, pues las variadas especies que se conocen de España pertenecen todas al terreno garumniense.

El primer hallazgo de este género en España se debe a Verneuil (66), en Segura de Aragón, que vuelve a figurar Vilanova en 1863, situándolo en el terreno numulítico, pero Repelin cree que el *L. collombi* es sinónimo del *L. ellipticus* Matheron.

Donayre reconoce también los *Lychnus* en Zaragoza, lindando con Huesca (24). En estas mismas fechas Vidal, que también había encontrado los *Lychnus* en el Norte de Berga (67), resume sus observaciones indicando que los carbones del Norte de Berga son contemporáneos de las calizas de *Lychnus* del Eoceno de Provenza y representan, por tanto, la facies lacustre del terreno numulítico y que descansan constantemente sobre las hiladas superiores del terreno senonense.

En su memoria sobre el Garumniense, publicada poco después (68), indica que los carbones de Cataluña encierran

un gasterópodo terrestre que no se encuentra en la vertiente francesa, pero que, en cambio, presenta numerosas especies en la Provenza, donde se encontraba su exclusivo yacimiento, antes que Verneuil lo descubriese en Aragón; el *Lychnus*, tenido siempre por terciario hasta que Matheron en 1864 demostró que era cretácico, y como tales son las capas de Rognac que lo contienen, que descansan sobre el grupo fluvio-lacustre de los lignitos de Fuveau.

Fallot y Bataller en su recorrido por el Maestrazgo en el reconocimiento del Cretácico superior de la zona de Foranete (Teruel), dicen (27):

«Estas capas son garumnienses, como resulta de los descubrimientos de Vilanova y de los innumerables *Lychnus* que en ellas se encuentran. Al otro lado del valle la carretera de Cantavieja corta las mismas capas algo más amarillentas, pero también rellenas de *Lychnus*. Según el yacimiento y los estudios de Verneuil, tendría este *Lychnus* que ser el *L. Collombi* de Vern, pero de éste no se conocen más que moldes. Por sus proporciones, M. Repelin admitió que la especie era sinónima de *L. ellipticus* Math.

Todos los ejemplares que hemos recogido y que aún llevan la concha revelan unas costillas longitudinales diferentes de las de *L. ellipticus*, de tal modo que esta especie y los tipos de Verneuil, que por desgracia no se hallan en la Escuela de Minas de París, han de estudiarse antes de denominar nuestra forma.»

En 1920 Repelin y Parent (56) publicaban su monografía sobre el género *Lychnus*; en ella se indica que todas las especies españolas pertenecen al Rognaciense y dan un estado comparativo de estas formaciones:

Viroliense (pars:
 Monthense
 Rognacense
 Begudiense
 Fuviense
 Mareschchense

Distribuyen los *Lychinus* conocidos en dos grupos con las especies:

Lychinus pradanus Verneuil.—Segura (Aragón).
Lychinus aragonensis Repehin.—Murillo de Gállego, La Peña (Aragón).
Lychinus Dallonii Repehin.—La Peña (Aragón), Takarn (Lérida), Dalloní cret. Begudiense.

Lychinus ellipticus Matheron. (= *Collombi* de Verneuil).
 Segura, La Peña, Foranget, Bea (Aragón).
Lychinus Sanchezí Vidal.—Berga, Saldes, Pla de Palo-mera, Figols (Barcelona), Isona (Lérida) con *Hantkenia armata*.

Lychinus Vidali Repehin.—Saldes (Barcelona).
Lychinus Repehni Vidal.—Valleebre (Barcelona) encon-trado por Vasseur.
Lychinus Bourgignardi Munier-Chalmas. — La Peña (Aragón).

Lychinus giganteus Repehin.—Saldes (Barcelona), Takarn (Lérida).

Poco después de la publicación de Repehin, en sus ex-ploraciones geológicas del macizo cretácico del Esiic de la provincia de Burgos, encontró San Miguel (58) un nuevo ya-cimiento de *Lychinus* en unas calizas compactas vegadas de masas rojizas más arcillosas, a las que se les superponen ar-cillas, máchios y arcillas rojas con hiladas de arcillas re-nosas con pisolitas calizo-limoníticas. Las formas fósiles re-

visadas por Repehin han de colocarse en *Lychinus Vi-dali* (59).

Este hallazgo en región tan insospechada animó a Vidal a planear una excursión cuando llegara la buena estación, que no pudo llevar a término.

El descubridor de los primeros restos de reptiles en Ta-karn indica que «en los alrededores de este yacimiento he encontrado no pocos caracoles fósiles, notables por su gran tamaño (6-7 cm. por 4-5 cm.), de piedra arenosa rojiza, idén-tica a la de las rocas de por aquí. A mi entender no son caracoles marítimos, ya que los marítimos que he conocido tienen siempre más o menos pronunciada forma de «corne», espiral alargada o elevada. Estos de aquí sólo difieren de los caracoles de tierra vulgares, en que andaban llanos, de-bido seguramente a su gran peso, pues la espiral es muy reducida».

Acompaña un pequeño esquema de los fósiles:

No cabe duda de que los moluscos encontrados eran *Lychinus* y que si en el mismo yacimiento se encontraban los huesos fósiles, éstos deberían ser cretácicos.

Comentando la anterior exposición de Castell nosotros indicábamos que en las suaves laderas areniscosas y rojizas del yacimiento habíamos podido recoger varios *Lychinus Sanchezí* Vidal y en la parte más superior del monte nu-merosos restos de huesos, de extraordinarias dimensiones, que son indudablemente de reptil, vistos los fragmentos den-tarios que se encuentran «in situ» y los que posee el señor (Castell) (41).

Dada la consistencia de la roca y la disposición de res-tilos, es poco menos que imposible la obtención de material apto para una determinación específica segura, como antes hemos indicado.

A este propósito es de notar que Ph. Matheron, que estudió detenidamente el Garumniense francés, cita el hallazgo de reptiles atribuidos al género *Hypselosaurus* en yacimientos idénticos al de Tremp.

Los ejemplares de Tremp son los primeros grandes reptiles que conocen en la Península pertenecientes al cretácico más superior, y los moluscos que junto a ellos se encuentran son una nueva localidad más a añadir al área de dispersión de los *Lychnus*.

En la Sierra de Picofrentes (Soria) se ha encontrado una fauna garumniense, en la que Clemente Sáenz ha reconocido la presencia de *Lychnus* (57).

Ríos, en estos últimos años (52), al estudiar el manchón garumniense del valle de Sellent, en la zona del Coll de Nargó (Lérida), por debajo de unos bancos calizas y entre margas vínicas, ha recogido numerosos ejemplares bien conservados de *Lychnus Sanchezii* Vidal que no había sido citado de este paraje, juntamente con otras formas.

No tiene nada de particular que vayan conociéndose continuamente nuevas localidades con *Lychnus* y restos de reptiles dentro de las formaciones garumnienses, y así hace poco tiempo los ha encontrado Rosell en la zona del N. Ribagorzana, cerca de Orrit (Lérida).

Broili, en su revisión de la obra de Zittel en 1924, figura como en la edición original el *Lychnus Matheroni* Requier como del Cretácico superior (Garumniense) de Rognac, Provenza. Puede que en esta figura se fundamente la atribución específica que se da a los *Lychnus* de Castilla: Repelin no cita esta forma de ningún yacimiento español.

Cantos, en diversos estudios estratigráficos sobre la provincia de Soria (13), confirma la existencia del Garumniense por el hallazgo al N. de Calatañazor, próxima al contacto

con el oligocénico, de muchos ejemplares de *Lychnus Pradonius* que figura. En la hoja geológica recientemente publicada de Cabrejas del Pinar no se cita ya la especie anterior y se indica que Clemente Sáenz ha encontrado en Picofrentes *Lychnus* y *Bulimus*; la especie de esta localidad es referible al *L. Matheroni* Requier, que tiene unos cuatro centímetros de diámetro y que figura en su trabajo sobre Picofrentes (57a). Da a conocer la existencia de nuevos yacimientos de *Lychnus* en los alrededores de Villarcayo (Burgos) con restos óseos, así como en Jaray (Soria), en Cataluña, junto al río Chico, y en las escombreras de la abandonada mina de lignito de Cihuela, acompañado de otros moluscos y restos óseos, y datan históricamente la retirada definitiva del mar en estas comarcas. Mineralógicamente, añade C. Sáenz, el Garumniense posee una importancia nada despreciable, pues aparte de los lignitos, deben ser buscados en él la bauxita y fosforitas.

Los rudistas

En la memoria de Vidal sobre el terreno Garumniense de Cataluña (68) describe el *Hippurites Castroi*, último superviviente de los tiempos cretácicos. En su geología sobre la provincia de Lérida indica que procede esta forma de un banco intercalado en el criadero de lignito donde le acompañan numerosos zoofitos, que demuestra claramente la edad cretácica de estas capas, como también lo demuestra en Francia en el departamento del Alto Garona el *Sphaerulites Leymeriei* Bayle y finalmente el *Lychnus Sanchezii*, notable gasterópodo que acaba de demostrar que los carbones de Isona son de las mismas capas del criadero de Berga.

En su monografía sobre los rudistas (70), describe del tramo Garumniense una *Requienia Moroi* que se encuentra

junto a la ermita de San Miguel en Moró (Lérida) y un *Radiolites Moroi* en la misma localidad, asociado al *Sphaerulites Toucasí*, que se encuentra también en Llimiana. Estas dos formas ilerdenses son una misma especie que se ha de colocar en el género *Agria*, según Toucas.

Douvillé en «Hippurites de la Catalogne» (25) los distribuye en seis niveles: Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense, Dordoniense y Garumaiense (pág. 186) y al ocuparse del *H. Castroi* dice que se encuentra en Isona en un banco intercalado entre las capas de lignito que constituyen la base del Garumniense por debajo de las margas rojas, asociado a otros rudistos y políperos; entre los ejemplares remitidos por Vidal ha reconocido otro ejemplar de Aspá (Barcelona) que indica una extensión bastante notable hacia el Este del habitat de esta especie (pág. 172). Hoy día se conoce de muchos otros yacimientos en Cataluña.

Astre se ocupa de la fauna Garumniense en un capítulo aparte y dice que este terreno pirenaico corresponde al Maestrichtiense superior, al Daniense y al Montense; comienza en general por arcillas ligníferas o areniscas calcáreas bastas. Pero está constituido esencialmente por arcillas rutilantes rojizas que en la parte alta lleva intercaladas calizas de fractura fina y bancos de pudinga floreada. Su espesor es considerable, algo menor en la zona del Cadí que en la del Pedraforca, en que el corte es más completo (3).

Se sabe que este terreno, el Garumniense se define por su carácter de tránsito entre el Secundario y Terciario, así como por su facies especial.

A continuación se ocupa del *Hippurites (Orbignya) Castroi* Vidal y añade a la localidad clásica de Isona la citada por Douvillé en Aspá (Barcelona) hacia el Coll de la Trapa, emplazado en las arcillas rojizas con pequeños le-

chos calcáreos y en un nivel estratigráfico situado alrededor de unos 100 metros por encima del *Hippurites radiosus*.

En todas las relaciones faunísticas trata independientemente el Maestrichtiense y el Garumniense en que desaparece el último superviviente de los *Hippurites*.

Mlle. Alibert, al ocuparse de los rudistos pirenaicos (1), dice que los terrenos que corresponden a la parte inferior de lo que Leymerie llamó Garumniense, y que constituyen en las dos vertientes de la cadena una facies especial de la parte alta del Maestrichtiense, contienen algunos rudistos, cuyo interés principal estriba en el hecho de que es la fauna más reciente que se conoce.

Describe *Agria garumnica* n. sp. de Auzás, *Agria Moroi* Vidal, de Moró, *Praeradiolites Leymeriei* Bayle in Leymerie de Auzás, *Hippurites (Orbignya) Castroi* Vidal de Isona y Aspá, esta última forma según los datos de Astre.

Así, pues, el Garumniense inferior de la vertiente N. de los Pirineos se caracteriza por *Agria garumnica* y *Praeradiolites Leymeriei*, en cambio dominan en la vertiente Sur *Agria Moroi* e *Hippurites Castroi*.

Existen otros rudistos nuevos, descritos ya por Vidal, pero que no vienen citados en las listas de los yacimientos.

Los reptiles en la cuenca de Tresp

Vidal, en su memoria sobre el Garumniense, indica, al hablar de los *Lychmus* del tramo de Rognac, que descansa directamente sobre el gran grupo fluviolacustre de los lignitos de Fuveau, se compone en su base de una potente formación de arcillas margosas más o menos coloreadas, donde se han encontrado restos de un reptil, del que ha formado

Mr. Matheron el nuevo género *Hypsclosaurus*, y añade: «No encuentro equivalente para estas capas en Cataluña, ni hace falta tampoco para mi objeto un paralelismo tan riguroso.»

Cincuenta años más tarde, en 1927, por mediación de Joaquín Maluquer, Ingeniero de la Canadiense, tuvimos noticia de la existencia de grandes reptiles fósiles en las inmediaciones de Tremp, descubiertos por Bartolomé Castell, sobre los que había redactado una nota que titulaba: *Un yacimiento de huesos fósiles en Tremp-Talarn (Lérida)*. Esta noticia motivó que un año después presentáramos la nota remitida al Congreso de Barcelona (41), juntamente con algunas observaciones. La parte referente a los reptiles decía: «En la margen izquierda del río Noguera Pallaresa, entre Talarn y Tremp (situadas a la derecha) y a espaldas, dice, de la gran Central Hidroeléctrica..., existe un monte que aparece totalmente cubierto de roca arenisca, nada dura y completamente cuarteada...

Examinando estas rocas se ve claramente que están formadas de grava y arena del río, siendo muchísimo mayor la extensión de la roca de grava que la de arena; por lo que parece indudable que las aguas transcurrirían por aquí antes de ser monte y fué posteriormente que el río torció bruscamente a la derecha frente al monte que nos ocupa, labrando de paso una profunda garganta en la roca donde se construyó...

Parece evidente que este gran depósito de grava y parte de arena, que dejaron las aguas y que tendrá una superficie mayor de un kilómetro cuadrado, andando el tiempo se solidificó, y al arrugarse luego la tierra fué irguiéndose casi por su centro, y con este movimiento se cuarteó la roca. Este mismo sistema de aglomerado flojo de grava

reaparece más extensamente en las montañas vecinas al Oriente.

Pasando una vez por este monte en un sitio que estará aproximadamente a media altura y donde la roca parece ser de arena fina, encontré unos pedazos de huesos fósiles sueltos, pudiendo reunir en dos veces más de 200 fragmentos. Al momento del primer hallazgo calculé que el «depósito» de donde procedían aquellos fósiles no debía estar muy lejos, y subiendo más arriba encontré diversos huesos petrificados y todavía incrustados fuertemente en las rocas. Muchos de estos huesos aparecen incrustados de plano y a flor de tierra; otros salen de la roca en diagonal y algunos, rotos en redondo, continúan dentro de la roca en posición vertical. Entre los pedazos sueltos recogidos se distinguen muy bien costillas de varios géneros, algunas de cuatro centímetros de ancho, varias articulaciones muy bien conservadas y algunos huesos bastante grandes, al parecer de alguna extremidad.

Entre los huesos fosilizados que permanecen incrustados en la roca se encuentran algunos que son notables por su tamaño. Uno de ellos, redondeado y roto sensiblemente, más estrecho en el centro, tendrá casi un palmo de ancho en uno de sus extremos. Otro hueso petrificado, que aparece incrustado no muy lejos del anterior, muestra una forma bastante plana y semicuadrangular; éste tendría un palmo y medio de largo por un palmo de anchura.

He encontrado una mandíbula, al parecer inferior izquierda, igualmente incrustada en la roca, saliendo a la superficie lo suficiente para mostrar dos muelas puntiagudas gastadas de lado por el roce, mostrando en el centro de las dos muelas un núcleo; la sección es cónica.

Estos huesos petrificados, que aparecen ahora incrusta-

dos más o menos profundamente en la roca, se encuentran en pedazos esparcidos aquí y allá en una extensión de 80 metros cuadrados aproximadamente; prueba evidente, a nuestro parecer, de que cuando fueron arrastrados, depositados y revueltos con la arena, procedían de un animal o animales que murieron anteriormente y en otro sitio; de lo contrario, los huesos aparecerían ahora juntos, enteros y formando tal vez esqueletos completos.

Es de notar que los huesos mayores, por la forma en que aparecen incrustados, debieron llegar aquí estando ya rotos y debieron romperse en el arrastre.

Ignoramos por completo a qué especie pudieron pertenecer...

En el bosquejo topográfico y geológico de la Cuenca de Tremp, publicada en la guía de la Excursión C-3 del Congreso Geológico, figura esta depresión como Garumniense, y no se habla nunca de reptiles, pues se desconocían en dicha cuenca. En abril de 1928, Marin y Bataller planearon una excursión para revisar el yacimiento, así como el próximo de Sosis, donde también se habían recogido huesos, y ver la posibilidad de su exploración que en Talarn dió resultados negativos por la dureza considerable de la roca que cementaba los restos, que quedaban en su extracción poco menos que pulverizados.

En la descripción de la cuenca de Tremp en la guía del Congreso, se publica una vista panorámica en que figura el emplazamiento de este yacimiento de vertebrados.

En 1934, con motivo de una excursión por el Pirineo (12), luego de relatar la serie de fósiles recogidos en el Garumniense repetíamos: «frente a la presa comienzan a aparecer las formaciones de color gris azulado del Maestrichtiense, por encima del cual descansan los depósitos garumnienses que

presentan aquí una facies más detrítica, con fauna continental o lacustre, así como los *Lychnus*.

En nuestra memoria de ingreso en la Real Academia de Ciencias (9) decíamos: «de vertebrados tanto terrestres como marinos no se conoce nada especial de España y puede que si se prosiguieran las exploraciones iniciadas en las facies wealdienses levantinas y en las garumnienses pirenaicas, se consiguiera conocer algo de los grandes reptiles secundarios que también sentaron sus reales en nuestro país».

El conocimiento de la existencia de reptiles no se reduce a Tremp, sino que se extiende a otras partes de la cuenca y de la formación.

Así, en la vitrina 22 de las Colecciones del Instituto Geológico y Minero de España, correspondiente al Cretácico superior, en tiempos anteriores a la dirección de Sineriz, existían varios ejemplares con el número 406, pertenecientes a reptiles que fueron entregados por el malogrado J. Mendiábal, conde de Peñafloreda, que los había recogido en las inmediaciones del sondeo de Suterraña, iniciado antes del año 1936, con ocasión de unas investigaciones petrolíferas, continuadas después de la liberación hasta llegar a más de 1.500 metros de profundidad, sin haber podido atravesar el espesor total del Maestrichtiense, constatado por los *Orbitoides* que contenían los últimos testigos del sondeo, que figuraban también en las vitrinas.

Este último año, el alumno de Ciencias geológicas, Rosell, de la Universidad de Barcelona, ha recogido restos óseos de reptiles juntamente con *Lychnus* en las inmediaciones de Orrit (Lérida) en la vertiente del Noguera Ribagorzana, más a Poniente de la cuenca de Tremp y en la continuación de estas formaciones que Vidal limitaba en Isona.

En la zona mediterránea, hace más de medio siglo, en Rumania se habían encontrado yacimientos con reptiles y en formación coetánea con nuestro país, que fueron estudiados por Nopcea. El Daniense de la cuenca de Hateg (38 bis) según Macovei y Atanasiu, está generalmente representado por conglomerados, areniscas y pizarras margo-arcillosas de facies lacustre, que parece bien desarrollado en St. Petru como localidad clásica; consta de pizarras arcillosas, verde-azuladas, manchadas de rojo, gres cuarzoso-verduzeos, pobres en mica y conglomerados poligénicos con intercalaciones de areniscas tiernas o duras, amarillas, con derrubios de rocas eruptivas. De esta localidad proceden los numerosos restos de vertebrados descritos por Nopcea, entre los que se encuentra el *Rhabdodon priscum* Seeley, que Lapparent ha descubierto en Tresp.

Laufer ha hecho observar que los restos de reptiles colocados en el Daniense proceden solamente de la parte inferior de esta serie, única que se puede considerar como Daniense, mientras que la parte superior se ha de colocar en el Paleogeno.

Esta formación rumana con reptiles es de tipo pantanoso y de agua dulce.

En el Daniense de los Montes Apusení se han establecido tres series de capas: de *Cerithium*, de *Acteonella* y de *Inoceramus*, que recubren los conglomerados de Sibot; se han reconocido en ellas el *Cardium Duclouxi* y el *Melanopsis crastina*, que fueron descubiertos por primera vez en el Garumniense del Pirineo catalán por Vidal.

De los reptiles, los dinosaurios del Cretácico superior del mediodía de Francia que, como los otros elementos de la fauna continental o fluvio-lacustre, son casi idénticos a los de nuestra fauna garumniense, han sido objeto de una mo-

nografía muy interesante, indicando que las capas de Rognac han de ser consideradas como un equivalente continental del Daniense y que empleará dicha denominación sin entrar en las discusiones que ello ha suscitado (38a).

En la provincia de Soria sólo se habían reconocido los *Lychnus* que cita por primera vez C. Sáenz. Al Sur de Cubilla, en las capas plegadas que suceden al Senoniense vertical y en unas arcillas blancas y violáceas, ha encontrado Lapparent restos óseos de dinosaurios que coloca en *Hypselosaurus* de Matheron y *Rhabdodon priscum* Matheron, iguanodóntido este último muy conocido, del Cretácico terminal de Provenza y Transilvania. Esta facies lacustre se indica que es típica del Danés continental o Garumniense en sentido estricto.

Este descubrimiento, dice, da a conocer por primera vez en España, la presencia de dinosaurios en el último piso del Cretácico, periodo que precede inmediatamente a su extinción en el mundo entero antes del Eoceno.

La primera nota sobre el redescubrimiento de dinosaurios en Tresp (Lérida) apareció en Estudios Geológicos (62), en que J. Talens refiere las investigaciones que W. Kühne practicó en 1954 en la cuenca de Berga y Tresp, llegando a recoger en Valcebres fauna de vertebrados y flora, y aunque no se diga, ha sido la primera vez que se reconoce, si hacemos excepción de las *Charas*. En la misma revista y al año siguiente se vuelve a notificar más exploraciones sobre restos de Saurópodos, pero esta vez se habla como procedentes del Wealdiense de la cuenca de Tresp; finalmente, en *Estudios geológicos* (38 b), Lapparent y Aguirre dan cuenta detallada de los hallazgos realizados en los once yacimientos explorados: de ellos el segundo, emplazado en el término de Talarn y al Sur de la presa, es el que se re-

fiere al yacimiento del que dimos cuenta hace treinta años en nombre del empleado de la Canadiense; en cambio, los reptiles aportados por Mendizábal, procedentes de Suteranya, en proximidades del río Abella, donde estuvo emplazado el sondeo petrolífero, no figura en el esquema.

Esta interesante aportación paleontológica comprende: *Hypselosaurus* n. sp., *Titanosaurus indicus*, ambos saurópodos y un ornitópodo; *Rabdodon priscum*, pertenecientes todos al Maestrichtiense por encontrarse debajo de las arcillas y calizas lacustres de *Lychmus*, que son probablemente las únicas que corresponden al piso Daniense.

Recientemente Dughi y Sirugue (1958) han encontrado huevos de dinosaurios en el Begudiense de Aix-en-Provence, hecho que invalida la aserción de que dichos elementos paleontológicos pudieran ser exclusivamente danienses o que sólo se encontraban en el Rognaciense *sensu stricto*.

Antes hemos indicado que los *Lychmus* se encuentran en piedra arenisca roja; esto suscita la posibilidad de que haya dos niveles de *Lychmus*: uno con los lignitos en las calizas y arcillas lacustres que en sentir de Vidal son garumnienses, y otro en las areniscas superiores que serían también garumnienses.

NOTAS COMPLEMENTARIAS SOBRE EL DANIENSE

El Garumniense es un piso que si no hubiese tenido tantos impugnadores o que no se hubiesen intentado tanto paralelismo o tanta controversia sobre sus tramos, tanta disparidad en asignar edad a especies fósiles que son características, puede que hubiera prevalecido esta denominación a la de Daniense con que se designa la parte más superior del Cretácico, de carácter marino y de reducida extensión

superficial en parte del Norte de Europa, casi reducido al Norte de Dinamarca y al Sur de Suecia.

Una historia abreviada de las vicisitudes del Garumniense en Cataluña puede encontrarse en la Memoria de Vidal a la Real Academia (71), y en una nota póstuma.

Generalmente estos tramos lacustres presentan dos fósiles típicos que son el *Lychmus* y *Bullimus*, no sólo en Cataluña, sino también en los yacimientos de Castilla y también en el extranjero. En Cataluña ambos se encuentran en el mismo tipo de formación lacustre, pero superpuestos: el primero secundario y el segundo terciario, aunque primeramente se había considerado como Daniense.

Esta formación de Dinamarca, según el geólogo Odum Hilmar (47), puede distribuirse en dos niveles: inferior y superior, con predominio casi exclusivo de calizas, caracterizado por briozoos, así como corales.

El tramo inferior, que es el menos potente, se indica con unos bancos de arcillas de seis metros de espesor y presenta *Metopaster mammillatus*, *Echinocorys ovalis*, *Cyclaster Brünnichi*, *Echinocorys sulcatus*, denominado por su autor zona A. La inmediata, o zona B, tiene unos 40 metros de espesor y está formada por calizas de briozoos que presenta una fauna con predominio aún de reliquias del Senoniense, como *Terebratula fallax tenuis*, *Rhynchonella incurva fax*, *Tylocidaris vexilifera*, *Brissopneustes danicus*, *Bourguetierinus danicus*, *Serpula distincta*, *S. erecta*, así como el estelariado antes indicado.

El tramo superior del Daniense consta igualmente de dos zonas, C y D, cuyo espesor llega hasta 200 metros; ambas zonas son calcáreas; caracterizada la primera por briozoos y corales, con las mismas especies de braquiópodos y equinodermos de la zona anterior, predominando el *Pecten tes-*

selatus; la zona D ofrece aún la caliza de briozoos, así como arenisca calcárea; predominan los braquiópodos, tanto *Crania* como *Argiope* y *Terebratula*; a este nivel superior pertenece el crustáceo *Dromiopsis rugosa*.

Rosenkrants (53) distribuye el Daniense de Dinamarca en dos tramos, inferior y superior; en el primero coloca las calizas de briozoos y caliza de *Cerithium*; distribuye el superior en capas de calizas de corales que presentan, además, entre otros, *Nautilus danicus*, *Cypraea spirata*, *Dromiopsis rugosa*; luego viene otro tramo de calizas de briozoos, siguen unas calizas arenosas, terminando con calizas de *Crania* y otros braquiópodos como *Terebratula lens*.

Las primeras determinaciones de los corales datan de los tiempos Lyell, seguidas luego por Beck, Steenstrup, Lundgren, Hennig, Nielsen y otros: las formas, comúnmente son simples, poco desarrolladas y rara vez coloniales, en contraste con las formaciones españolas que presentan corales muy desarrollados y arrecifales.

Las determinaciones sobre la fauna malacológica son mucho más numerosas; una de las memorias más importantes se debe a Ravn, cuyas conclusiones exponemos luego, así como las consideraciones generales que sobre la misma deduce Chavan.

Gignoux en su Manual de estratigrafía (29) al ocuparse del Cretácico superior de las regiones mediterráneas francesas y especialmente de la vertiente norte de los Pirineos, dice se encuentran capas de tránsito al Terciario con las que los antiguos geólogos, no dando con su situación exacta, habían creado el piso Garumniense (del Garona). El *Garumniense inferior* comprende las capas salobres con intercalaciones de niveles de rudistas, y a causa de esto es preciso ver aquí el Senoniense superior. El *Garumniense medio* es

representado por calizas lacustres con conchas indeterminables que puede considerarse ya como *Daniense* y en él han de colocarse los *Lychnus* muy abundantes en Provenza. En efecto, la base del *Garumniense superior* contiene ya una fauna de aspecto terciario (*Cerithium inopinatum*, etcétera), idéntica a la del Monticense típico.

En esta distribución del Garumniense la parte inferior sería *Maestrichtiense*, la parte media sería *Daniense* y la parte superior sería *Monticense*.

Al ocuparse del Daniense dice que sobre la creta maestrichtiense se disponen unas capas fosilíferas con *fauna especial* con la que se ha hecho el tipo del piso *Daniense*: el ejemplo más conocido es la caliza zoógena de Faxe, al Sur de Copenhague, en la que no se encuentran más ni ammonites ni belemnidos, ni *Inoceramus*, pero lo restante de la fauna tiene un sello más de cretácico que de terciario con *Holaster*, *Ananchytes*, *Ostrea vesicularis*, *Crania ignaberensis* (especie de Maestricht), brevemente, este Daniense no se distingue del Maestrichtiense más que por caracteres negativos: la sola especie característica es el *Nautilus danicus*, que también se encuentra en el mismo nivel.

En Dinamarca la sedimentación se continúa con las margas terciarias del *Monticense*; hay, pues, continuidad en las formaciones marinas del secundario al terciario.

Cuando Gignoux publicaba su obra en 1926, ya se había intentado pasar al terciario todo el Daniense; Vincent en un trabajo póstumo defiende que el Monticense se ha de situar en el sistema cretácico y Kayser en su geología coloca el Daniense en la base del Paleoceno.

Ravn al ocuparse de los moluscos danienses de Faxe (49), indica que un gran número de especies es muy próximo a las especies del Paleoceno y Eoceno de Bélgica y de Fran-

cia; es, pues, indispensable una comparación directa con estas especies.

La fauna malacológica comporta 39 lamelibranquios y 98 gasterópodos, la mayor parte de los géneros poseen especies que aún viven y algunos se extinguen con el período cretácico; los pelecípodos tienen un marcado carácter cretácico; lo contrario sucede con los gasterópodos.

Pelecípodos y gasterópodos del Daniense se encuentran casi sin excepción solamente en Dinamarca y Escania. Esto puede evidentemente originar alguna incertidumbre en cuanto al emplazamiento del Daniense.

El Daniense, como piso colocado en el límite entre dos sistemas ha suscitado numerosas controversias. Muchas veces se ha puesto en duda su individualidad; puede, sobre todo, por su semejanza litológica con una y otra de las formaciones que le separan.

Los caracteres paleontológicos más destacados del Daniense son los que presenta la fauna malacológica de Faxe en Dinamarca, en la que Chavan ha reconocido 69 géneros ciertos y 30 dudosos con especies que no son típicas.

Constata la extinción de formas cretácicas en cantidad suficiente para diferenciar la fauna, acrecentada por otra parte con bastante numerosas apariciones, de las que una parte parece inmigrada de procedencia meridional venida por el E. en el Daniense y por el O. en el Montense.

Tal como está definido el Daniense en Dinamarca, queda impreciso en el NO. de Europa, faltando en la parte meridional de Inglaterra.

Ravn, después de Vincent, ha reconocido la presencia del Daniense en Limburg.

En la cuenca de París muchos yacimientos de calizas pisolíticas se colocaron en el Daniense terminal, mientras

que otros consideran como de un Montense más reciente, y Chavan ha mantenido una polémica con Furon y Abrard sobre la colocación del tufo de Cibly en el Daniense o en el Montense, de modo que el límite superior del Daniense no es tampoco cosa muy precisa.

De todo lo que antecede, no puede establecerse ninguna correspondencia entre dos formaciones de carácter completamente distintas: Daniense y Garumniense, una marina y otra continental o fluvio-lacustre; una nórdica y otra de la Mesogea, una de reducido espesor y extensión superficial y la otra que llega a sobrepasar los 1.000 metros de espesor y aflora en una línea discontinua de más de 3.000 kilómetros de longitud, de Castilla a Rumania a través de los Pirineos, Provenza, y puede Austria hasta la Transilvania.

Es muy convencional hablar de un Daniense medio o superior en esta zona occidental y aún más absurdo de un Daniense superior continental, pues en el Daniense, tal como lo describen los geólogos daneses, es poca la diferencia entre el nivel superior e inferior, y en España, con una formación que sobrepasa los 1.500 metros, todo haya de incluirse en un Daniense indiviso, puede que por imposición de Hebert. Más suerte ha tenido otra formación litigiosa como es el Pontense, también de carácter continental, que tenía que sustituirse por el Panoniense y cuyo equivalente marino, el Saheliense, hoy ha sido anulado, como también el Pontense traspasado al Pliocénico por los germanos o pulverizado por otros.

Si han podido subsistir tanto tiempo el Pontense y Saheliense ¿por qué no el Daniense y Garumniense?

Es, pues, de loar que la mayoría selecta de los geólogos españoles mantengan en la literatura estratigráfica un término tan castizo, clásico, español, como es el Garum-

niense, tan predilecto de los fundadores de la estratigrafía española, terreno que cada día va enriqueciéndose con nuevas formas, o formas cuya área de dispersión geográfica es cada vez mayor en sus elementos marinos como en sus elementos continentales que pueden motivar una reivindicación.

Recibido el 24-IV-1958.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALIBERT, M.: «Les rudistes du Garumnien inférieur des Pyrénées». *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, tomo XVI, págs. 171-180, 18 figuras. Toulouse, 1933.
- (2) ALMELA A. RÍOS, J. M.ª: «Explicación al Mapa Geológico de la provincia de Lérida. Escala 1/200.000». INSTITUTO GEOL. Y MINERO DE ESPAÑA, pág. 35, 193 págs., varias fotos, un mapa y cortes. Madrid, 1947.
- (3) ASTRE GASTÓN: «La faune de Pachyodontes de la province catalane entre Segre et Frassero». *Bull. Soc. d'Histoire Naturelle de Toulouse*, tomo LXXIV, pág. 114. Toulouse, 1932.
- (4) ALASTRUÉ, E., ALMELA, A., RÍOS, J. M.: «Explicación al Mapa geológico de la provincia de Huesca. Escala 1/200.000». INSTITUTO GEOL. Y MINERO DE ESPAÑA, pág. 74. Madrid, 1957.
- (5) BATALLER, J. R.: «Els polípers cretàtics de Catalunya de la Col·lecció del Seminari de Barcelona». *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. XXXV, pág. 207. Barcelona, 1935.
- (6) — — «Contribución al estudio de los políperos cretácicos de Cataluña». *Ibérica*, núm. 1103, pág. 38-46, 4 láms., 5 figs. Barcelona, 1936.
- (7) — — «La fauna coralina del Cretácico de Catalunya i regions limítrofes». *Annus de l'Escola S. d'Agricultura*, vol. III, págs. 2-300, con profusión de grabados. Barcelona, 1937. Primer suplemento, pág. 635. Barcelona, 1937. Segundo suplemento, págs. 1-58. Barcelona, 1946.
- (8) — — «Catàleg de les espècies noves fòssils del Cretaci de Catalunya i d'altres regions». *Annus de l'Escola Superior d'Agricultura*, vol. III, págs. 581-619.
- (9) — — «Los estudios paleontológicos sobre el Cretácico español». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 3.ª época, número 560, vol. XXVI, núm. 11, pág. 548.
- (10) — — «Enumeración de las especies nuevas del Cretácico de España». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 3.ª época, número 571, vol. XXVII, núm. 11, pág. 439. Barcelona, 1945.
- (11) — — «Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 3.ª época, número 585, vol. XXVIII, págs. 279-484. Barcelona, 1947.
- (12) — — y VIA, L.: «Una excursión escolar por el Pícnico». *Ibérica*, número 1035, pág. 88. Barcelona, 1934.
- (13) CASTOS SÁIZ DE CARLOS, JOSÉ: «Datos para el estudio de la Hoja de Cabrejas del Pinar (Soria). NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, vol. XV, pág. 169. Madrid, 1946.
- (14) CAREZ: «Quelques mots sur le terrain cretacé du Nord de l'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, 3.ª serie, tome IX, pág. 73. Paris, 1880.
- (15) — — «Étude sur les terrains cretacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris, 1881.
- (16) — — «Remarques sur la classification du terrain cretacé supérieur en Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, 3.ª serie, tome X, página 403. Paris, 1882.
- (17) CLOSAS MURALLES, J.: «Los carbonos minerales de Cataluña». *Publ. del Instituto Geológico de la Diputación Provincial de Barcelona*, VII, Miscelánea, Almería, 2.ª parte, 61-193, 30figs. Barcelona, 1947.
- (18) COLOM, G.: «Sobre el género *Fascispira* A. Silvestri, 1939 y su distribución estratigráfica y geográfica». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XLII, págs. 399-407, 9 figs. Madrid, 1943.
- (19) CÔRTEAU: «Description des Echinides de la Colonie du Garumnien». *Annales des Sciences Géologiques*, tome 9, pág. 55, láms. 3-4. Paris, 1877.
- (20) — — «Echinides eocenes de la province d'Alicante». *Mem. Soc. Geol. France*, 3.ª serie, tome V, Paris, 1890.
- (21) CHAVAN: «Rapports entre Danien et Calcaire pisolithique». *C. R. A. Sc.*, tome CCXXVI, pág. 1135. Paris, 1948.
— — «L'évolution des faunes marines de Mollusques dans le Nord-Ouest de l'Europe de la fin du Crétacé à celle de l'Eocène». *Bull. Soc. Geol. France*, 5.ª serie, tome XVI, pág. 193. Paris, 1946.
— — «Sur les causes de certaines migrations de faunes avant et pendant l'Eocene (Mollusques d'origine mesogeeenne)». *International Geological Congress 1948 Great Britain*, pars XII.
— — «Mise au point sur la question Danien. Paleocene». *C. R. Som. Soc. Geol. France*, núm. 7, pág. 110. Paris, 1950.
- (22) DALLOXI, M.: «Étude géologique des Pyrénées de l'Aragone». 444 páginas 56 figs., 3 pl. Marseille, 1-10.

- (23) -- «Étude géologique des Pyrénées Catalanes». *Annales de la Fac. Sc. de Marseille*, tome XVI, fasc. 3^a, 373 pages., 65 figs., 12 plans, un mapa y una lam. cortes). Alger, 1930.
- (24) DOXYER, J.: «Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza». *Mem. Com. Mapa Geológico de España*, t. I, Madrid, 1873.
- (25) DOUVILLE, H.: «Études sur les Rudistes. Distribution régionale des Hippurites». *Mém. Soc. Géol. France*, Paléontologie, num. 9, Paris, 1895.
- (26) DOUVILLE, H.: «La Península Ibérique. A. Espagne». *Handbuch III*, heft. 7, Heidelberg, 1911.
- (27) FERRAS, P., BATALLER, J. R.: «Itinerario geológico a través del bajo Aragón y el Maestrazgo». *Mem. Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3^a época, vol. XX, num. 8, Barcelona, 1927.
- (28) FERRAS, M., MARÍN, A.: «Cuena potásica de Cataluña y Pirineo Central». *Excursion C^o XII Congreso Geológico Internacional*, pag. 52, Madrid, 1926.
- (29) GRIGNON, M.: «Géologie stratigraphique», 3^a edición, Paris, 1955.
- (30) HAUG, E.: «Traité de Géologie», Paris, 1907.
- (31) HEBERT, A.: «Observations sur le molasse de M. A. Leymeries». *Annales des Sciences Géologiques*, tome IX, pag. 72, Paris, 1877.
- (32) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: «Mapa Geológico de España», Escala 1:50.000, Explicación de la Hoja num. 290, Isona, Madrid, 1951.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: «Mapa Geológico de España», Escala 1:50.000, Explicación de la Hoja num. 349, Cerejas del Pinar (Soria); num. 348, Puenteamejil (Soria), Madrid, 1956.
- (33) KILIN, G.: «Rudistae». *Fossilium Catalogus I, Animalia*, pars 54, Berlin, 1932.
- (34) LEYMERIE, A.: «Recit d'une exploration de la vallée de la Segre». *Bull. Soc. Géol. France*, 2^a serie, tome XXVI, pag. 653, Paris, 1869.
- (35) -- «Note sur le garumnien espagnol». *Bull. Soc. Géol. France*, 3^a serie, tome III, pag. 548; reproducido en *Boi. Com. Mapa Geológico de España*, tomo III, pag. 347, Madrid, 1871.
- (36) -- «Mémoire sur le type garumnien comprenant une description de la Montagne d'Ausséing, un aperçu des principaux gîtes du département de la Haute-Garonne et une notice sur la faune d'Auzas». *Annales des Sciences géologiques*, tome IX, pag. 1, 13, Paris, 1877.
- (37) LAPPARENT, A. F. DE: «Études géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance». *Bull. des*

- Services de la Carte géologique de la France et des Colonies péninsulaires*, num. 198, tome XI, 1938, Paris, 1938.
- (38) -- y AGUIRRE, E.: «Presencia de dinosaurios en el Cretáceo superior de la Cuenca de Tremp (provincia de Lérida, España)». NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, num. 47, pag. 149, Madrid, 1957.
- y AGUIRRE, E.: «Algunos yacimientos de Dinosaurios en el Cretáceo superior de la Cuenca de Tremp». *Estudios geológicos*, num. 31-32, pag. 377, Madrid, 1956.
- y QUINTERO, I. y TRIGUEROS, E.: «Descubrimiento de huesos de Dinosaurios en el Cretáceo terminal de Cubella (provincia de Soria)». NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, num. 45, Madrid, 1957.
- (38) MACOVEL, G., ATANASIU, I.: «L'évolution géologique de la Roumanie, Crétacé». *Anuarul Institutului Geologic al Romaniei*, volumen XVI, Bucarest, 1932.
- (39) MALLADA, L.: «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, Madrid, 1878.
- (40) -- «Progresos de la Geología en España durante el siglo XIX». *Discurso de la R. Acad. de Ciencias*, Madrid, 1897.
- (41) MARÍN, A., BATALLER, J. R.: «Nuevos datos sobre el Cretáceo superior de la Cuenca de Tremp». *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, Congreso de Barcelona*, Sección 4^a, Ciencias Naturales, tomo V, pag. 25, Madrid, 1929.
- (42) MISCHEL, P.: «Der Bau der Mittleren». *Beit. zur Geologie Westfälisch-Medienau gebiete*, num. 13, 6 lams., 51 figs, Berlin, 1934. Traducido en *Publicaciones extranjeras sobre Geología de España*, vol. IV, num. 19, Madrid, 1948.
- (43) NICKLÉS, R.: «Sur quelques gisements senoniens et daniens du SE. de l'Espagne». *Bull. Soc. Géol. France*, 3^a serie, tome XVII, Paris, 1889.
- (44) -- «Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence». *Annales Hebert*, vol. I, pag. 112, Paris, 1890.
- (45) NIVON, E.: «Des Egnites cretacées de la Provence et de la Catalogne». *Le Génie Civil*, Paris, 1886.
- (46) -- «Rapport sur le gisement carbonifère d'Isona (prov. de Lérida)». Barcelona, 1887.
- (47) NORRMAN, A.: «Oversigt over Danmarks Geologi». *Danmarks geologiske Undersøgelser*, V, Raekke, num. 4, Kobenhavn, 1928.
- (48) RAVX, J. P. J.: «Sur le placement géologique du Daniens».
- (49) -- «Études sur les Pelecy-podes et Gasteropodes daniens du

- Calcaire de Faxe». *Mem. Acad. Royale des Sciences et des Lettres de Danemark*, Sec. Sec. 9.^a serie, tome V, núm. 2, Copenhague, 1833.
- (50) REBELIN, J., PARENT, H.: Monographie du genre *Lychnus*. *Mem. Soc. Geol. France, Paléontologie*, núm. 53, 25 págs., 16 figs., láminas I-VI, París, 1920.
- (51) RÍOS, ALMELA, GARRIDO: «Contribución al conocimiento de la zona subpirenaica catalana. 1.^a parte. Observaciones geológicas sobre el borde Sur de los Pirineos orientales». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo LXVI, pág. 337, Madrid, 1943.
- (52) RÍOS, J. M.: «Análisis estratigráfico y tectónico de una parte del valle del Segre, en la provincia de Lérida (la zona de Coll de Nargó)». *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, tomo LVIII, página 561, Madrid, 1951.
- (53) ROUSSELL, J.: «Étude stratigraphique des Pyrénées». *Bull. Serv. de la Carte géologique de France et des Topographies souterraines*, núm. 35, tome V, París, 1893.
- (54) ROSENKRANTZ, A.: «Kortfattet oversigt over Danmarks Geologi». København, 1939.
- (55) SÁENZ GARCÍA, C.: «Notas acerca de la estratigrafía del supracretáceo y del nummulítico en la cabecera del Nela y zonas próximas». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXXIII, pág. 159, Madrid, 1933.
- (56) — — «Hallazgo de la fauna garumniense en la Sierra de Pico-frentes (Soria)». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXXVI, página 33, Madrid, 1936.
- (57) — — «Pico-frentes». *Celtiberia*, núm. 8, Soria, 1955.
- (58) SAN MIGUEL, M.: «Estudios geológicos en el macizo cratácico del Este de la provincia de Burgos». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXI, pág. 410, Madrid, 1921.
- (59) — — Adición a la nota: «Estudios geológicos en el macizo cretácico del Este de la provincia de Burgos». *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.*, tomo XXIII, pág. 200, Madrid, 1923.
- (60) SELZER, G.: «Geología de las Sierras sur-pirenaicas del Alto Aragón». *Publicaciones extranjeras sobre geología de España*, volumen IV, núm. 20, Madrid, 1948.
- (61) SILVESTRI, A.: «Illustrazioni di specie caratteristica del Cretaceo superiore». *Bol. Soc. Geol. Italiana*, vol. 58, pág. 225, lám. 12, Roma, 1939.
- (62) TALENS, J.: «Descubrimiento de Dinosaurios en Tremp (Lérida)». *Estudios Geológicos*, tomo XI, pág. 86, Madrid, 1955.
- (63) TOUCAS, A.: «Revisión de la craie a Hippurites». *Bull. Soc. Geol. France*, 3.^a serie, tome XXIV, págs. 602-645, 14 figs., París, 1896.
- (64) — — «Étude sur la classification et l'évolution des Hippurites».

- Mem. Soc. Geol. France, Paléontologie*, núm. 30, 128 págs., 175 figs., láms. VIII-XIII, París, 1903.
- (65) — — «Étude sur la classification et l'évolution des Radiolites». *Mem. Soc. Geol. France, Paléontologie*, núm. 36, 132 págs., 80 figs., láms. XVII-XXIV, París, 1907.
- (66) VERNEUIL, LARDET: «Note sur le calcaire à *Lychnus* des environs de Segura». *Bull. Soc. Geol. France*, 2.^a serie, tome XX, página 684, París, 1863.
- (67) VIDAL, L. M.^o: «Excursión geológica por el Norte de Berga». *Revista Minera*, tomo XXII, pág. 540, Madrid, 1874.
- (68) — — «Datos para el conocimiento del terreno garumniense de Cataluña». *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, tomo I, págs. 1-40, láms. I-VIII, Madrid, 1874.
- (69) — — «Geología de la provincia de Lérida». *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, tomo II, págs. 273-349, Madrid, 1875.
- (70) — — «Nota acerca del sistema cretácico de los Pirineos de Cataluña. Cómidos y Rudistos». *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, tomo IV, págs. 257-372, 11 figs., láms. I-VII, Madrid, 1878.
- (71) — — «Édad de las capas de *Bulimus gerundensis*». *Mem. R. Acad. de Ciencias Nat. y Artes de Barcelona*, Barcelona, 1883.
- (72) — — «Edad geológica de los lignitos de Selva y Binisalem (Mallorca) y descripción de algunas especies fósiles». *Mem. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo X, mem. 7, Madrid, 1917.
- (73) EXPLORACIONES sobre los Dinosaurios de la Cuenca de Tremp (Lérida). *Estudios geológicos*, tomo XI, pág. 456, Madrid, 1955.

Congreso sobre los yacimientos de gas natural
de Europa Occidental

POR

SANTIAGO GARCIA-FUENTE

y

CARLOS MUÑOZ CABEZON

Ingenieros de Minas

SANTIAGO GARCIA-FUENTE y CARLOS MUÑOZ CABEZON

CONGRESO SOBRE LOS YACIMIENTOS DE GAS NATURAL EN EUROPA OCCIDENTAL

Es evidente el interés, cada vez mayor, que presenta en todo el mundo la explotación de los yacimientos de gas natural, interés que ya se demostró en el Congreso Internacional de Hidrocarburos reunido en «Plaisance», cuando los delegados participantes, después de haber puesto de relieve la importancia del gas natural para la economía doméstica y la industria, votaron por unanimidad una resolución solicitando la creación de una Oficina permanente europea de información e investigación, creación tan urgente como necesaria, debido al gran desarrollo de la producción de gas natural en Europa y a la próxima realización del mercado común.

Estas y otras razones igualmente importantes hicieron que se convocara en Italia el Congreso sobre Yacimientos de Gas de la Europa Occidental, organizado por la Academia Nacional del Liceo en colaboración con el Enti Nazionale di Idrocarburi (E. N. I.) y celebrado en Milán desde el día 30 de septiembre hasta el día 5 de octubre de 1957.

Este Congreso ha revestido una importancia excepcional, no solamente por la autoridad del E. N. I., Sociedad promotora, sino por el gran número de participantes alta-

mente calificados y por la calidad y cantidad de memorias presentadas.

A continuación exponemos un resumen de las sesiones celebradas y de los puntos más sobresalientes de las memorias leídas, así como unas impresiones de la visita a las instalaciones de «San Donato Milanese» y de la excursión geológica por los Apeninos. Por último se agregará un extracto de las características más interesantes de los principales yacimientos de gas europeos.

El día 30 de septiembre en la amplia sala de las Columnas del Museo de la Ciencia y de la Técnica de Milán, y con la presencia del Subsecretario de Educación Nacional, en representación del Gobierno, se abre a las diez de la mañana la sesión inaugural del Congreso. Asisten, además de las autoridades civiles, las religiosas, administrativas y militares de la provincia de Milán, así como los Rectores de las Universidades y numerosas personalidades del mundo científico, técnico y cultural italiano. También están presentes los Delegados de los principales periódicos especializados italianos y europeos, así como numerosos enviados de Agencias de Prensa, etc.

El Ingeniero Roco, Secretario General del Congreso, da lectura a numerosas adhesiones llegadas y a los telegramas en los cuales el Presidente de la República, M. Giovanni Gronchi, asegura su alto patronazgo al Congreso.

Inmediatamente el profesor Arangio Ruiz se dirige a los congresistas y les ofrece el saludo de la Academia Nacional del Liceo, de la cual es Presidente, abordando, entre otros, el hecho de ser en este sector tan importante de los hidrocarburos, más que otros sectores de la investigación, donde se concentran actualmente los intereses de la ciencia y de la industria, los intereses culturales y los eco-

nómicos, así como los políticos, en un esfuerzo común para dar a Europa la máxima independencia.

A continuación el Ingeniero Enrico Mattei, Presidente del E. N. I., toma la palabra para hablar de la industria del petróleo, que permite evaluar especialmente el inmenso progreso científico y técnico que ha sido realizado desde los tiempos en que el título de Ingeniero fué recibido por primera vez, a título honorífico, por Leonardo de Vinci. Hoy día, la industria petrolífera está en condiciones de investigar importantes yacimientos a grandes profundidades, gracias a la colaboración científica de geólogos, mineralogistas, geofísicos, químicos, etc.

Este satisfactorio encuentro de la ciencia y de la técnica ha demostrado de una manera evidente que, aunque con conceptos diferentes, se puede organizar un Congreso por la centenaria Academia del Liceo, en colaboración con una joven sociedad petrolífera italiana, el E. N. I., en nombre del cual el Ingeniero Mattei da las gracias a todos los Organismos y a todos los sabios que han contribuido con su presencia o sus aportaciones científicas a dar valor a este Congreso, cuyas actas serán consultadas y discutidas durante mucho tiempo por los que se consagren a la investigación de los hidrocarburos, particularmente de los hidrocarburos gaseosos, no solamente en Italia, sino en toda Europa.

Insiste sobre el hecho de que, organizando este Congreso, el E. N. I. ha querido demostrar la falsedad de antiguas críticas que le acusaban de exclusivismo cultural, satisfaciendo, además, una obligación escrita en su decreto fundacional, que le obliga a proteger y desarrollar los estudios relativos a los hidrocarburos. Termina haciendo votos por el éxito de las sesiones.

Después de algunas breves palabras de bienvenida, el Subsecretario de Educación de Italia declara abierto el Congreso en nombre del Gobierno italiano.

El Presidente del Congreso, senador Michele Gortani, toma en seguida la palabra para presentar un informe general que tiene por título *Notas geológicas concernientes a los yacimientos de gas natural de Europa Occidental*. En primer lugar expresa su satisfacción y gratitud, no solamente en nombre propio, sino en nombre del Comité organizador, por la adhesión fructuosa que han aportado al Congreso todos los principales Organismos productores de Occidente, lo que ha permitido reunir una documentación completa sobre los yacimientos de metano de Europa Occidental, gracias a un magnífico espíritu de colaboración recíproca.

El orador resalta el hecho deducido del panorama de conjunto de que es posible encontrar yacimientos de hidrocarburos en masas de sedimentos de cualquier edad y de cualquier formación geológica, siempre que reúnan las condiciones fundamentales de poseer estructuras favorables con capas impermeables que recubran las capas porosas impregnadas, destacando cómo la investigación de estas estructuras, así como la multiplicación de perforaciones profundas, ha abierto a la ciencia páginas de historia geológica del mayor interés.

Hace historia, a continuación, de las vicisitudes de la inmensa laguna que recubrió, hace más de doscientos millones de años, el territorio que se extiende entre el Vístula y el Rin y que bajo un clima árido ha depositado en el curso de una sucesión de ciclos, sedimentos ricos en sustancias orgánicas que están hoy día produciendo metano,

así como grandes acumulaciones de sal gema asociada a las sales de potasio.

Más moderna es la cuenca de Aquitania, sobre el flanco de los Pirineos, y todavía más recientes las cuencas de hundimiento comprendidas entre las grandes fallas del Valle del Rin y la cuenca de Viena, que han sido colmatadas por arcillas y por arenas a menudo productivas.

El orador insiste en los caracteres específicos e inesperados que largas investigaciones y numerosos sondeos profundos han revelado en el Valle del Po, donde, bajo los aluviones y depósitos marinos recientes que colman la llanura, se encuentran diferentes sistemas de relieves montañosos, cuya longitud alcanza los 100 kilómetros, con alturas de varios miles de metros. Una parte de estos pliegues emergían del mar cuando una gran parte del Apenino Septentrional estaba todavía sumergido. Otras zonas muy extensas se hundieron bajo varios miles de metros en época geológica reciente, y los Apeninos se siguen manteniendo por encima de ellos como una de las mayores cadenas del mundo.

Con estos discursos se dió por terminada la sesión inaugural y comenzaron los trabajos de la primera sesión, que se celebra bajo la presidencia del profesor J. Curvillier, Vicepresidente de la Sociedad Geológica de Francia.

El primer orador es el profesor G. Richten-Bernburg, de la «Amt für Bodem-Forschung» de Hannover, que presenta un informe sobre la *Paleología del Zechstein*.

En este informe dice que el 90 por 100 de la producción alemana de gas natural proviene de las rocas ricas en carbonatos (calizas y dolomías) del período Zechstein (final del Paleozoico) y el autor presenta una síntesis precisa y

detallada de la historia geológica de Alemania en el curso de este período.

Comenzando por la descripción de la invasión que el mar del Norte efectúa hacia el Sur y al Sudeste, el profesor Richter-Bernburg ilustra desde el principio los caracteres típicos de la evolución de este mar poco profundo, de tipo lagunar, en el cual se sedimentan calizas, dolomías y sustancias orgánicas. Describe a continuación la deposición de importantes sedimentos marinos de yesos, de sal gema y de sales potásicas que recubren una gran parte de Alemania (por ejemplo la cuenca de Stassfurt), la exposición se completa con la proyección de numerosos planos paleogeográficos.

Los yacimientos del Zechstein, localizados en el «Saso Meridional» son descritos por el orador siguiente: doctor Braud, de la «Wintershall Aktiengesellschaft».

Mientras en el informe precedente se describen los caracteres sedimentarios y litológicos del Zechstein, el doctor Braud ha consagrado su exposición a los caracteres productivos de estas mismas formaciones.

A continuación el profesor doctor Kessler, de la «Cía. Deilman Bergbau» lee un informe con el título de *Yacimientos de gas natural de Bentheim*.

Este informe resume brevemente los caracteres geológicos, estratigráficos y tectónicos del campo, insistiendo particularmente sobre las condiciones físico-químicas (cantidad de gas, presión, relación gas-agua, etc.) que son propias del yacimiento. La localización de los pozos espaciados de 1.500 a 2.000 metros, está condicionada casi siempre por la tectónica, que se presenta bastante accidentada a causa de fracturas y de trampas que se suceden.

La superficie productiva de gas es de ocho kilómetros

cuadrados aproximadamente y el campo está en fase de producción desde hace trece años, habiendo suministrado hasta 1956 setecientos cincuenta millones de metros cúbicos de metano.

El doctor E. Braud, de la «Wintershall Aktiengesellschaft», toma la palabra para exponer *La estratigrafía y la tectónica de los campos gaseosos de Rehden*.

Este yacimiento, ya conocido y explorado en gran parte, no ha alcanzado todavía su capacidad de producción máxima. Está constituido por una estructura formada por un anticlinal cuyo eje principal está orientado NO-SE, o mejor, por un monoclinal con una considerable fractura longitudinal. La estratigrafía es muy regular en la parte inferior que comprende desde el Paleozoico Superior hasta el Jurásico Superior. Por encima de estas formaciones hay, por el contrario, numerosas anomalías en la sedimentación con grandes diferencias de espesores de una zona a otra. El conferenciante se detiene particularmente en la exposición de la tectónica del campo, que por sus numerosos sistemas de fracturas condiciona los caracteres y las variaciones de la riqueza minera de cada zona. El campo ha sido estudiado con mucha atención en sus aspectos geológico, petrográfico y físico-químico, a fin de llegar a establecer las mejores correlaciones entre las diferentes zonas.

La superficie productiva es aproximadamente de 1.000 hectáreas y la presión del gas en erupción de 75 atmósferas. La producción es de quince millones de metros cúbicos, habiéndose extraído hasta ahora 381 millones de metros cúbicos en total. En los pozos de Rehen 9, por ejemplo, cuya profundidad alcanza 1.800 metros, la capa productiva tiene alrededor de 300 metros y la presión en la capa es de 82 atmósferas.

A continuación el doctor E. Straub, de la «Gewerkschaft Elwerath», de Hannover, nos habla de *Los campos de gas natural de Stockstadt*.

Estos tres campos se encuentran en la parte Septentrional del Valle del Rin y sus nombres son: Stockstadt, Eich y Wozfskehpen. El de Stockstadt es el más importante y también el más característico.

El doctor Staub expone con concisión las exploraciones geofísicas (gravimétricas y sísmicas), la estratigrafía, la tectónica, las rocas almacenes (niveles productivos) que aparecen en el Mioceno Superior y en el Plioceno Inferior, las testificaciones eléctricas de ciertos sondeos, etc.

Los sondeos comenzados en 1953 se terminaron en 1956 con la exploración completa del campo. Veintisiete pozos fueron productivos y tres estériles. Se han efectuado sondeos con un total de 21.146 metros. La producción total desde marzo de 1955 a abril de 1957 ha sido de 78 millones de metros cúbicos. La producción mensual de los tres campos es del orden de cuatro millones y medio de metros cúbicos. La producción media total de cada pozo es del orden de un millón y medio de metros cúbicos.

La segunda sesión la preside el doctor C. M. Adcock, de la British Petroleum Company; en ella la Delegación francesa inicia la serie de sus informes con los de monsieur J. Scheffler y Mrs. Vacher, de la Sociedad Nacional de Petróleo de Aquitania, en los que van a exponer la estructura geológica y las técnicas de explotación del yacimiento de Lacq.

Mrs. J. Scheffler expone cómo se ha llegado a deducir la evolución de la estructura geológica del yacimiento sobre la base de los datos obtenidos en los sondeos, que han aclarado y completado los resultados de las prospecciones

geofísicas. Los límites del yacimiento no están todavía bien definidos y se esperan con gran interés los resultados de algunos sondeos en curso.

El segundo orador, J. P. Vacher, expone con todo detalle las dificultades que ha sido necesario remontar en el curso de los sondeos y en la puesta en producción de los pozos. Los principales problemas del yacimiento de Lacq están constituidos por la presión anormalmente alta del gas en el depósito, y por su proporción elevada en hidrógeno sulfurado que le vuelve extremadamente tóxico y corrosivo. La exposición de los medios por los cuales los técnicos franceses han resuelto los difíciles problemas de naturaleza técnica y de organización necesarios para la explotación de este importante yacimiento, se siguen con el mayor interés.

El Ingeniero Bucincoourt presenta el informe del grupo de los investigadores de la «Regie Autonome des Petroles» (P. Michel y Collab) sobre el yacimiento de Saint Marcet.

Desde hace ya quince años el gas natural de esta zona alimenta sin interrupción numerosas industrias de la región pirenaica y de la cuenca de Aquitania. La producción al principio limitada, alimentaba a Tolouse tres años después del descubrimiento del yacimiento. En una época en la que la penuria de material y de equipo se hacía realmente sentir en Francia (1942), los técnicos y el personal de la «Regie Autonome des Petroles» improvisaron casi todo lo que necesitaban. En el curso del período de reconstrucción de la economía nacional que ha seguido a la última guerra, la red de oleoductos ha llegado a más de 800 kilómetros, y el yacimiento se ha unido al taller de desgasolinización de Boussens, el más moderno de Europa, antes de la entrada en funcionamiento de las instalaciones de Cortemaggiore.

Los investigadores de la «Regie Autonome des Petroles» han desarrollado y perfeccionado desde 1942 sus métodos de trabajo y de explotación, lo que ha permitido crecer sensiblemente la producción de gas de Saint Marcet después de la crisis de Suez. El orador presenta numerosos datos técnicos sobre la situación geológica, sobre los problemas petrolíferos y sobre los aspectos de explotación del yacimiento, así como sobre el método particular adoptado para evaluar las reservas.

La sesión de la tarde del segundo día estuvo presidida por el Ingeniero J. Tisler, del Instituto Geológico de Yugoslavia.

M. C. M. Adcock, de la «British Petroleum», presenta los caracteres generales y la historia de la investigación y de la producción del *Gas natural en Gran Bretaña*, haciendo alusión a las previsiones que se pueden formular en lo que concierne a la producción y a las principales fórmulas y formas de utilización. El informe es escuchado con el mayor interés, pues constituye el resultado de un plan quinquenal para la busca y explotación de gas natural en Gran Bretaña. Aunque no se ha probado todavía si existen al otro lado del Canal de la Mancha yacimientos para poder garantizar una producción industrial ventajosa desde el punto de vista económico. Las industrias británicas y la «British Gas Council», Órgano central de la industria nacionalizada del gas, estimulan, no obstante, la investigación y la colaboración con los establecimientos que se dedican a sondeos.

Los primeros descubrimientos de yacimientos de gas en Inglaterra se remontan a fines del siglo XIX y se produjeron muy a menudo en el curso de sondeos ejecutados para otros fines, como por ejemplo la investigación de agua, de

petróleo y de otros minerales. De todas maneras, las esperanzas suscitadas por estos primeros descubrimientos no han sido todavía seguidos por realidades satisfactorias.

Las regiones que parecen presentar mayores esperanzas están constituidas actualmente por Escocia, alrededores de Edimburgo (anticlinal de Consland) por el Yorkshire, y el Lincolnshire de Inglaterra septentrional.

En el Sussex Oriental, donde se produjeron las primeras manifestaciones importantes, las investigaciones posteriores han demostrado que carecen de interés.

Los anticlinales descubiertos en el subsuelo con la ayuda de la Geofísica, pasan raramente la longitud de 16 kilómetros. Es, pues, improbable que se lleguen a descubrir yacimientos más amplios, bien que parece razonable esperar que existan campos suficientemente importantes para permitir la explotación industrial.

A continuación habla el doctor J. W. R. Brueren, de la «Nederlandse Aardolje Maatschappij Oldenaab» sobre *La estratigrafía de la formación del Zechstein del Permiano Superior en el Este de los Países Bajos*.

La explotación de los yacimientos de gas natural de este país (Holanda) ha sido confiada a la N. A. M., que es una sociedad asociada a la Bataafsche Petroleum Maatschappij (B. P. M. Royal Dutch Shell) y a la Standard Oil de New Jersey.

La mayor parte de los yacimientos se encuentran en una formación que es contemporánea de las formaciones análogas que se están revelando productivas en Alemania y están integrados en los sedimentos depositados en la gran cuenca de evaporación que recubre una gran parte de la Europa Norte-Occidental hacia el fin del Paleozoico (Permiano Superior). Pero mientras que en Alemania estas for-

maciones han podido ser estudiadas con detalle, bien en afloramientos o en las numerosas minas de sal, de potasio o de otros minerales que las atraviesan, en los Países Bajos, por el contrario, no existen afloramientos ni minas, por lo cual no se pueden conocer más que gracias a los datos obtenidos en los sondeos.

Este informe del doctor Brueren es la primera publicación que nos ofrece una descripción tan detallada de la litología y de la estratigrafía de la parte holandesa de la cuenca de evaporación del Permiano Superior. Está fundado en la recopilación de los datos obtenidos con la ayuda de los sondeos efectuados en el curso de los treinta últimos años y constituye una contribución importante para un conocimiento más completo del borde occidental de esta cuenca.

En el conjunto del Congreso este informe constituirá el complemento necesario de los informes alemanes para trazar un mapa general de la Geología de una de las más importantes formaciones de gas natural de la Europa Septentrional.

La próxima sesión la preside el doctor J. W. F. Brueren, de la N. A. M.; en ella el doctor F. Schippeck, de la «Oesterreichische Mineralöverwaltung» presenta un informe sobre los caracteres geológicos de los principales yacimientos existentes en su país (Austria), la mayor parte de los cuales se encuentran en la cuenca de Viena, entre los contrafuertes de los Alpes Orientales y los pequeños Cárpatos.

Detalla la historia de la investigación de los hidrocarburos en Austria, que comienza a fines del siglo XIX con sistemas basados sobre todo en el azar, no siendo hasta el año 1930 cuando esta investigación empieza a fundarse sobre bases verdaderamente científicas. Por otra parte, el progreso

de este sector se resentirá sensiblemente de las vicisitudes políticas de Austria.

No se podrá prescindir de hablar de petróleo al hacer la historia de la investigación del gas natural, dado que estos fluidos parecen marchar constantemente unidos en la evolución geológica de los sedimentos. Es precisamente sobre el problema de las relaciones existentes entre el gas y el petróleo de una parte, y la naturaleza de los terrenos en los cuales se encuentra, de otra, donde los informadores nos suministran los datos más interesantes.

Sobre la base de los datos que se han podido constatar hasta aquí, en la cuenca de Viena parece existir una cierta correlación entre la naturaleza de los terrenos productivos y la distribución de los hidrocarburos. En efecto, encima del Flysch se ha encontrado, bien gas asociado a petróleo, bien petróleo sólo, mientras que encima de las calizas el gas se encuentra siempre solo.

Al terminar su brillante informe, el doctor Schippeck responde a diversas preguntas que le hacen geólogos italianos respecto a la relación de gas-petróleo, a la emigración en sentido vertical y lateral de los hidrocarburos, y a las relaciones que puedan existir entre la geología de los depósitos y la composición química de los fluidos.

Es la primera vez que datos concernientes a la producción yugoslava de hidrocarburos gaseosos son presentados en un Congreso Internacional. Es por esto por lo que el informe del doctor Tisler, de la «Saverni Geoloski Zavot», de Belgrado, sobre *Los yacimientos de gas natural de Yugoslavia*, se escuchan con gran interés.

El informador comienza presentando la historia de las investigaciones efectuadas en su país antes de la guerra. La mayor parte del gas producido entre 1918 y 1940 proviene

de los yacimientos de Boujavia, en Croacia, que están en fase de agotamiento. Los resultados más satisfactorios fueron obtenidos durante la guerra por la Sociedad Seismos de Hannover, que descubrió algunos yacimientos de petróleo y gas natural en Dolina (Eslovenia) y en Janja Lipa (Croacia). Después de la guerra la investigación yugoslava que había estado interrumpida durante algún tiempo por carecer de personal calificado y maquinaria moderna, emprendió en seguida un trabajo de prospección sistemática en la cuenca de «Panonich» en terrenos pertenecientes al Secundario y al Primario, que recubre aproximadamente un tercio del país. Hasta ahora se han extraído más de 300 millones de metros cúbicos de gas, la mayor parte de él ha sido utilizado para volver a dar presión a los yacimientos.

La nueva sesión la preside el senador Gortani; en ella el doctor Umberto Colombo, del Laboratorio Geoquímico de la Sociedad Montecatini (sección minera), expone ciertos puntos relativos a la investigación y a la producción de los hidrocarburos gaseosos, en los cuales los laboratorios químicos pueden suministrar una contribución experimental de una importancia excepcional.

En particular el informador se detiene sobre el problema de la prospección geofísica de los yacimientos de hidrocarburos y expone los primeros resultados obtenidos en la técnica de análisis fundados sobre la cromatografía de la fase gaseosa, discute entre otros el problema de los análisis geoquímicos de las aguas de los yacimientos, y el estudio físico-químico de las rocas almacenes.

A continuación el doctor Siro Bronzini, de la misma Sociedad, informa sobre datos relativos a la investigación ejecutada en ciertas zonas del litoral Ioniano.

En el curso de una serie de sondeos poco profundos

efectuados por su Sociedad durante la última guerra para buscar sal gema, se pudieron observar manifestaciones de gas de cierta importancia en las provincias de Cosenza y Catanzaro.

Estas indicaciones, lo mismo que el descubrimiento de manifestaciones petrolíferas en la zona situada entre «San Nicola dell Alto» y «Strongoli», y manifestaciones de gas en la cuenca de azufre de la región de Crotona, han determinado a la Sociedad a emprender investigaciones sistemáticas en diferentes zonas de Calabria.

Las investigaciones efectuadas en la región de Crotona con la ayuda de técnicas geológicas y geofísicas, han llevado al descubrimiento de ciertas estructuras interesantes y de capas porosas que contienen gas. Se espera por otra parte que la continuación de estas investigaciones y la revisión del abundante material geológico y geofísico recibido permita conocer indicaciones suplementarias para llegar a una evaluación más precisa de las posibilidades de esta zona.

En la llanura de Sibari y en la zona de Castro-Villari, los ensayos de producción efectuados en las estructuras descubiertas, no han dado hasta ahora más que resultados negativos.

El Ingeniero Gino Minucci, de la «Società Idrocarburi Nazionali», habla del yacimiento de gas natural situado en el lugar llamado Castell de los Alpes, situado 50 kilómetros al Norte de Florencia, en una zona montañosa a unos 750 metros. Señala la importancia de este yacimiento, que no está fundada solamente en el volumen de gas producido anualmente, volumen verdaderamente modesto en relación al de los más importantes yacimientos italianos, sino más bien en las condiciones geológicas que caracterizan esta

zona de producción y que son semejantes a otras zonas interesantes de los Apeninos, productoras de hidrocarburos.

El yacimiento es explorado y estudiado desde hace ya quince años, habiéndose perforado un total de 22 pozos, de los cuales solamente dos han resultado enteramente estériles. La producción ha sido en el curso del período 1952 a 1956 de 22 millones y medio de metros cúbicos.

Según el informador, la investigación de los hidrocarburos en los Apeninos ofrece un gran interés, tanto desde el punto de vista científico, como desde el punto de vista práctico e industrial, la prospección geológica y geofísica efectuada de una manera sistemática en zonas que ofrecen los indicios más favorables, podrá llegar al descubrimiento de yacimientos de cierta importancia.

En nombre de la «Sociedad Petrolífera Italiana», el doctor Previdi habla a continuación de *La cuenca de gas natural de Montalbano-Malabergo*.

La S. P. I., después de una intensa campaña de levantamientos, obtiene en 1952 permisos de investigación para diversas regiones de Italia Septentrional, entre otras para la zona de Montalbano-Malabergo, que está situada a caballo entre las provincias de Bolonia y de Ferrara, zona que constituye precisamente el objeto de su informe.

El primer sondeo efectuado en 1943 conduce al descubrimiento de un campo que da una importante producción de gas seco. Se ha ejecutado una serie de 47 sondeos, de los cuales siete fueron de exploración y cuarenta de explotación, revelándose como positivos 21 pozos.

El gas es conducido en seguida por tubería en tres direcciones:

1.^a Hacia la Central de compresión de Passo Segni, de donde es reexpedido en bombonas.

2.^a Hacia Florencia por el oleoducto de la S. I. N.

3.^a Hacia Ferrara por el oleoducto de la P. M.

La producción total de este campo desde 1954 a 1956 incluído, se cifra en 149 millones de metros cúbicos aproximadamente.

Como último orador de esta jornada habla el profesor Dal Piaz, Director del Instituto Geológico de la Universidad de Padua. El orador destaca *Los principales caracteres geológicos de la cuenca Cuaternaria de Polesina* y de la zona de *Ferrara*, en las cuales se está desarrollando en el curso de los últimos veinte años una intensa actividad de extracción. Más de 2.000 millones de metros cúbicos han sido extraídos hasta ahora. En las capas de estas zonas el metano es extraído en combinación con el agua salada.

El profesor Dal Piaz detalla a continuación las condiciones stratigráficas y la estructura de los sedimentos productivos y trata del problema tan discutido del origen del gas en esta zona. Después de haber excluído la hipótesis más antigua, según la cual se trata de un producto de descomposición de pantanos, pasa a la discusión de las dos hipótesis más verosímiles, migración vertical del gas a partir de las capas más profundas, o migración lateral a partir de terrenos situados al Sur.

El orador aborda un problema de gran actualidad; se sabe que en el curso de los últimos años en ciertas zonas de la cuenca se han verificado ligeros hundimientos, por otra parte localizados. El profesor Dal Piaz examina y discute de una manera crítica todas las causas posibles de este fenómeno, que subdivide en causas naturales y causas artificiales. Entre las primeras es preciso clasificar los movimientos eustáticos, la subsidencia y el asentamiento natural de los terrenos.

Las causas artificiales, por el contrario, comprenden la acción de saneamiento según técnicas particulares (resecaimiento del terreno por drenaje y no por relleno) y la extracción de importantes volúmenes de gas combinados con agua salada.

Se funda sobre un examen científico en profundidad y sobre los datos comparativos obtenidos en otras regiones que presentan al mismo fenómeno en Italia y en el resto del mundo. El profesor Dal Piaz se inclina a interpretar el fenómeno como debido a causas naturales.

Viniendo a confirmar la tesis sostenida por el orador, el profesor Morelli, Director del Observatorio Geofísico de Trieste, aporta el ejemplo de ciertas localidades situadas en el delta del Mississipi, donde los hundimientos de terrenos varían desde un mínimo de dos milímetros a un máximo de treinta centímetros por año y que se verifican aunque no exista ninguna extracción de gas en estas localidades.

El profesor Sells, de la Facultad de Geología de la Universidad de Bolonia, se refiere a la discusión sobre el origen del gas en la cuenca de «Polesina» y en la región de «Ferrara» y enuncia la hipótesis de una naftogénesis en las capas de arcillas y arenas del cuaternario inferior.

El doctor Jaboli, de la «Agip Mineraria», señala a este objeto ciertos hechos que permiten pensar en la posibilidad de una migración lateral de cierta importancia. A título de hipótesis revisa la posibilidad, según la cual la inclinación del nivel de agua encontrado en los pozos de esta región está determinado por condiciones aerodinámicas todavía en curso. Fenómenos análogos podrían haber ocurrido en tiempos mucho más antiguos, dando lugar a una migración de gas de Sur a Norte.

El profesor Marchesini pregunta si hay elementos que puedan apoyar una correlación entre la posición estratigráfica del yacimiento y la composición del gas. El Ingeniero Roco, de la «Agip Mineraria», responde que no se ha llegado hasta ahora a establecer una regla absoluta sobre este punto, pero que por otra parte ha podido constatar que entre los yacimientos de gas natural, los más profundos del valle del Po (Cortemaggiore, por ejemplo), contienen un mayor porcentaje de hidrocarburos superiores.

La próxima sesión la preside el profesor Richter-Bernburg, de «L'Amf für Bodenforschung», de Hannover.

En el curso de esta última sesión del Congreso, la «Agip Mineraria» presenta una serie de informes que describen las características geológicas y mineras del subsuelo de la llanura del Po. Estos informes comprenden una exposición de carácter general y una descripción detallada de 33 yacimientos de gas natural en fase de explotación y de 34 pozos de exploración entre los más interesantes. Además, presentan varios estudios particulares dedicados a temas específicos y destacados de la investigación de minerales en la llanura del Po, a saber: un estudio gravimétrico, un informe sobre asentamientos de los sedimentos arcillosos, un estudio sobre solubilidad de los gases naturales en las aguas de los yacimientos, y unos análisis estadísticos de diagramas eléctricos («Carottage électrique») de los sondeos efectuados.

En la imposibilidad de exponer con detalle todos estos estudios, los aspectos más importantes han sido resumidos en tres conferencias.

En la primera, sobre *La estratigrafía de la llanura del Po*, el doctor Tedeschi trata de los caracteres generales de los terrenos en el subsuelo de esta llanura, como son:

espesor, composición, distribución y en particular descripción de faunas fósiles encontradas en los testigos obtenidos de grandes profundidades en los sondeos.

La segunda conferencia la da el doctor Lucchettis sobre *La tectónica de la llanura del Po*, destacando los principales aspectos estructurales de esta llanura y describiendo las grandes alineaciones de estructuras, a menudo productivas de gas natural, enterradas en el subsuelo y que los datos obtenidos en las investigaciones sísmicas y en los sondeos han permitido reconstruir.

En este punto el doctor Store es invitado a leer el informe de la sección geoquímica de la «Agip Mineraria», consagrados a *Los asentamientos de los sedimentos arcillosos en la cuenca del Po*. Informa sobre los resultados de un estudio efectuado sobre arcillas y margas pertenecientes exclusivamente a los testigos extraídos de 34 pozos de la llanura del Po. El examen de 220 testigos ha permitido llegar a interesantes conclusiones que concuerdan con las obtenidas por otros autores extranjeros en otros terrenos. Demuestra en particular que la relación entre el grado de asiento de los sedimentos y la profundidad está expresada por una curva de tipo exponencial; que el factor tiempo juega un papel bastante importante en la realización del equilibrio del asentamiento, y que la concentración en carbonatos influye sensiblemente en esta misma propiedad, así como el contenido en granos de arena.

Los estudios sobre el asentamiento de los sedimentos encuentran una aplicación práctica en la interpretación de medidas de la velocidad de las ondas sísmicas y en el cálculo del volumen de los sedimentos con respecto a la profundidad.

El sabio canadiense M. V. Gussouw interviene entonces

en la discusión, para señalar la importancia de los estudios sobre el asentamiento de los sedimentos. Lamenta no haber tenido tiempo y no haber podido leer los textos presentados a este Congreso, para tratar de manera más específica, y expone los elementos de su hipótesis sobre la migración y la acumulación de los hidrocarburos en las cuencas.

Refiriéndose a lo expuesto por el doctor Store, el profesor Morelli aporta algunos datos precisos sobre la interpretación de la relación observada entre la profundidad de los sedimentos y la velocidad de las ondas sísmicas, señalando la influencia de las constantes elásticas.

El Ingeniero Rocco, en su informe sobre *Los yacimientos de gas natural de la llanura del Po*, señala que la «Agip» ha comenzado las investigaciones de petróleo en la Llanura del Po hace unos treinta años, pero que no es hasta 1950 cuando se dispone de medios suficientes y del personal técnico necesario para poder proceder a las investigaciones de una manera verdaderamente eficaz y rápida.

El orador señala a este respecto que la actividad geofísica y la perforación de pozos en el curso de los diez últimos años han marcado un crecimiento muy neto y sensible, precisamente a partir de 1949 a 1951.

Expone en seguida las diversas fases de las investigaciones y de los sondeos efectuados en las diferentes formaciones de los terrenos sedimentarios encontrados en el Valle del Po. Pero el descubrimiento de importantes yacimientos de gas no se produce más que en los terrenos más recientes desde el punto de vista geológico, bien que los sondeos de exploración hayan alcanzado profundidades muy considerables, que pasan a veces de los 4.000 metros. Después de haber descrito algunos yacimientos de gas entre los más típicos del Valle del Po, expone resumiendo el

programa y los objetivos de la investigación en curso, programa que se podrá realizar con un gasto de medios y tiempo extremadamente reducidos, gracias a la amplitud de los conocimientos geológicos generales y particulares que la «Agip Mineraria» ha adquirido sobre la Llanura del Po.

Este informe tan interesante del Ingeniero Rocco fué seguido por una breve alocución del profesor Desio, Director del Instituto Geológico de la Universidad de Milán, que señala su gratitud al E. N. I. y en particular a la «Agip Mineraria», no solamente por la generosidad y la largueza con la que ha organizado el Congreso, sino sobre todo por la liberalidad con la que han abierto sus archivos comunicando a todos los que se ocupan de los problemas geológicos de Italia, las novedades que todos deseaban conocer y que hasta aquí habían sido consideradas como confidenciales.

La masa enorme de datos reunidos por la «Agip Mineraria» y por el E. N. I. en el curso de los últimos años, permite hoy día, por ejemplo, una visión precisa y cierta de las estructuras que ligan los Alpes a los Apeninos. Para comprender cuál puede ser el valor científico de esta aptitud adoptada por la «Agip Mineraria», es suficiente pensar en lo que se sabía sobre las relaciones geológicas existentes entre los Alpes y los Apeninos antes de ser publicado este conjunto de comunicaciones científicas.

Para concluir esta jornada de trabajo, el senador señor Cortani se felicita de que se haya podido asistir por primera vez a la construcción pieza por pieza de un panorama completo de la situación europea en materia de yacimientos de gas natural. En el curso de las diferentes exposiciones y discusiones se ha podido asistir al perfeccionamiento cada vez más creciente de los más sutiles métodos de

investigación y de interpretación de los resultados suministrados por estas investigaciones.

Se trata aquí no solamente de las ciencias, sino también de un arte; el Congreso se ha encontrado un poco en la situación de un Congreso consagrado al diagnóstico médico, donde los datos brutos que estaban a disposición de todo el mundo, exigían este arte de interpretación que es tan típicamente personal y que puede perfeccionarse por una experiencia progresiva.

El senador Cortani se declara particularmente reconocido hacia todos aquellos que han querido tomar parte en este Congreso, y da las gracias a los participantes de todas las naciones que han intervenido particularmente en las discusiones y que han querido demostrar así el gran interés que daban al Congreso. Concluye expresando la esperanza de que esta colaboración eficaz que acaba de tener un magnífico ejemplo en el curso de este Congreso, pueda continuar en el porvenir para el bien de todas las naciones libres y de la civilización.

Con esto queda completo el resumen de lo tratado en cada una de las sesiones y pasamos a la descripción de la visita a los Laboratorios de «San Donato Milanese» y de la excursión geológica por los Apeninos.

SAN DONATO MILANESE

Como complemento de las sesiones del Congreso figuraba la visita a los Laboratorios de San Donato, que podían ofrecer una clara idea del volumen e importancia de las actividades del E. N. I. en el campo de la investigación.

Teniendo en cuenta que entre las cláusulas fundacionales existe la de que el 15 por 100 de la utilidad neta del E. N. I. ha de ser destinado a las investigaciones científicas, se creó en la periferia de Milán un centro de estudio que a fines del año 1955 ha iniciado sus actividades y que comprende los Laboratorios Científicos del E. N. I. y de la «Agip Mineraria», un Instituto de Estudios Técnicos y Económicos sobre las fuentes de la energía, un Instituto de Geofísica Aplicada de la fundación Lerici y una Estación Experimental del Combustible.

Este Centro de Estudio fué denominado «San Donato Milanese» y comprende un gran número de Laboratorios y edificios auxiliares, con una superficie de 30.000 metros cuadrados dotados con la más moderna maquinaria para la investigación y sus aplicaciones a la práctica.

En realidad al hablar de San Donato Milanese no se citan solamente los laboratorios, sino un importante complejo aún no terminado y que presenta, tanto en su concepción como en sus dimensiones, caracteres de gran amplitud y modernidad. Para dar una idea enumeramos brevemente sus principales componentes.

Existen dos partes, una dedicada a la investigación, laboratorios, almacenes y oficinas, y otra, el barrio residencial, en el que existen diferentes tipos de vivienda para todas las categorías. Este barrio residencial que, como hemos dicho, comprende numerosos tipos de viviendas, incluye escuelas, iglesias, comercios, Bancos, etc.; es decir, cuanto pueda ser necesario para el normal desenvolvimiento de la vida; pero, además, tiene anexas unas instalaciones deportivas de gran envergadura que comprenden un campo de fútbol, varias pistas de tenis, una especialmente cubier-

ta para concursos y una piscina con todos los anexos, vestuario, bar, etc.

Si nos referimos a la parte que pudiéramos llamar científica, ésta comprende, como ya hemos indicado, los siguientes edificios principales: una Estación o Laboratorio Experimental del Combustible; un Instituto de Geofísica Aplicada de la Fundación Lerici; una Escuela profesional de la Agip comercial y un Centro de estudio del E. N. I. y de la Agip Mineraria.

En cuanto a la parte administrativa y de varios, existen unas oficinas generales del E. N. I., oficinas y depósitos de materiales de la SNAM, una escuela para obreros especialistas y soldadores, una central termoeléctrica, una central de compresión del metano en bombonas, y todavía como agregado podemos añadir un taller de reparaciones abierto a todos los automovilistas, una estación de servicio y un hotel con restaurante, igualmente utilizable por el personal del E. N. I. y por el público que circula por la carretera.

Iremos describiendo todas estas instalaciones en el orden en que fueron visitadas, para dar una idea de sus principales características.

En primer lugar, viniendo de Milán por la Vía Emilia, amplia autopista de salida, se encuentran las instalaciones que pueden llamarse comunes a San Donato y a todos los automovilistas que circulan por la carretera y que ya hemos descrito como el gran restaurante, con hotel y piscina adjunta, la estación de servicio y el taller de reparaciones. Entrando por la que pudiéramos llamar calle central de San Donato, se puede comenzar la visita por las instalaciones de la SNAM. Estas instalaciones comprenden un depósito de materiales con amplios almacenes de toda clase de piezas necesarias para la rápida reparación o para la

construcción de los metanoductos, muelles de recepción, talleres, etc., y una oficina central que controla la construcción y el mantenimiento de los metanoductos y de las numerosísimas instalaciones que con ellos están conectadas.

Visitamos también, dentro de este complejo particular de la SNAM, una escuela para soldadores y especialistas en el manejo de toda clase de piezas esenciales de los metanoductos o gasoductos, tales como llaves de paso, aparatos de control, etc.

Existe también una estación para la compresión del metano en bombonas y una estación de radio, que en este caso tiene importancia, ya que es el centro de una red de aparatos de radio que controlan en cada momento el mantenimiento del sistema de metanoductos.

Visitamos también la central eléctrica, movida por gas naturalmente, que suministra la energía necesaria para todas las instalaciones de San Donato.

Respecto al resto de las instalaciones, ya hemos hablado del barrio residencial, de las instalaciones deportivas, del hotel, etc., por lo cual pasamos a describir el Centro de Estudios del E. N. I. y de la Agip Mineraria, que puede decirse era el objeto principal de nuestra visita, por lo que se siguieron con todo detalle.

Trataremos, ante todo, de hacer una breve descripción del conjunto de laboratorios de la Agip Mineraria.

La mayor parte de estos laboratorios están integrados en una Sección General denominada «Estudios y Prospecciones».

Aparte hay otras secciones dedicadas a la producción y a los laboratorios auxiliares de la perforación.

Entre los laboratorios auxiliares de la perforación, visitamos como más importantes dos: el de cementos y el de

lodos. Ambos están englobados en una sección denominada «Sección de Lodos y Cementos». Esta sección de Lodos tiene por objeto resolver todos los problemas planteados a este respecto en las perforaciones del Valle del Po, pero además tiene otra sección especialmente dedicada al estudio de lodos que pudiéramos llamar «tipo» para sondeos de pequeña, mediana y gran profundidad. Otra de sus misiones es el ensayo de todos los productos nacionales que puedan ir sustituyendo a los que hasta ahora era necesario importar, para la confección de las diferentes clases de lodos.

En esta sección de sustitución de productos extranjeros por nacionales hay una sub-sección dedicada a investigar cuáles son los productos más adecuados para las pérdidas de lodos tan frecuentes en estas formaciones, especialmente para los dos tipos más conocidos, pérdida de fluido en las formaciones porosas y pérdida de lodos en formaciones fracturadas. Para estos dos tipos de formaciones existen aparatos especiales en los cuales se ensayan numerosos productos, tales como cáscara de arroz, barreduras de algodón, etc.

Ya hemos hablado de la Sección de Cemento. Esta sección tiene extraordinaria importancia, puesto que, teniendo en marcha el E. N. I. en el Valle del Po entre 30 y 34 aparatos de mediana y gran profundidad, se están verificando continuamente cementaciones, para lo cual ha sido necesario que las fábricas de cemento italianas fabriquen los tipos de cemento adecuados para estas cementaciones, que son cuidadosamente analizados y comprobados en este laboratorio, en el que se verifican además los ensayos de tensión y compresión, poseen también un turbidímetro de Wágner, en el cual se reproducen las condiciones de pre-

sión y temperatura del fondo del pozo dadas por los ingenieros de perforación, y utilizando el tipo de cemento adecuado se puede llegar a conocer exactamente la dosificación y el tiempo de bombeo, datos indispensables para poder garantizar el éxito de las cementaciones.

Estos dos laboratorios son quizás los más interesantes de toda la sección de auxiliares de la perforación, ya que los laboratorios de producción están en cierto modo instalados en las proximidades de la refinería y aquí sólo se resuelven problemas de índole general.

Pasemos a describir brevemente los laboratorios de las tres secciones que componen el servicio que hemos designado con el nombre de «Estudio y Prospección»:

La primera sección visitada es la Sección de Geofísica, en la cual hay una sección dedicada a las investigaciones sísmicas, otra a las investigaciones gravimétricas, y otra a la fabricación, estudio y mejoramiento de los aparatos, así como a la construcción de todos los que suelen ser empleados, tanto en Geofísica como en las testificaciones eléctricas de los sondeos.

Otra sección es la de Geoquímica, en la que, aparte del interés cada vez mayor que presentan para los estudios de prospección las investigaciones geoquímicas, comprende una serie de secciones en las cuales se ensayan los testigos y las muestras que continuamente se reciben de los sondeos.

Tanto las muestras como los testigos, tan pronto son obtenidos del sondeo, son remitidos a este Laboratorio de Geoquímica, al cual pueden llegar en el breve plazo de horas, dada su estratégica situación en el Valle del Po. Allí son inmediatamente sometidos a una serie de manipulaciones, pasando de laboratorio en laboratorio de la siguiente manera:

Si el laboratorio cree que el testigo tiene aceite o agua fósil, inmediatamente son extraídos, y sus características anotadas para la correspondiente correlación geológica. Si en el testigo ha sido obtenido gas, éste pasa al laboratorio de análisis de gas, aunque lo corriente es que los análisis de gas se hagan sobre unas bombonas especiales obtenidas directamente en el sondeo.

Otra manipulación del testigo consiste en obtener las indicaciones sobre la posibilidad de producción del estrato, determinando los parámetros físicos, tales como porosidad y permeabilidad, que permiten calcular más tarde la reserva y que ayudan muy eficazmente a la interpretación de la testificación eléctrica.

También pasa el testigo por el laboratorio petrográfico, donde no solamente estudian y clasifican el tipo de roca y los minerales más característicos, sino que se estudia el tipo de sedimentación, muy importante para la posterior correlación estratigráfica, así como para la paleogeografía.

En otro laboratorio de esta misma sección se hace el examen por Rayos X del testigo, dato también muy interesante para la correlación estratigráfica. Nuevas muestras del testigo son, asimismo, estudiadas por si tienen minerales especiales. Naturalmente, si el testigo viene de una zona productiva, es indispensable el estudio del gas, aceite o de las condiciones del estrato, la productividad, etc., además de las correlaciones estructurales.

Resumiendo, la Sección Geoquímica se compone de: una sección química con un laboratorio de química general y un laboratorio de análisis de gas; una sección petrolfísica con un laboratorio de análisis de los testigos y un laboratorio petrográfico, y una sección físico-química que estudia las características físicas del testigo y del yacimiento, ade-

más del análisis en el espectro y del estudio de las analogías minerales, todo ello con vista a las correlaciones estratigráficas.

Y, por último, hay una sección que pudiéramos llamar propiamente Geoquímica, que es la que toma en el campo los testigos físico-químicos que después son estudiados en el laboratorio.

En cuanto a la tercera sección general, es la propiamente geológica, la cual en realidad en este edificio o laboratorio está solamente representada por dos secciones: el laboratorio de Micropaleontología y de Paleontología general, pero especialmente de Micropaleontología, en el cual se clasifican, catalogan y archivan todos los microfósiles encontrados en los testigos y muestras de todos los sondeos, desde que se comenzó la investigación, llegando a una perfecta correlación de las capas merced a los microfósiles, y la sección en la cual se procede al dibujo de los mapas, estudio de los gráficos de testificación eléctrica, interpretación de los mismos, y se hace la correlación de las capas con los datos de todos los demás laboratorios; existe además un archivo general de todos los datos de los sondeos.

Con esto se puede uno dar una idea, aunque sea aproximada, de las principales características de estas instalaciones de San Donato Milanese, en el cual trabajan en la actualidad solamente en la Sección de Estudio y Proyección, con sus tres Secciones de Geofísica, Geología y Geoquímica, un total de cuatro directores y 129 técnicos, de los cuales 45 son ingenieros o doctores, además de 25 operarios auxiliares.

EXCURSION GEOLOGICA A LA ZONA NORTE DE LOS APENINOS

Se realizó esta excursión bajo la dirección del geólogo señor G. Merla, a quien tanto se debe sobre el conocimiento de esta zona del Apenino. Suyos son los mapas itinerarios y la guía geológica de la excursión, así como el *Ensayo de Geología de los Apeninos septentrionales*, trabajos que han constituido la base informativa del recorrido.

Extractamos los puntos más salientes de la geología de esta región, tan importante para conocer las incógnitas que encierra la llanura Padana.

Parece que los pliegues, hoy enterrados bajo los sedimentos de la llanura del Po, provienen de los pliegues de los Apeninos, primero elevados, luego erosionados, y, por último, sumergidos durante el Plioceno y Cuaternario.

En los Apeninos se espera ver lo que son al descubierto los pliegues enterrados del Po. Sin embargo, existen diferencias de facies en Oligoceno y Mioceno entre el Apenino y los terrenos infrayacentes de la llanura.

En la montaña se presenta, además, un elemento geológico nuevo y frecuente: la *Argille scagliose*. Falta en el Po.

En los cortes que acompañamos, debidos a G. Merla, se da una idea de la posición de este tramo. Esta arcilla se ha definido como una mezcla heterogénea, caótica de arcilla y margas, con trozos de areniscas y caliza.

Su origen tiene dos interpretaciones: una lo atribuye a una consecuencia de su carácter alóctono.

Otra opinión es que está poco más o menos *in situ*, admitiendo un desplazamiento mínimo.

Para poder relacionar la geología del Apenino con la oculta del Po, se han hecho perforaciones y perfiles sísmicos.

El sondeo de Paderna (Bologna) ha perforado 4.000 pies de *Argille scagliose*, cubierta por Mioceno superior y Plioceno.

La estructura de Castelvetro, encontrada por trabajos sísmicos, fué reconocida y se encontró *Argille scagliose* bajo el Tortonense. En otro anticlinal la *Argille* no estaba bajo el Helvetiense.

En el campo petrolífero de Vallezza, cuya estructura es de gran importancia para establecer la relación entre la *Argille scagliose* y el Terciario, existen dos anticlinales enterrados bajo un caos de *Argille scagliose*, de cantos de Eoceno y de Oligoceno. Los anticlinales pertenecen al Helvetiense.

En las proximidades de Ozzano, un sondeo alcanzó el Helvetiense bajo *Argille scagliose*.

En el área de Salsomaggiore la estructura enterrada en Vallezza está ampliamente representada en superficie. En Centopozzi la serie Oligoceno-Mioceno bajo y medio (Helvetiense) están soportando *Argille scagliose* con muestras de un Oligoceno alóctono.

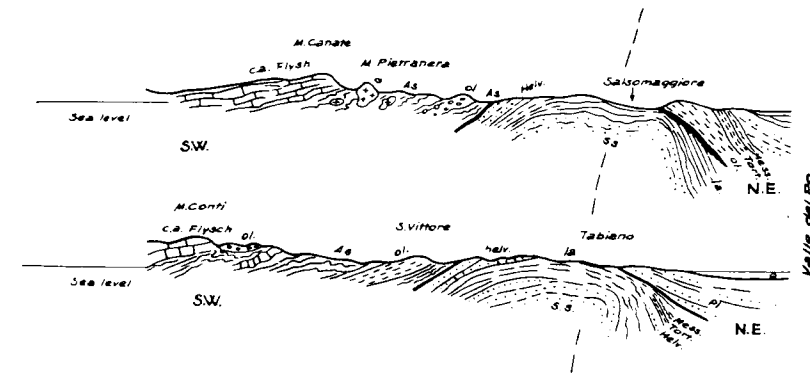
Reproducimos una parte de los cortes, debidos a G. Merla, de la primera parte de la excursión, para ver una sección típica del anticlinal de Salsomaggiore y la posición de la *Argille scagliose*.

Entrando de Fidenza por el Valle de Parola, se pasa por Plioceno, con areniscas y conglomerados que cubren un Helvetiense. Pasado Banzola, el Helvetiense forma el flanco S. W. del anticlinal, buzando bajo terrenos blandos (*Argille scagliose*).

Cuando la carretera empieza a ascender hacia S. Vit-

tore, se hace la foto que reproducimos. Se ven en ella la *Argille scagliose*, cubierta por un Oligoceno alóctono, que soporta de nuevo la *Argille*.

Pasado Salsomaggiore, hacia Bargone, terminación N. W. del anticlinal, vuelve el Oligoceno alóctono sobre el



Alóctono: As - "Argille scagliose"	Autóctono: SS - Serie de Salso
CA - Flysch de Monte Cassio.	la - Langhiana
s - Oligitas.	helv - Helvetiense
ol - Oligoceno: margas y conglomerados.	Tort - Tortonense
	MES - Mesiniense
	PI - Plioceno

Fig. 1.—Cortes del anticlinal de Salsomaggiore (según G. Merla).

Helvetiense autóctono del anticlinal. Se observan muestras de conglomerado Plioceno.

La excursión sigue la carretera de Salsomaggiore a Pellegrino Parmense y Fornovo sobre *Argille scagliose* y manchas de Oligoceno y Flysch de Monte Cassio (Cretáceo superior y Eoceno ?).

Desde Fornovo se encuentran los mismos terrenos con intercalaciones de serpentinas y diabasas, y otra modalidad

del Flysch, el de Monte Spotorno (Eoceno), en Terenzo y Calestano.

Otro horizonte de interés y que se observa en Le Chiasstre, es el conglomerado de Baganza, de edad desconocida, Oligoceno o Mioceno ?, autóctono. Reproducimos una hermosa fotografía de la guía, en donde se aprecia la gran muralla de conglomerado cruzando el Baganza.

El conglomerado formado de cantos de roca cristalina no está datado, aunque se supone del Oligoceno o Mioceno, y tampoco es conocida su posición respecto a la *Argille scagliose*.

La excursión termina en el Passo de-lla Cisa, en la serie de «Pietraforte», que se encuentra aquí volcada.

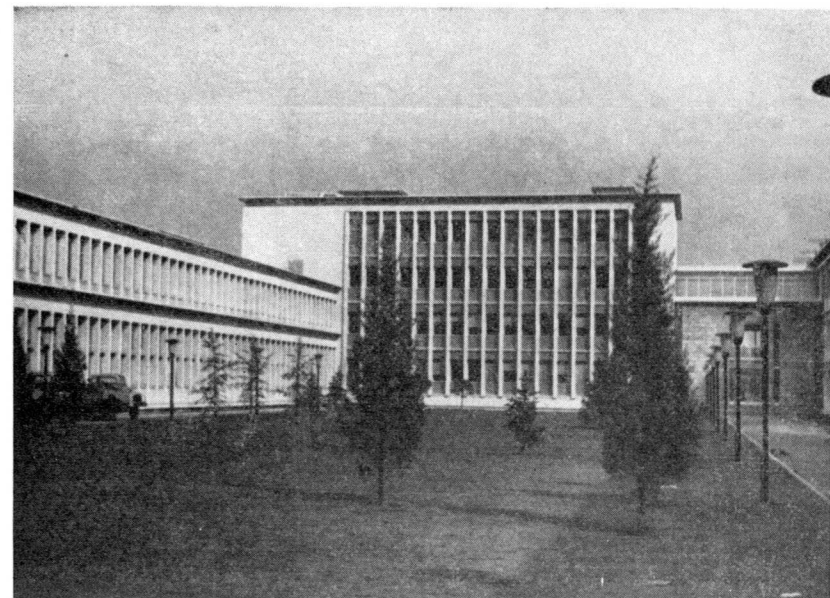
Otro elemento estratigráfico es el *Macigno* (Oligoceno), de Monte Orsaro (autéctono).

Las areniscas de Monte Molinatico son probablemente una representación alóctona del *Macigno*.

BIBLIOGRAFÍA

G. MERLA.—Guide-book of the excursion to the Northern Apennines. Geological Sections and a Geological Sketch Map 1:100.000.—Agip Mineraria, 1957. Essay on the Geology of Northern Apennines with a Geological Map 1:1.000.000.—Agip Mineraria Firenze, 1957.

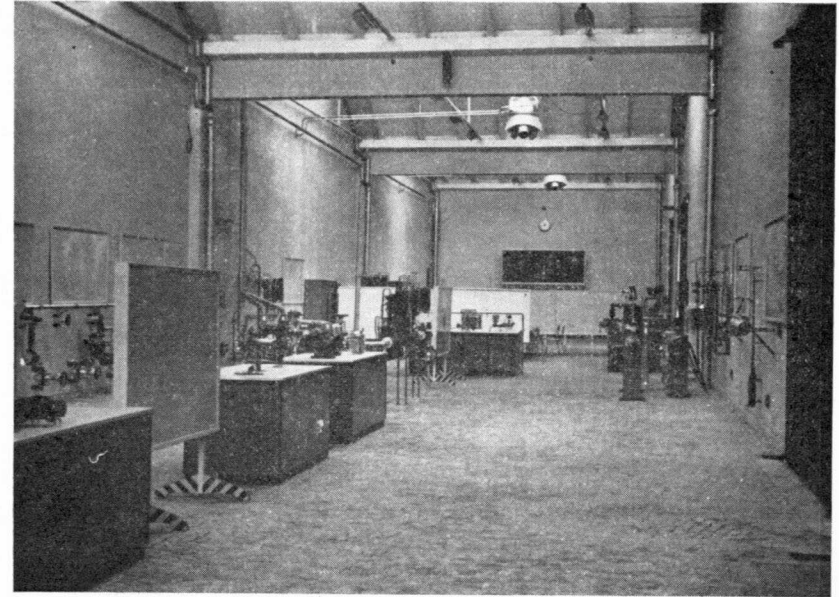
En estas obras figura una extensa bibliografía sobre este tema incluyendo el trabajo de Rios y Almela «Reseña de una excursión geológica al Apenino Septentrional». N. y C. Instituto Geológico núm. 31. 1953.



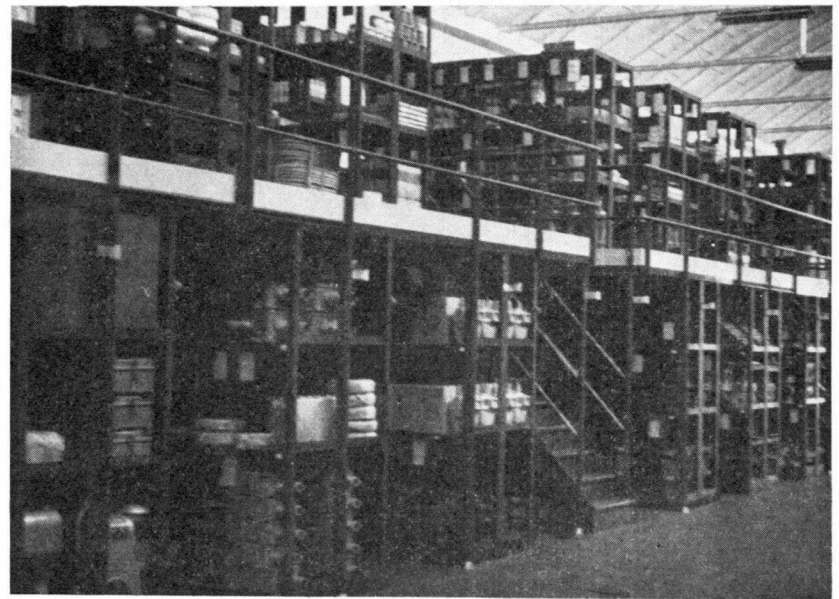
Fotg. 1.—Edificios del E. N. I. en San Donato Milanese.—Ala ocupada por el Centro de Estudios de la AGIP Mineraria. (F. Muñoz.)



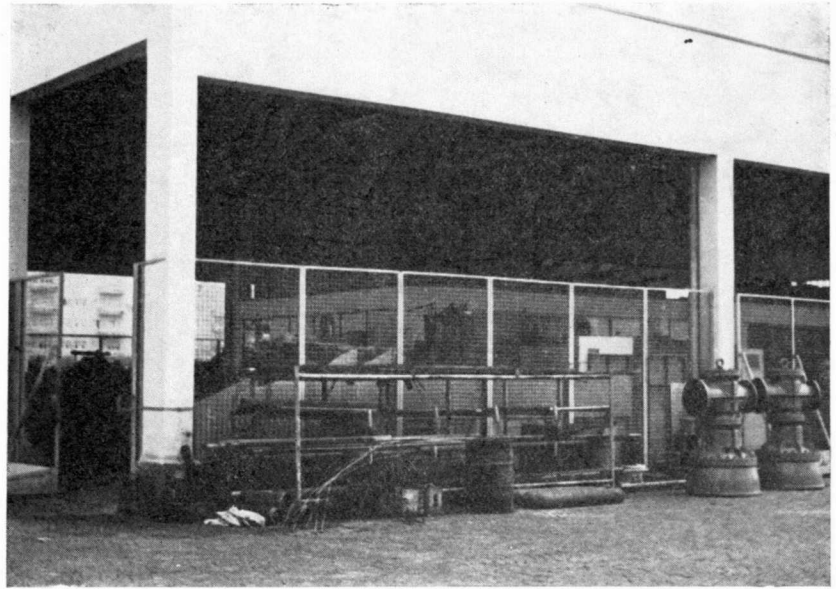
Fotg. 2.—San Donato Milanese.—Parque de tubería y panorámica del barrio residencial; destaca la moderna arquitectura de la iglesia todavía en construcción. (F. Muñoz.)



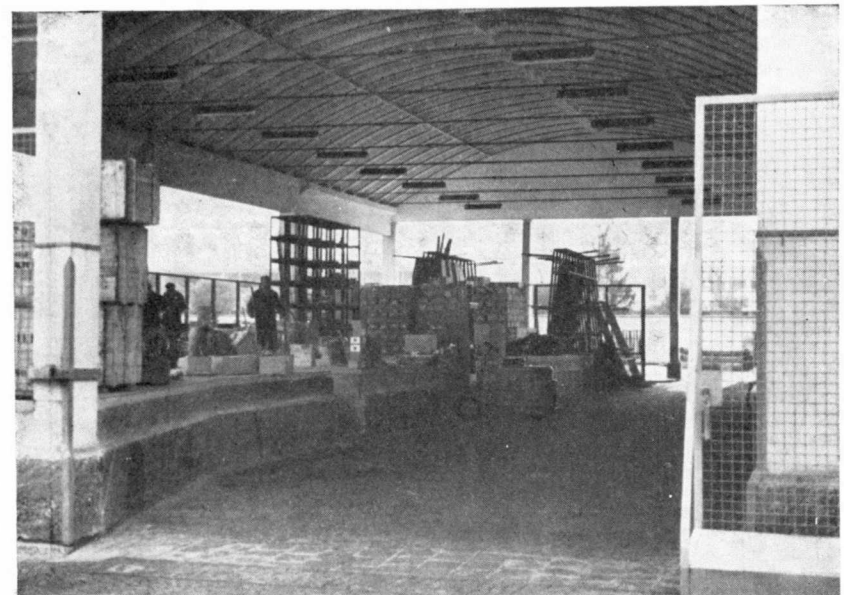
Fotg. 3.—San Donato Milanese.—Interior de la escuela de la SNAM para obreros de gaseoductos, en la que existen modelos de todos los aparatos y controles que han de manejar más tarde. (F. Muñoz.)



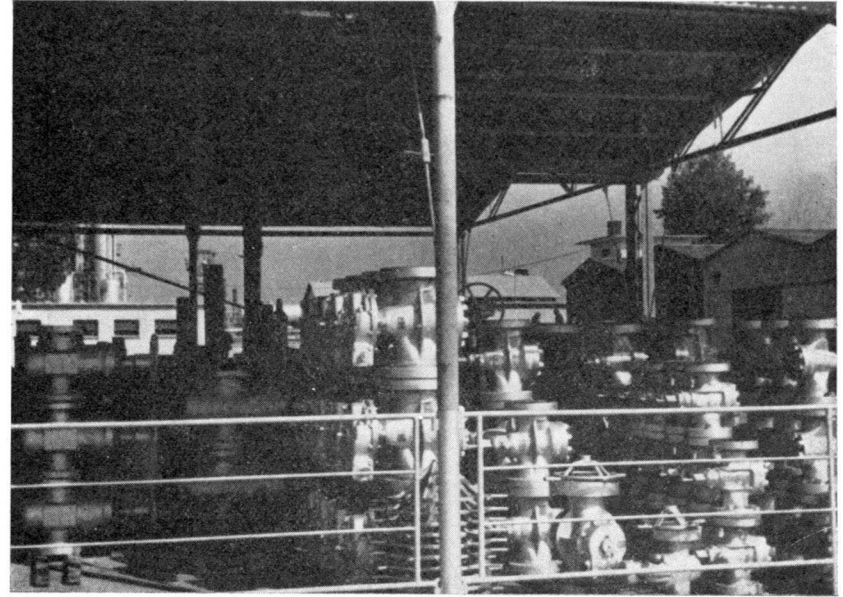
Fotg. 4.—Almacenes de la SNAM.—Detalle de las estanterías donde se almacenan todos los repuestos necesarios para la red de gaseoductos. (F. Muñoz.)



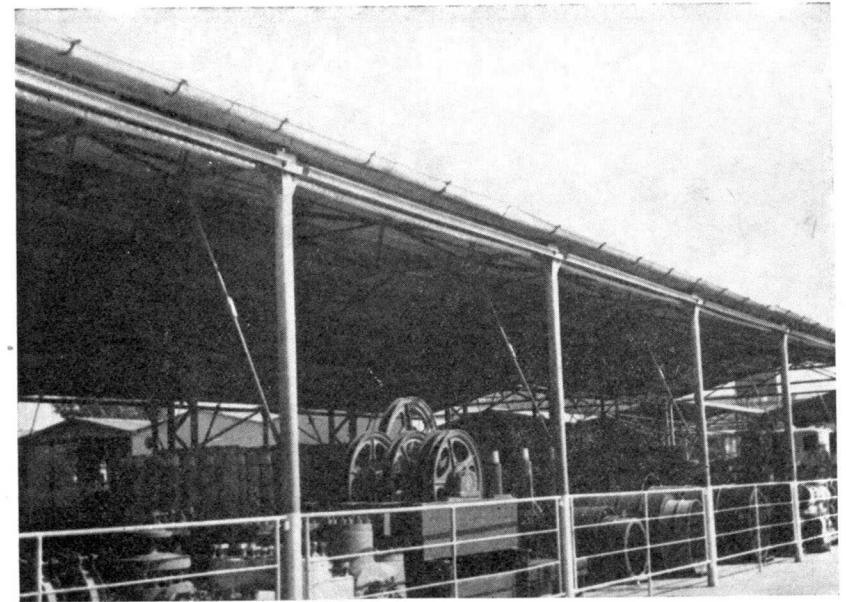
Fotg. 5.—San Donato Milanese.—Almacenes de la SNAM con los cobertizos en que se guardan las grandes piezas de repuestó. (F. Muñoz.)



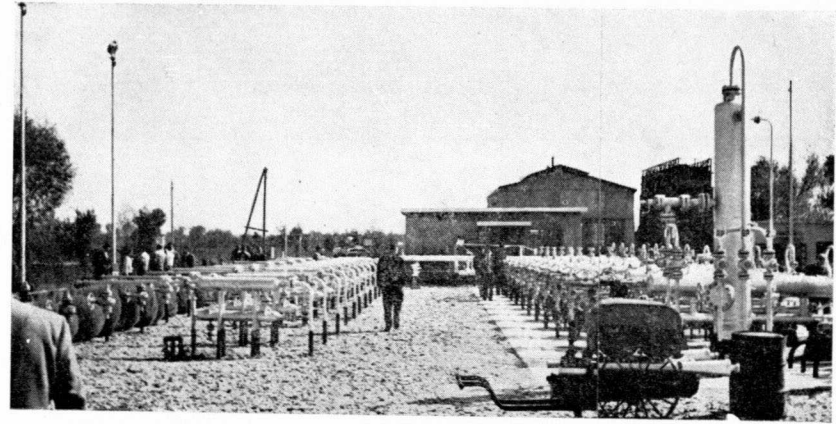
Fotg. 6.—San Donato Milanese.—Muelle de descarga y recepción de repuestos y materiales. (F. Muñoz.)



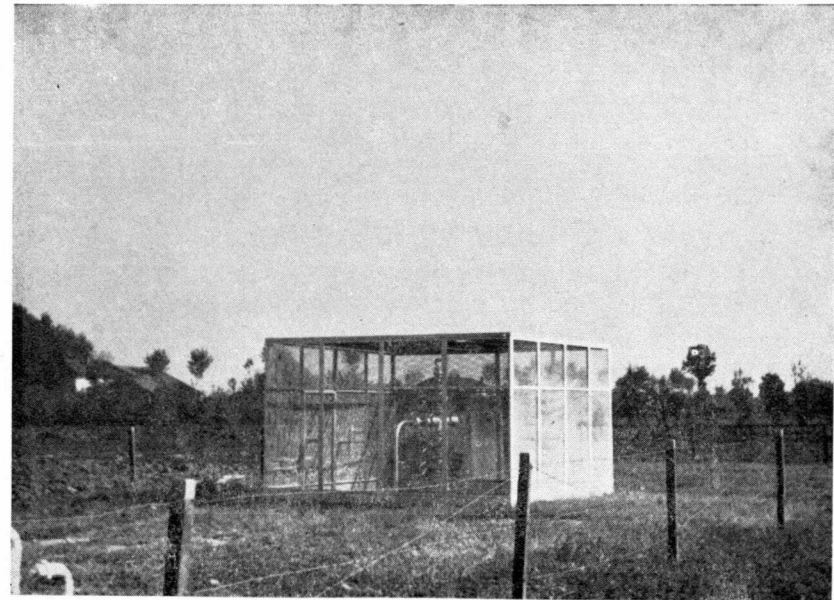
Fotg. 7.—Cortemaggiore.—Cobertizo para guardar los repuestos de piezas grandes para los equipos de sondeos, sección de válvulas. (F. Muñoz.)



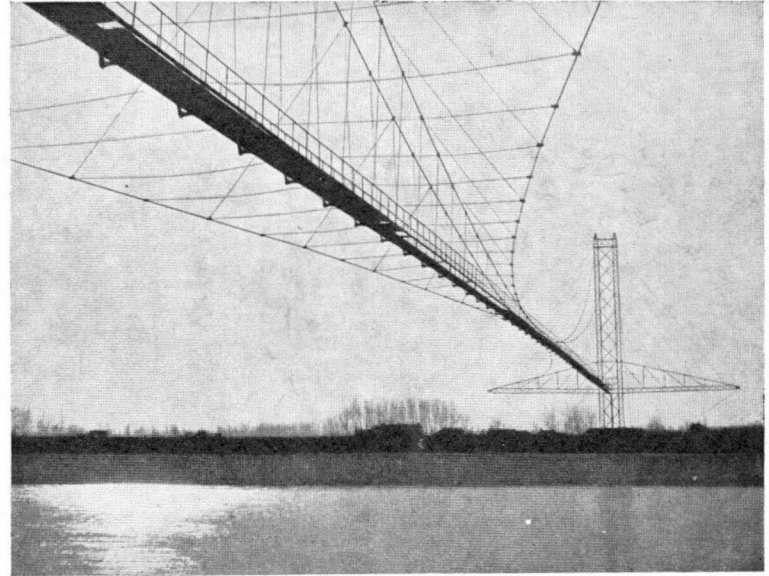
Fotg. 8.—Cortemaggiore.—Sección de bloques de coronación, tambores de cabrestantes, etc. (F. Muñoz.)



Fotg. 9.—Vista general del centro colector núm. 1 del Campo de Cortemaggiore (Piacenza). (F. Muñoz.)



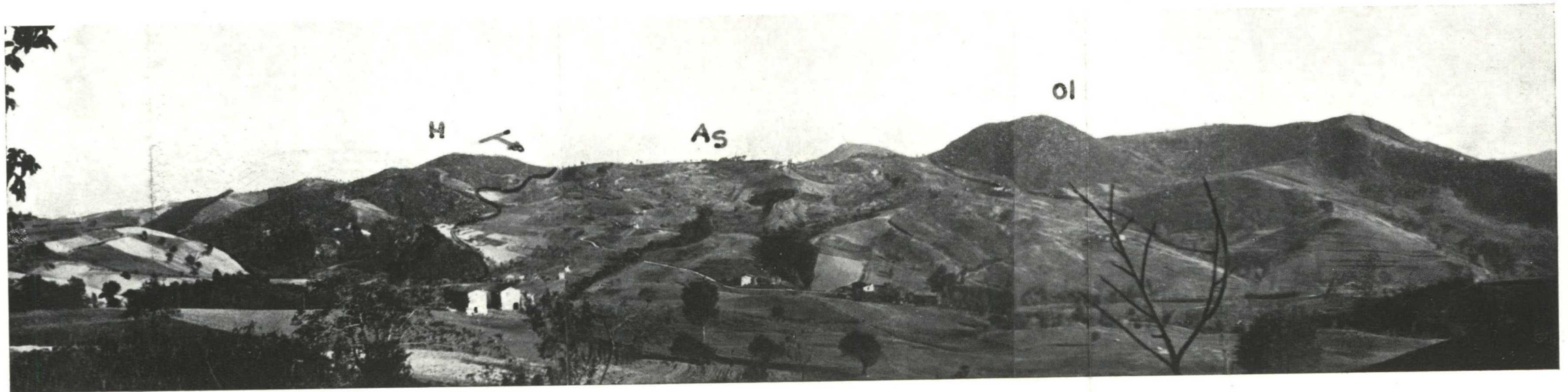
Fotg. 10.—Campo de Cortemaggiore (Piacenza).—Pozo de gas en producción. (F. Muñoz.)



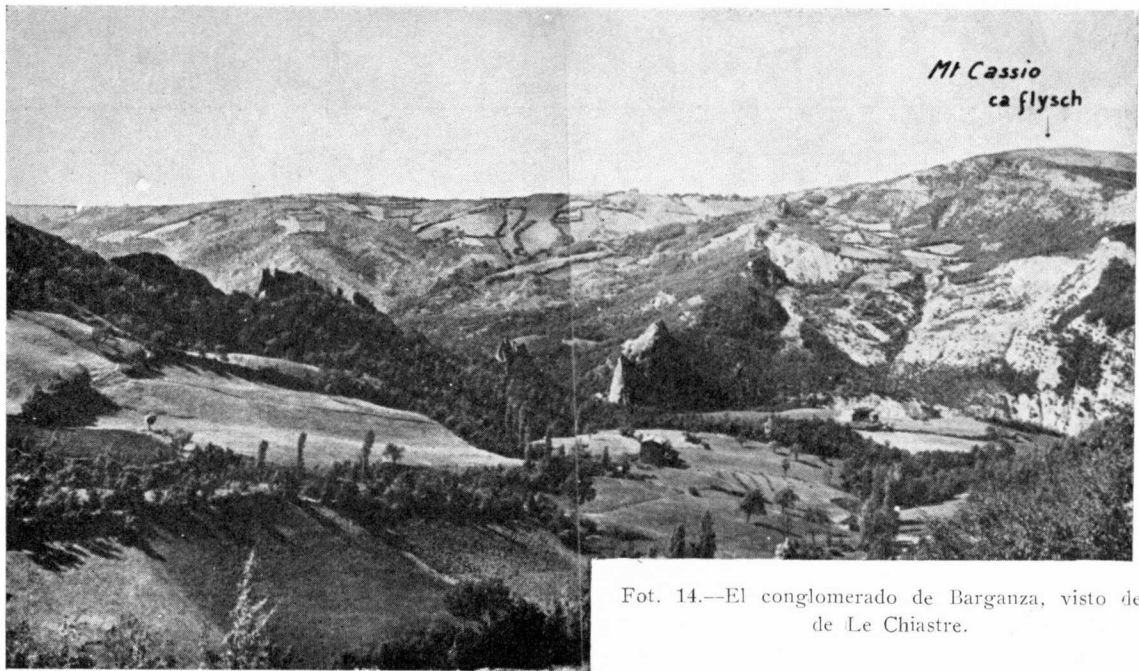
Fotg. 11.—Metanoducto de 42 cms. Cortemaggiore, Torino. Puente sobre el río Ticino, en Pavia (longitud, 238 metros).



Fotg. 12.—Metanoducto de 42 cms. Cremona-Busfo, Arsizio. Puente sobre el canal en Trezamo (flecha, 16,5 metros; longitud, 55 metros).



Fotg. 13.—SE. de S. Vittore = Flanco Sur del anticlinal de Salsomaggiore = La «argille scagliose» (A_s), descansando sobre las areniscas helvéticas. (H) (F. Muñoz). OI, oligoceno.



Fot. 14.—El conglomerado de Barganza, visto desde Le Chiastre.



RESUMEN DE LOS YACIMIENTOS DE GAS
DE EUROPA OCCIDENTAL



Fig. 1.—Situación de los principales yacimientos de gas de Europa.

● campo de gas.

CAMPOS DE GAS DE ALEMANIA

CAMPO DE GAS DE BENTHEIM

Historia del descubrimiento del campo.—El campo de gas de Bentheim yace en la concesión Bentheim del consorcio C. Deilmann Bergbau g. m. b. h. y Gewerkschaft Elwerath.

El cuadro geológico de la concesión está dominado por el anticlinal de Bentheim, el cual consiste en un abombamiento de unos nueve kilómetros de largo, cuyo rumbo es aproximadamente E.-O. Arma en el Wealdense con algunos acunamientos de Portlandes en su núcleo, que al Norte y al Sur están flanqueados por el Valendisense. Su limitación al E. y al O. está constituida por grandes dovelas transversales definidas por fallas asimismo transversales. La marcada estructura anticlinal dió origen, ya antes de finales de siglo, a una perforación de investigación, la Bentheim 1, ubicada en el núcleo del anticlinal. Este sondeo se profundizó hasta el Buntsandstein, después de que el Jurásico, contra todas las esperanzas, no mostró huella de petróleo digna de mención y se detuvo a los 1.233 metros sin resultado.

El yacimiento de gas en las dolomías tableadas del Zechstein fué alcanzado en el 1938 con la perforación Nordeutschlan 1. En este sondeo tuvo lugar una erupción violenta de gas, que hizo preciso abandonar la perforación. El vecino sondeo Bentheim 10, realizado en sustitución de aquél y

que alcanzó dos años más tarde las capas gasíferas, es la perforación principal del campo de gas de Bentheim. De los sondeos siguientes destacaremos el Nordeutschland 2, buen productor, y el Bentheim 13, débilmente productivo. Las perforaciones profundas en el flanco, Bentheim 11 y 12, encontraron las dolomías tableadas llenas de agua. La perforación Bentheim 14 se detuvo en 1944 en el Lías, mientras que la Nordeutschland 3, al O. del anticlinal, se continuó después de una larga interrupción y entró en 1947 en dolomías tableadas, que encontró llenas de agua. En 1948 se comenzaron medidas sísmicas de reflexión para la investigación de la estructura profunda. El sondeo profundo Schütorf 1, al O. del anticlinal de Bentheim propiamente dicho, fué débilmente productivo en el 1950 en la dolomía tableada. La gran profundidad de los niveles productores de gas y la rápida caída de presión, muestran que el escollo o dovela de Schütorf no puede estar en relación directa con el anticlinal de Bentheim propiamente dicho.

Una elevación del Zechstein, que fué señalada netamente por medio de la sísmica de reflexión, en la parte occidental, fué investigada en 1955 con el sondeo productivo Nordeutschland núm. 5, el sondeo de ampliación de exploración Nordeutschland núm. 7 fué productivo en 1956, en la dovela oriental. Por el contrario, el sondeo Nordeutschland núm. 6, terminado al principio de 1957 y que se consideraba como sustituto del vecino, todavía productivo Nordeutschland núm. 2, encontró la dolomía tableada en una profundidad anormal y llena de agua. Los dos últimos sondeos nombrados hicieron necesario una alteración esencial del concepto de la estructura que el autor había trazado en 1956.

Estratigrafía.—La serie estratigráfica del anticlinal de Bentheim tiene dos grandes lagunas estratigráficas, como muestra el cuadro que se acompaña. El Portlandés transgrede, por falta del Malm inferior, del Dogger y del Lías superior, sobre el Lías 5 (transgresión neokimérica). La laguna estratigráfica bajo el Rético transgresivo (transgresión paleokimérica) abarca el Keuper medio y el inferior y el Muschelkal superior. Como consecuencia del carácter general de estas dos transgresiones no se presenta, sin embargo, en el dominio del anticlinal de Bentheim ninguna discordancia angular apreciable. Los miembros mesozoicos no muestran tampoco ninguna alteración esencial de potencia. Una excepción notable la constituye sólo el Portlandés, que muestra una disminución uniforme de potencia, 300 metros al E., hasta escasos 200 metros al O.

La serie estratigráfica del Campo de Gas de Bentheim es la siguiente:

Cretáceo	Valendisense	280 m.				
	Wealdense	340 m.				
Jurásico	Portlandés	200 bis				
	Yacimiento salino de unos 40 m.	310 m.				
	Transgresión Discontinuidad regional					
	Lias	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 2em;">}</td> <td>Inferior</td> </tr> </table>	}	Medio	}	Inferior
}	Medio					
}	Inferior					
Trias	Transgresión Discontinuidad Regional					
	Muschelkalk, Medio e inferior	ca. 110 m.				
	Röt Superior	140 - 160 m.				
	Yacimiento salino	~ 90 m.				
	Röt Inferior	< 100 m.				
	Buntsandstein, Medio e inferior Pizarrillas del «Zechstein»	40 bis 500 m				

Zechstein 4	Sal común 4		0 - 6 m.
	Anhidrita pegmatítica		0 - 2 m.
	Arcilla salífera roja		0 - 4 m.
Zechstein 3	Sal común 3 (Riedel)		0 - 60 m.
	Anhidrita principal		2 - 4 m.
	Dolomías tableadas		36 - 44 m.
	Arcillas salíferas grises		1 m.
Zechstein 2	Anhidrita de techo		2 - 5 m.
	Sal común 2		0 - 7 m.
	Anhidrita de base		6 - 10 m.
	Zona de la Dolomía principal	Dolomía	22 bis 40 m.
		Anhidrita	
		Dolomía	
		Anhidrita	
Zechstein 1	Anhidrita superior		22 m.
	Anhidrita		33 m.
	Sal común 1 > 200 m.		> 100 m.
	Anhidrita inferior		25 m.
	Dolomía inferior		2 - 6 m.
	Transgresión Laguna estratigráfica		
	Conglomerado y arcilla dura		< 40 m.

La constitución más o menos uniforme de las capas de cobertura mesozoica están en oposición casi repentina con las alteraciones de potencia y variaciones de facies del Zechstein.

Las cuatro capas de sal de la formación se acuñan en dirección hacia la notable elevación de la dovela oriental. Las capas de sal 2, 3 y 4 no se han depositado en esta zona, y la potentísima capa de sal 1 del Zechstein está representada por capas de anhidrita.

Igualmente faltan en la dovela oriental, y precisamente no sólo en la posición más alta axial, sino también en el

flanco septentrional más profundo, las capas que son normales en la base de la formación; es decir, la caliza del Zechstein. El Zechstein transgrede aquí con una dolomía inferior de escasa potencia sobre conglomerados y arcillas duras que se consideran como el Rötliengende, puesto que la infraestructura Varíscica no se ha alcanzado en ningún sitio mediante sondeos y tampoco se ha podido averiguar cuáles sean las capas basales del Zechstein en el dominio del anticlinal de Bentheim.

La dolomía tableada del Zechstein 3 muestra en el dominio del anticlinal del Bentheim solamente débiles oscilaciones de potencias entre 44 y 36 metros. Por el contrario, se adelgaza intensamente el tramo de carbonatos del Zechstein 2, de la así denominada región de la «dolomía principal», en la culminación de la dovela oriental.

La «dolomía principal» constituye el horizonte de gas más importante de la estructura de Bentheim. Consiste predominantemente en dolomías y calizas finamente tableadas que aparecen interstratificadas con abundantes hiladitas delgadas de arcillas negras. Estas hiladas de arcillas, cuya potencia rara vez rebasa un milímetro, están atravesadas en división fina y muy fina por bisulfuros de hierro y se estiman como bandas finas de sapropel fósil. La «dolomía tableada» de Bentheim permite reconocer en toda la zona una doble división en una serie dolomítica superior intensamente adiaclasada, con intercalaciones de bancos porosos, y otra inferior predominantemente caliza. Esta última no muestra ningún volumen de poros dignos de mención y no está sino débilmente fracturada.

El tramo de carbonatos del Zechstein 2 no se presenta como una dolomía principal normal y unitaria, sino en un desarrollo especial que se designa como región de la

«dolomía principal», y consiste en tres bancos de dolomías y dos intercalaciones de anhidrita. La potencia media de este tramo alcanza 40 metros, de los cuales sólo unos 20 metros corresponden a los tres bancos de dolomía.

En la culminación de la dovela oriental se adelgaza intensamente la región de la «dolomía principal», en cuyo proceso simultáneamente disminuye la potencia conjunta de los tres bancos de dolomía a unos 10 metros. Los bancos contienen sólo ocasionalmente intercalaciones más o menos porosas, pero por el contrario están intensamente adiaclassados; por consiguiente, constituyen almacenamientos potenciales de gas, pero sin embargo su significado práctico es algo escaso, ya que sólo produjeron una cantidad modesta de gas en el sondeo Nordeutschland 7. En todos los restantes sondeos de Bentheim se han encontrado inundadas de agua, quizás con la excepción del Bentheim 10, en el que a causa de la escasa potencia y gran pérdida de testigos han sido perforadas sin observación.

Tectónica.—El cuadro tectónico está dominado por fallas transversales, con saltos considerables de falla que dividen el Zechstein en tres dovelas: oriental, media y occidental (fig. 2). La dovela oriental, que está atravesada por fallas transversales de pequeño salto, constituye la elevación máxima del anticlinal de Bentheim. La dovela occidental constituye igualmente, según las últimas estimaciones, una región elevada notablemente. Por el contrario, la dovela media, que hasta ahora también se había considerado como una elevación autónoma, está sujeta a una revisión de las anteriores ideas.

Los inesperados resultados de la perforación del sondeo Nordeutschland 6 exigen la aceptación de una falla transversal de considerable salto, que también se marca en la

CAMPO DE GAS DE BENTHEIM

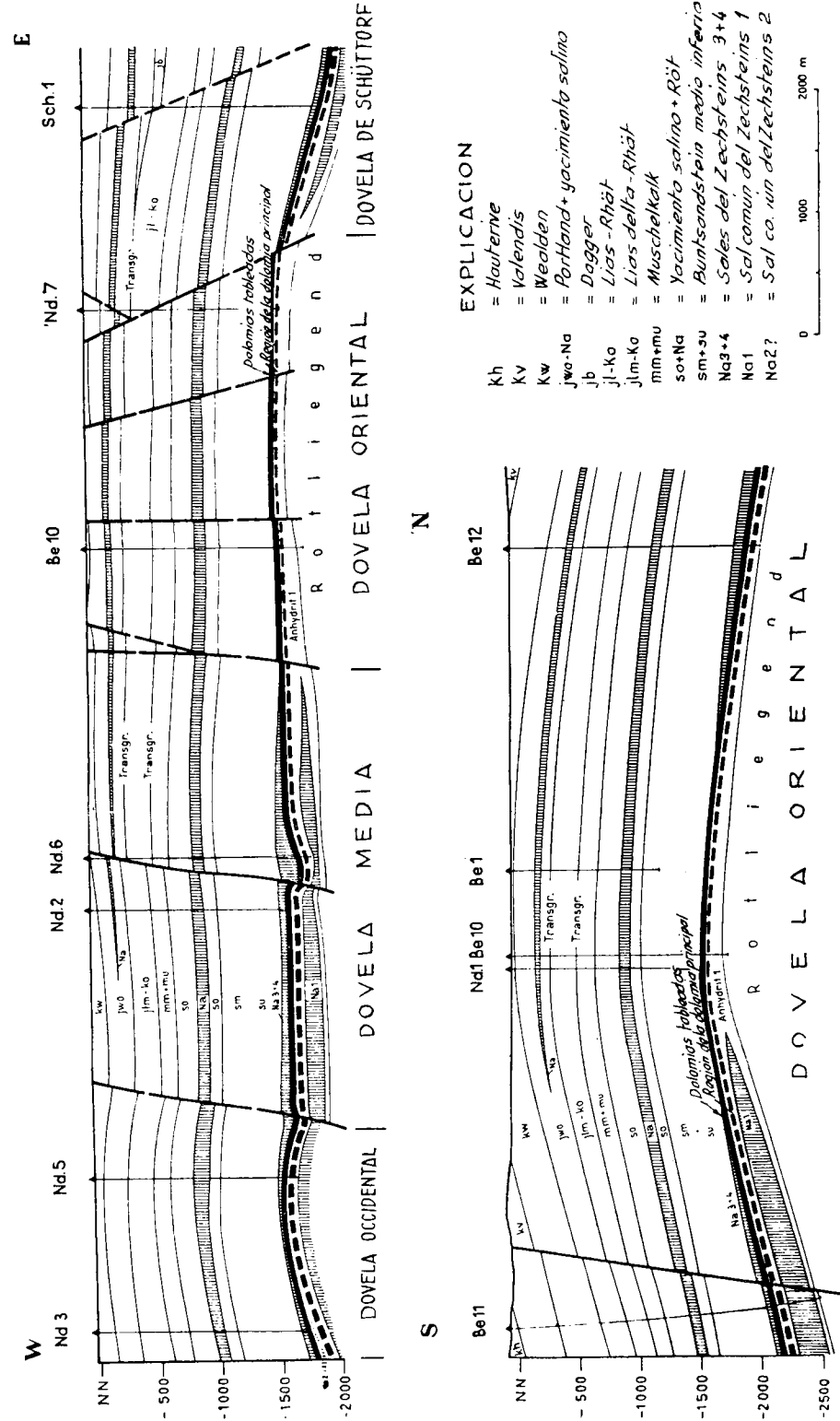


Abb. 3.

Fig. 2.—Cortes estratigráficos del anticlinal de Bentheim.

superficie, según se deduce de las investigaciones de J. Bolbur. Esta falla transversal tiene, según el concepto del autor, el carácter de un empinado cabalgamiento hacia el Oeste.

La idea de un escollo o dovela media, tectónicamente autónoma, se ha tenido que abandonar, por consiguiente. En el mapa estructural se indica o se ofrece la dovela media como una pieza de unión trastornada entre las dovelas oriental y occidental. En oposición a las fallas transversales, los pequeños y abundantes trastornos orientados en dirección del rumbo, que han sido localizados mediante levantamientos de detalle, juegan un papel muy subordinado y ofrecen, al parecer, el carácter de grietas de desgarramiento de la bóveda que únicamente alcanzan hasta las capas salinas del Portlandés, próximas a la superficie, y limitan dovelas arrancadas o rotas.

La cuestión de la limitación del flanco oriental del anticlinal de Bentheim con respecto a la así llamada dovela de Schütorf es, a la vista de los datos geológicos y geofísicos que se poseían entonces, de una resolución poco clara. Aquí existe, sin duda, no sólo una gran falla marginal, sino un sistema de fallas que permite reconocer una depresión de tipo fosa.

Datos referentes a la producción.—La porosidad de los dos horizontes productores de gas alcanza un porcentaje pequeño. Es más reducido en la región de la «dolomía principal» que en la de la «dolomía tableada». La permeabilidad es igualmente muy pequeña y alcanza, como máximo unos pocos milidarcys. Sin embargo, las dolomías tableadas y la dolomía principal están atravesadas por fracturas mediante las cuales se aumenta esencialmente la permeabilidad.

Los dos horizontes portadores de gas contienen solamente gas seco, esencialmente metano, con impurezas de SH_2 , CO_2 y N_2 . Faltan los hidrocarburos de grado más elevado, y únicamente acompaña a la producción de gas agua en estado fluido. La composición de los gases de ambos horizontes gaseosos no muestran ninguna diferencia práctica, y es la siguiente:

Metano.....	90.2 %
Etano.....	0.8 %
C_3H_8	0.1 %
CO_2	2.8 %
H_2S	0.7 %
N_2	5.4 %

Condiciones de temperatura y de presión.—Las temperaturas del yacimiento y las medidas de presión que se han llevado a cabo no pudieron realizarse en las primeras fases de la producción, por causa de motivos técnicos.

En las capas portadoras de gas la temperatura oscila según la profundidad entre 68° y 74° C. El grado geotérmico alcanza por término medio 25 metros por 1° C. Mediante fallas transversales, el campo de Bentheim está dividido en tres dovelas, y como muestran las condiciones de presión, estas dovelas están parcialmente en conexión con las aguas marginales.

La dovela occidental, puesta de manifiesto durante la perforación del Bentheim 5, mostró en las pruebas de producción del año 1955 una presión de yacimiento de 162 kgs. cm.²

La dovela media, puesta de manifiesto mediante las perforaciones Bentheim 2 y 6, permanece, como lo de-

muestran las circunstancias de presión sobre las aguas marginales, en conexión con la dovela oriental que ha sido explorada mediante los sondeos 1, 7 y 13.

La presión original del yacimiento en la dovela oriental, y se puede pensar lo mismo en la dovela media, alcanza cerca de 190 kgs. cm.²

El gas natural del campo de Bentheim es poco corrosivo, y no se han observado efectos ni en la tubería de producción ni en los alimentadores.

La producción de este campo en 1956 fué de unos 750 millones de metros cúbicos.

CAMPO DE GAS DE REHDEN

El campo de gas de Rehden, que cuenta con una producción anual de 116 millones de metros cúbicos, y que desde 1955 es el mayor productor alemán de gas, yace en la parte meridional de la concesión Ridderade de la Compañía Wintershall, a 10 kilómetros al E. de la ciudad de Diepholz, más o menos a la mitad de distancia entre Osnabrück y Bremen.

El campo se extiende en dirección N.-NO., S.-SE. sobre una longitud de unos seis kilómetros y alcanza con su extremidad oriental, que se hunde hacia el E., hasta la concesión Dümmersee del consorcio Elwerath Mobil-Oil-Preussage-Wintershall, donde se conoce bajo la designación de campo parcial de Wafenfeld y donde hasta ahora se ha cortado gas en un sondeo, pero no está todavía en producción industrial.

En la producción de gas de Rehden, por ahora, sólo participa el campo parcial de Rehden.

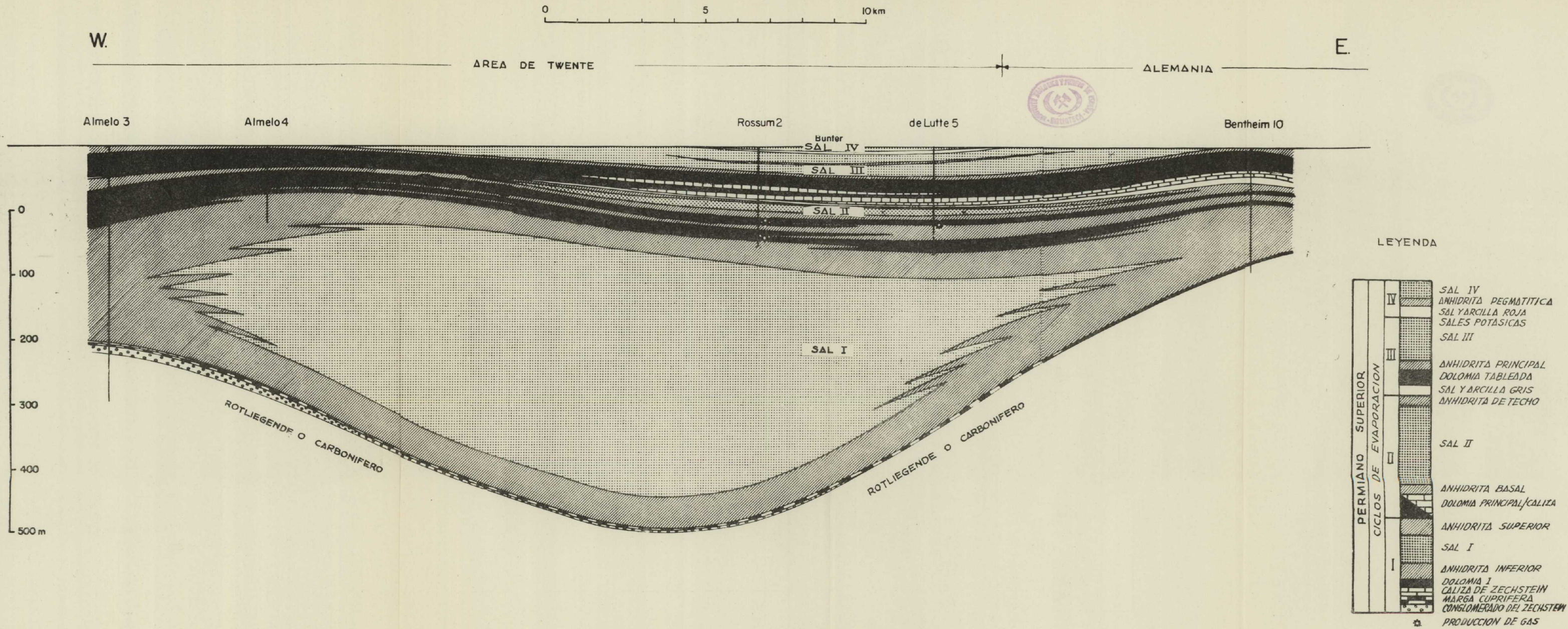


Fig. 3. - Corte estratigráfico del permiano superior entre Almelo y Bentheim (Alemania).

Historia del descubrimiento y de la exploración.—El descubrimiento del mayor depósito de gas de la estructura de Rehden, fué logrado por la perforación de Rehden 4, en el año 1951. Esta perforación era la sexta de una serie de sondeos de investigación en el Wealdense y Portlandés y se profundizó hasta el Dogger a causa de la falta de indicios petrolíferos. De manera muy sorprendente atravesó la perforación bajo las margas salinas del Münd un gran trastorno y encontró por debajo el Muschelkalk. Bajo la sal del Muschelkalk, así como en la parte alta del Buntsandstein medio, tuvo lugar una viva erupción de gas metano. A juzgar por las presiones observadas que se elevaban considerablemente por encima de las presiones hidrostáticas, se dedujo que este gas estaba en relación con depósitos situados en el Zechstein.

Este nuevo objetivo de exploración sólo se pudo lograr con el sondeo de Rehden 5, especialmente organizado técnicamente y colocado en la inmediata vecindad del Rehden número 4. Esta perforación encontró gas en la dolomía principal del Zechstein en julio de 1954. Los tanteos de producción dieron lugar a los siguientes datos:

31.000	m ³ /dia.....	270	atmosferas de presión	
92.000	m ³ /dia.....	263	id.	id.
155.000	m ³ /dia.....	255	id.	id.

La presión del yacimiento era de 272 atmósferas, así de esta manera se descubrió un yacimiento de gas que tanto desde el punto de vista de su estructura geológica como de su capacidad pone de manifiesto el gran interés gasífero de la zona Norte de Alemania.

Como consecuencia del descubrimiento se intensificó la exploración del campo en 1953 y se perforaron las zonas media y occidental de la estructura con dos equipos. En

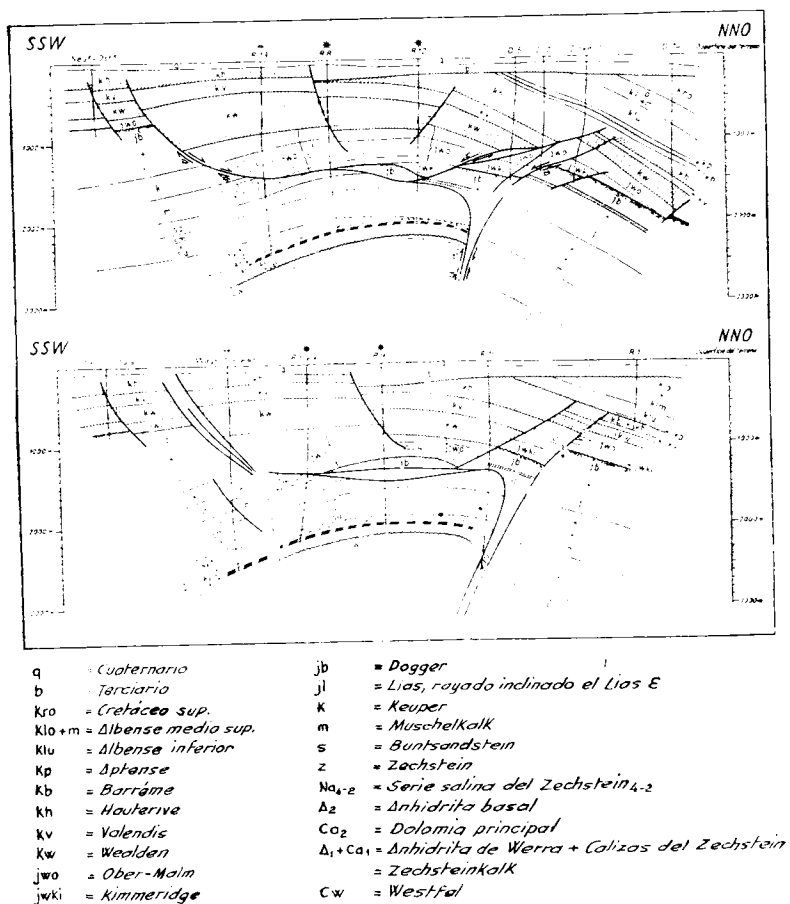


Fig. 4. - Cortes del campo de gas de Rehden.

1957 se habían realizado 10 perforaciones de las cuales seis eran productivas.

El campo parcial de Wagenfeld fué investigado mediante cuatro perforaciones, de las cuales una fué produc-

tiva. La suma total de metros perforados alcanzó en Rehden la cifra de 25.472 metros y en Wagenfeld 10.407 metros.

Serie estratigráfica (fig. 4).—El depósito del gas en la estructura del Rehden lo constituye la «dolomia principal», así como la secuencia de carbonatos de la serie del Zechstein II. La potencia de la dolomia principal es muy constante y oscila solamente entre 25 y 40 metros; su yacente es la anhidrita de la serie del Zechstein I (Anhidrita de Werra) y el techo lo constituye la anhidrita basal; por consiguiente, sobre las anhidritas basales descansa una serie predominantemente salina, cuyo desarrollo sólo se ha comprobado en las perforaciones del flanco y que alcanza aquí una potencia de 300 ó 400 metros, mientras que en la parte central aparece intensamente reducida incluso a pocos metros. Ya en 1952 se llamó la atención acerca de esta reducción, y se interpretó como debida a efectos tectónicos, aunque al mismo tiempo se sospechaba la posibilidad de la existencia de un umbral del Zechstein. Incluso hoy esta cuestión no está enteramente resuelta, aunque se piensa que la causa debe ser tectónica.

No obstante las grandes alteraciones de potencia, la serie salina constituye con toda seguridad una cobertura excelente para el depósito de gas de la dolomia principal; la serie superior que alcanza hasta 2.000 metros de potencia consiste en rocas del Triás, del Jurásico y del Cretáceo inferior, así como del Terciario y Cuaternario.

La serie desde el Triás hasta el Dogger ofrece espesores y facies muy uniformes.

El Triás se compone de (de abajo a arriba):

500 mts. de Bunt. — Con areniscas de grano medio y una intercalación de 40 metros de formación salina del Rot correspondiente a la parte superior del Bunt

- ± 300 mts. del *Muschelberg Medio*.—En facies de dolomía y anhidrita y una serie salina intercalada, de 100 a 120 metros de potencia.
- ± 270 mts. de *Keuper*.—En que se incluyen el Keuper Medio con anhidrita, pero sin sales, y el Retico que contiene algunas hiladas de arenas finas en las que hasta ahora no se han encontrado trazas de gas ni aceite.

El Jurásico medio e inferior se compone de:

- ± 480 mts. de *Lias*.—Constitución puramente arcillosa.
- ± 220 mts. de *Dogger*.—Igualmente arcilloso, pero que contiene arenas de grano fino impuras en el Dogger *b* y en el Dogger *a*.

La laguna estratigráfica, alcanza desde el Calloviense hasta el Oxfordiense, y a partir de ella y en el Jurásico superior, así como en el Wealdense y en el Neocomiense, se inicia una intensísima variación de facies y de potencia. Esta última varía entre 650 y 1.750 metros.

A partir del Barremiense se uniforma de nuevo la velocidad de hundimiento, uniformidad que se mantiene en el Aptense y Albense y se prolonga también en el Cretáceo superior más bajo; sólo a partir del Cretáceo superior más alto se presentan de nuevo diferencias en los espesores que conducen a los movimientos de la orogénesis *Laramica*.

Por lo que se refiere a la tectogénesis se puede decir que, a pesar de los complicados detalles, tan aparentes en la imagen tectónica, el conjunto puede reducirse a una fórmula fundamental muy sencilla: hundimiento de una dovela profunda septentrional e inmediatamente nuevo alzamiento de aquella dovela profunda septentrional en cuyo proceso se quebranta, en una dovela septentrional más alta y una dovela media hundida en fosa; posteriormente, doblamiento del paquete estratigráfico en todo el ámbito y desplome parcial de la superficie de fractura.

Yacimiento.—Roca depósito.—La «dolomía principal» consiste en un tercio inferior de calizas organógenas, una parte media en que dominan las dolomías, quizás en parte de poros bastos, y en una parte superior donde se intercalan en gran medida hiladas de anhidrita y dolomías entrecruzadas de anhidrita. Se admite que la formación de dolomías es de diagénesis temprana y que, por consiguiente, en el caso de la dolomía de Rehden, la porosidad es de origen diagenético.

Los estudios de porosidad y permeabilidad permiten reconocer una división triple, una parte inferior con porosidades de 20 por 100 y permeabilidades entre 1 y 100 MD., una parte más alta y de poco espesor con porosidad de 10 por 100 y permeabilidad de 1 MD. y otro tramo de escasa potencia con porosidad de 20 por 100 y permeabilidad entre 200 y 300 MD.

El tercio superior del conjunto de dolomías posee una porosidad muy uniforme de 15 por 100 y permeabilidades entre 1 y 50 MD.

No se puede por ahora decir en qué medida intervenga junto a la porosidad de la roca la debida a fracturas de origen tectónico.

Composición de los gases.—Se trata en Rehden de un gas seco de composición muy constante:

Metano	75 %
CO ₂	16 %
N ₂	7 %

faltan por completo los hidrocarburos superiores, así como los compuestos sulfurados.

En el campo de Rehden hay en la actualidad cinco son-

deos productores con una producción total mensual de 3 15 millones de metros cúbicos.

La producción hasta el 31 de marzo de 1957 era de 381 millones de metros cúbicos; el sondeo más productor es el Rehden 9, el más alto dentro de la estructura, que produce el 32,5 por 100 de la producción total.

La presión inicial del gas era de 281 atmósferas.

Genesis del campo.—Se consideran dos hipótesis:

1.ª La roca madre del gas son las margas fétidas de las que ha pasado el gas mediante migración lateral a la «dolomía principal».

2.ª El gas tiene su origen en las hullas carboníferas de las que ha sido producido por combustión incompleta y de las que ha pasado por medio de grietas hasta la «dolomía principal».

Este último concepto parece apoyado por el alto grado de gasificación del espacio comprendido entre Zingen y Osnabrück, así como por la falta total de hidrocarburos de grado superior en el gas de Rehden.

CAMPO DE GAS DE STOCKSTADT

Este campo yace en la parte septentrional de la fosa del Rin, a unos 13 kilómetros al Suroeste de Darmstad. En los años 1936 a 1939 la Sociedad Elwerath llevó a cabo varios sondeos profundos en sus concesiones, sin éxito. Se reanudaron los sondeos en 1951 después de una campaña geofísica de sísmica de reflexión y además de los hallazgos en petróleo de Stockstadt y Wattenheim, se lograron los descubrimientos de los campos de gas de Stockstadt en 1950, Eich en 1953 y Wolfskehlen en 1956. Los

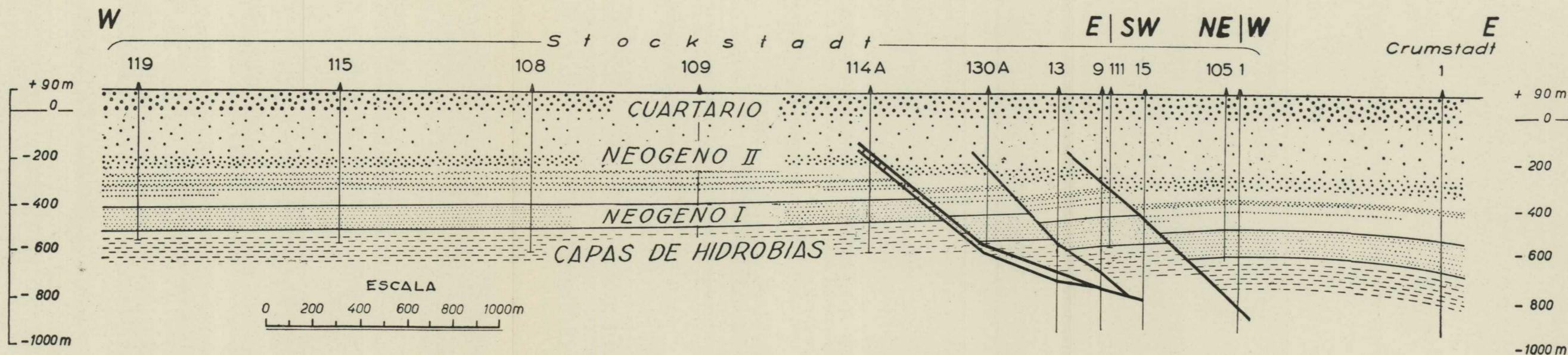


Fig. 5.—Corte estratigráfico del campo de gas de Stockstadt.

tres campos de gas pertenecen al mismo tipo de yacimiento y producen a partir del mismo horizonte; de los tres el más importante es el primero.

Estratigrafía (fig. 5).—El relleno terciario de la fosa del Rin tiene un espesor de 1.500 a 2.500 metros de potencia, compuesta, por lo general, por las capas de Pechelbronn que transgreden sobre el Rotliegendes y que en la dovela más alta de la estructura contiene un yacimiento petrolífero. Encontramos una serie sedimentaria ininterrumpida hasta el Cuaternario, que permite reconocer un doble cambio de sedimentos de marinos a salobres-limnicos y que muestran una gran participación en rocas bituminosas. Las capas bituminosas de «Hydrobias» y de «Corbicula» que en toda la fosa norte del Rin ha dado con frecuencia indicios de aceites y de gas en los diferentes sondeos, pueden considerarse con toda seguridad como la roca madre del gas.

La edad del Terciario más alto no puede establecerse con seguridad; la atribución hasta ahora aceptada de la totalidad de las capas de «Hydrobias» al Aquitaniense ha de ponerse actualmente en duda. Por consiguiente, para las capas superiores se ha introducido las denominaciones neutras de Neoterciario I y II. Tampoco es nada claro el límite entre Terciario y Cuaternario. Antes se llamaba Mioceno superior al Neoterciario I y Plioceno al Neoterciario II.

FORMACION		Designaciones locales estratigráficas	Espesor en metros	
Cuaternario	Aluvial Pleistoceno		— — 2	
			90 — 130	
Terciario	Plioceno	Neoterciario II	200 — 250	
			30 — 75	
		135 — 180		
	Mioceno	Aquitaniense	Neoterciario I	00 — 140
			Capas de Hydrobias Superior	500 — 600
			Hydrobias Inferior	85 — 110
			Capas de Corbicula Capas de Ceritium	60 — 70 120 — 240
	Oligoceno	Chattiense	Capas abigarradas de Niederrödern	160 — 200
			Capas de Cyrenas	170 — 200
		Rupeliense	Capas de Meletta	
Arcillas de Septaria			40 — 55	
Sannoisense			Capas de Pelchebron	— 25 — 20 3 — 45
	Permiano	Rotliegense	no se ha perforado	

Rocas depósito.—El campo de gas se encuentra en la parte superior de las capas de Hydrobias en el Neoterciario I y en la parte más baja del Neoterciario II. Con respecto a sus cualidades como depósito se diferencian totalmente; por un lado las capas de Hydrobias y por otro lado los Neoterciarios I y II. La capa de Hydrobias del depósito principal está constituida por bancos de dolomías

abundantes, compacto-cavernosas, algo fracturadas y cuyo espesor puede llegar a los dos metros, pero que por lo general no pasa de los 0,80 metros.

No existen arenas. El volumen de depósito de las capas de Hydrobias es difícil de estimar y seguramente bajo. En el Neoterciario los depósitos son arenosos; el Neoterciario I contiene abundantes bancos de arenas finas y de polvo calizo y margoso, que están moderadamente consolidadas y cuyo espesor alcanza sólo unos pocos metros. La potencia conjunta de arenas puras es de 15 a 20 metros. La permeabilidad varía intensamente como consecuencia de la variable proporción de arcillas. Se han medido hasta 1.000 MD. de permeabilidad de aire.

La porosidad está entre 20 y 30 por 100 con un promedio de 25 por 100. En las arenas ricas en carbonatos es algo mayor.

En la parte inferior del Neoterciario II se desarrollan muy escasos horizontes de arena, cuyo espesor alcanza hasta 10 metros. Son de grano fino a grueso y bastante puras. Como no está consolidada no se puede obtener testigos para la determinación exacta de porosidad y permeabilidad.

Tectónica.—La viva tectónica de fracturas tan características de la fosa del Rhin, define también el cuadro tectónico de la estructura de Stockstadt. Esta se descompone en seis dovelas mediante un sistema de fracturas que en lo esencial son de buzamientos antitéticos y que descienden en escalera de Oeste a Este. Los movimientos de las dovelas tuvieron lugar simultáneamente con la sedimentación, de modo que los espesores de las series sedimentarias muestran diferencias netas de dovela a dovela.

La composición del gas es la siguiente:

Metano.....	94.6	%
Etano.....	2.3	%
Propano.....	0.002	%
Butano.....	0.001	%
C ₅ +.....	0.7	%
CO ₂	0.2	%
N ₂	2.2	%

La salinidad de las aguas madres se incrementa débilmente desde el Neoterciario II hasta las capas de Hydrobias, es decir, de abajo arriba, pero se mantiene la composición del quimismo.

El yacimiento de gas se encontró en una prueba de producción en una de las primeras perforaciones de petróleo en 1953, y en abril de 1956 se había agotado prácticamente la capacidad de sondeos del campo de gas, habiéndose realizado 27 sondeos, de los cuales sólo tres fueron estériles.

El conjunto de metros perforados alcanza 21.146 metros.

La explotación se ha hecho de abajo arriba. En todos los sondeos se produce a partir de las capas de Hydrobias y se presentó al poco tiempo de empezar la producción el agua salada a pesar de todas las precauciones (límite de 3.000 metros cúbicos por sondeo y día). Las pruebas aisladas dieron como resultado que el agua penetraba más o menos simultáneamente en todos los horizontes abiertos del mismo sondeo.

Para parte de las perforaciones se logró mediante una producción intermitente a intervalos de tiempo mayores, lograr una producción reducida. La producción conjunta de cada uno de los sondeos alcanza como máximo 1.500.000

metros cúbicos hasta la fecha. Esta producción tan reducida, no puede sorprender en vista de las condiciones poco favorables de las rocas depósito.

CAMPOS DE GAS DE LA ADMINISTRACION DE PETROLEOS AUSTRIACA

Los campos de gas de la administración de petróleo austríaca yacen en la así denominada «Depresión Vienesa» que se extiende entre las prolongaciones de los Alpes Orientales y los pequeños Cárpatos. En esta depresión rellena de sedimentos que consisten principalmente en depósitos terciarios, margas arcillosas, arenas y areniscas, es donde se presentan los campos de gas. Como roca madre hay que considerar las arcillas y margas arcillosas, a partir de las cuales el gas ha emigrado a las arenas y areniscas.

Entre estos yacimientos de gas natural podemos distinguir tres tipos:

A) Gas natural que aparece junto con petróleo en el mismo horizonte (gas mineral = a gas con aceite asociado).

En este grupo se considera también incluido el gas de los horizontes de petróleo.

B) Gas natural que se encuentra bien diferenciado en horizontes propios, pero compartiendo las mismas estructuras que los horizontes de petróleo.

C) Campos de gas natural puros.

En nuestra descripción sólo vamos a considerar las categorías B y C.

Los yacimientos, por decirlo así, puros de gas natural,

se presentan desde el Helvetiense hasta el Panonense inferior, por consiguiente y prácticamente en toda la formación geológica entre estos dos tramos.

	Mühlberg	A. Lichtenw.	Rabensburg	H. Rappersdorf	Niedersulz	Matzen	Kagran	Zwerndorf	Fischamend	Aderklaa
El-Panonense	■					■				
Sarmatiense	0 ■					■			■	
	1 ■			■		■	■			
Tortonense	0 ■			■			■			
	1 ■		■				■	■		
Helveciense										■

El tipo de yacimiento corresponde por lo general al de anticlinal, en el cual algunas partes han sido desgajadas mediante fracturas. En la depresión de Viena podemos diferenciar tres zonas productoras de gas:

1. *La zona productiva que está ligada a la falla de Steinberg.*

En ella se encuentran, además de los campos de petróleo, los siguientes campos productores de gas:

- a) *Campo de Mühlberg.*—Sin producción.
- b) *Campo de Alt-Lichtenwarth.*—Producción escasa, puesto que es de pequeña extensión. Hace años que ya no se trabaja.
- c) *Campo de Rabensburg.*—Está ahora en período inicial de investigación.

d) *Campo de Niedersulz.*—Es un campo todavía bastante desconocido, de pequeña extensión, que no está en producción.

e) *Campo de Hehenrappersdorf.*—Producción escasa, a causa de su pequeña extensión. Hace años que no se explota.

f) *Campo de Oberlaa.*—Es una prolongación análoga de la falla de Steinberg, al Sur de la depresión de Viena y ya no está en producción.

II. *La zona productiva que está ligada a la falla de Bockflieos-Grossengersdorf con buzamiento Oeste.*

- a) *Campo de Matzen.*—En explotación.
- b) *Campo de Aderklaa.*—No está en explotación.
- c) *Campo de Kagran.*—En el comienzo de la investigación.

III. *La zona productiva que está ligada a la falla de Lasse.*

- a) *Campo de Zwerndorf.*—En explotación.
- b) *Campo de Fischamend.*—En explotación.

Las primeras manifestaciones seguras de gas de la parte austríaca de la depresión intralpina de Viena son del año 1930, cuando el 30 de agosto, en la perforación del Windisch-Baumgarten, tuvo lugar una erupción de gas en el Flysch, apareciendo el gas junto con el petróleo. A partir de este momento comenzó un período en el que sólo se buscó petróleo, que se encontró y explotó.

Los campos puros de gas se encontraron por primera vez en la investigación de la depresión meridional de Viena. Allí, en 1934, se encontró el pequeño campo de gas de Oberlaa, que en los años 1934-1935 suministró 13,4 millo-

nes de metros cúbicos de gas natural, que se utilizó para el consumo de la Fábrica Municipal de Gas de Viena.

Los yacimientos productivos se encuentran aquí en el Tortonense, pero a una profundidad muy escasa, de 250 a 260 metros.

A principios de 1935 se había extinguido totalmente la producción de todo el campo.

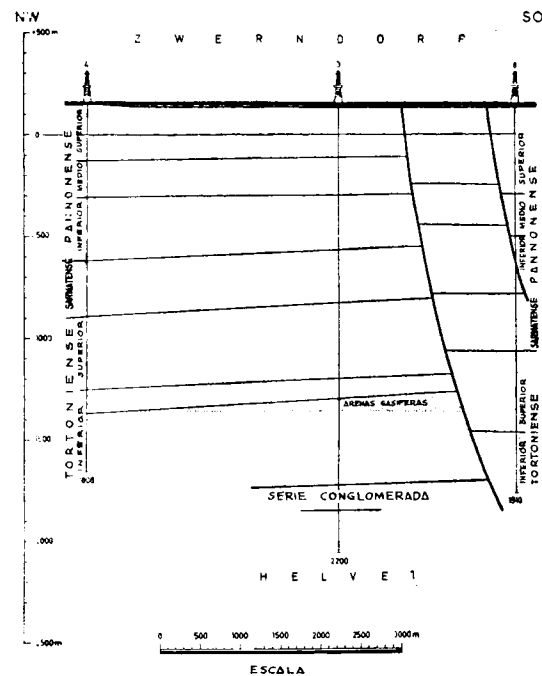


Fig. 6.—Corte geológico del campo de gas de Zwerndorf.

En los trabajos de investigación hacia el E., tuvo lugar, en la perforación de la cúpula de Schwadorf, en el año 1935, una erupción incontrolada de gas, en el curso de la cual todo el equipo de sondeo fué destruido. La erupción procedía de un horizonte Sarmatense, a unos 500 me-

tros de profundidad. A pesar de prolongados trabajos de investigación, no se pudo encontrar ningún yacimiento productivo en la región de Schwadorf.

Más tarde y durante largo tiempo, se prescindió de la zona al Sur del Danubio para investigaciones de gas y se volvió de nuevo a la parte Septentrional de la Depresión de Viena. Aquí se encontraron, primero el campo de gas de Mühlberg, en seguida los Alt-Lichtenwarth y Hohenruppersdorf, así como el de Aderklaa.

Los campos de Alt-Lichtenwarth y Hohenruppersdorf, suministraron gas procedente de diversas dovelas pequeñas, fragmentadas por muchas fallas; en parte del Tortonense Superior y en parte de los horizontes del Sarmatense. Sin embargo, no hubo demasiada producción y la mayor parte de los horizontes debieron ser abandonados finalmente, después de una corta etapa de producción, a causa de que se llenaron de arena. De momento ambos campos están fuera de la explotación a causa de su escasa rentabilidad.

El campo de Aderklaa se descubrió en el transcurso de trabajos intensos de investigación que comenzaron en el año 1938. Se encontraron, en 1940, en capas del Helvético y a profundidades de 2.100 a 2.500 metros varios horizontes productores de gas. De ellos se obtuvieron hasta el año 1951 unos 138.000.000 de metros cúbicos de gas. En aquella época se cerró el horizonte de gas en el único pozo todavía productivo, con objeto de obtener la producción de un horizonte petrolífero existente en el Tortonense a unos 1.700 metros. Hoy no se puede producir en este campo por falta de sondas apropiadas ninguna cantidad de gas procedente del Helvético.

Además se encontraron en las zonas de la ciudad de

Viena, en San Marx, igualmente horizontes productores de gas. Un horizonte de gas encontrado en el Tortonense Superior (714-730 metros) produjo en los años 1944 a 1946 la cantidad que para los objetivos de entonces era muy im-

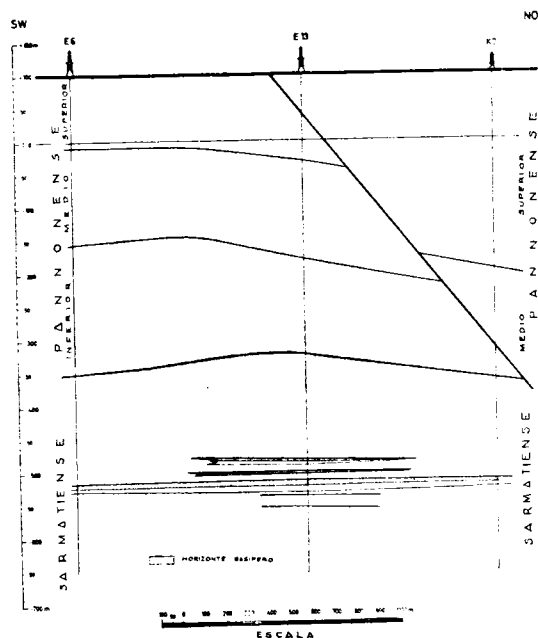


Fig. 7.—Corte geológico del campo de gas de Fischamend.

portante, de 3.891.000.000 de metros cúbicos. En 1946 tuvo que abandonarse este único sondeo productor a causa de su relleno total con arena. No pudieron efectuarse otros sondeos, puesto que la estructura está situada en una zona de la ciudad de Viena, con relativa densidad de población.

En los primeros años de la postguerra cedió la campaña de investigación y sólo se pudo empezar a hablar a partir del año 1949 de nuevos trabajos de investigación. En 1949 se descubrieron primero el campo de Matzen y en

1951 el campo de gas de Zwerndorf y en 1955 el campo de Kagran, situado igualmente en la parte habitada de la ciudad de Viena.

En el curso de los últimos tiempos se han hecho cálculos de las reservas, que dieron los siguientes valores en millones de metros cúbicos referidos al gas puro.

	Mühlbg.	Matzen	Zwerndf	Kagran	Fischamend	Varios campos pequeños
Reservas recuperables.....	1650,0	3500,0	15000,0	300,0	300,0	500,0
Producción hasta 31-12-1956..	952,4	903,5	300,3	—	95,4	200,0
Reservas existentes (aprox.)...	700,0	2600,0	14700,0	300,0	200,0	300,0

Sólo a partir de 1955 se puede hablar de una economía nacional organizada, puesto que antes se empleaba el gas de alta presión predominantemente para la producción de petróleo.

La utilización de los gases producidos no se lleva a cabo en cada campo, sino que el gas junto con el gas del petróleo, son recogidos en colectores y después llevados a los consumidores. La mayor parte del gas fué empleado al principio directamente en los diversos campos de petróleo para elevar el petróleo; tan pronto como se pudo recuperar se reunieron junto con el gas procedente del petróleo y se condujeron por medio de gaseoductos, siendo suministrados a la Fábrica Municipal de Gas de Viena, que fué su principal consumidor. En esta fábrica la mayor parte de los gases de petróleo son transformados en gas para uso doméstico. Otra parte sirvió para la producción de energía eléctrica en las épocas de mayor consumo. Una pequeña parte de los gases fueron directamente suministrados a la

pequeña industria y utilizados para el consumo doméstico en los campos de gas. Una parte todavía más pequeña se comprimió a alta presión como combustible para autos, vendiéndose en estaciones suministradoras propias.

Las pérdidas en los primeros años alcanzaron hasta el 35 por 100, puesto que el gas se empleó en primer lugar para elevar el petróleo hasta la superficie. No había gran interés en su recuperación, puesto que se consideraba como un artículo de segunda clase. Sólo después de la organización del O. M. V. A. G. se tuvo en consideración la importancia industrial del gas y se actuó consecuentemente con respecto a su empleo. En el año pasado se preparó un gran programa de inversiones, cuya realización acaba de comenzar.

EL CAMPO DE GAS DE MUHLBERG

El campo de gas de Muhlberg está situado a 65 kilómetros al NE. de la ciudad de Viena, y su altura media sobre el nivel del mar alcanza 180 metros.

El primer sondeo productor de gas fué el número 7 de Muhlberg, el día 7 de julio de 1943.

El campo consiste en un anticlinal que está dividido en diferentes dovelas por varios sistemas de fracturas; como consecuencia del hundimiento de la dovela media se ha originado una especie de estructura en fosa en los horizontes más altos.

Los horizontes productores de gas, tanto Sarmatienses como Tortonenses, consisten en pequeños lentejones que o bien son adyacentes a las diferentes dovelas o bien están reunidos unos con otros en un solo elemento estructural.

En los lentejones más pequeños había sólo una sonda en actividad. La serie entera de estratos se conserva completa y las capas correspondientes yacen concordantes.

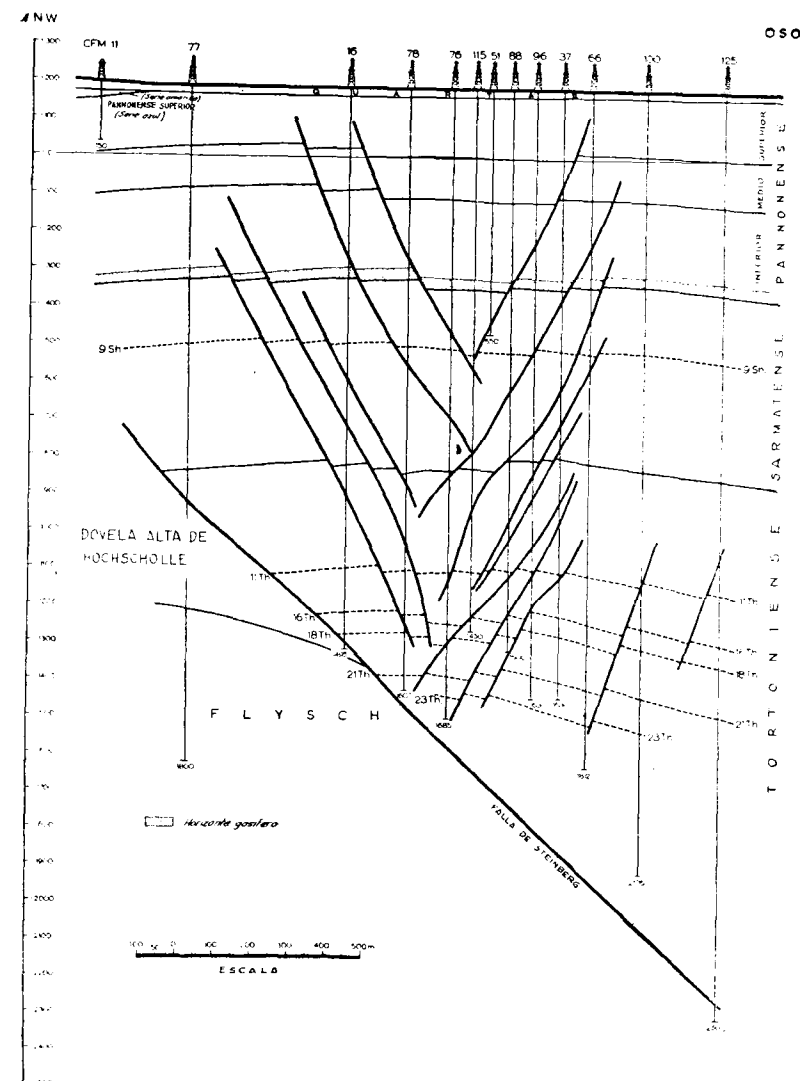


Fig. 8.—Corte geológico del campo de gas de Muhlberg.

Por consiguiente, también en el caso de este campo se puede hablar de una estructura condicionada tectónicamente.

La serie estratigráfica (fig. 8) consiste en general en: 500 metros de Panonense y 500 metros de Sarmatense y Tortonense que todavía no han sido perforados por completo. El Sarmatense está dividido aquí en 20 horizontes arenosos, que yacen aislados mediante hiladas de margas y que, por consiguiente se pueden relacionar bien.

Estratigrafía y litología del sondeo de Muhlberg 52

De 0 a 21 metros.—Acarreos cuaternarios.

De 21 a 514 metros.—*Panonense*.

21-180.—*Panonense Superior*.—Acarreos y arenas acuíferas.

180-313.—*Panonense Medio*.—Margas arcillosas con intercalaciones arenosas.

313-514.—*Panonense Inferior*.—313-448. Capas de arena con intercalaciones margosas.—448-487. Complejo margoso.—487-514. Hiladas de arenas, horizonte principal de gas. Macrofósiles: *Melapnosis-Impressa*.

De 514 a 950 metros.—*Sarmatense*.

514-768.—*Sarmatense Superior*.—Margas arcillosas, con 14 hiladas distintas de arenas que en su mayor parte son gasíferas localmente. Fósiles: *Nonicua granosua*.

768-950.—*Sarmatense Inferior*.—Margas arcillosas con 6 intercalaciones de arena que únicamente llevan gas localmente. Fósiles: *Elphidium*. S. P.

De 950 a 970 metros.—*Tortonense Superior*.

Las rocas depósito son por lo general arenas grises de grano medio, que no están demasiado intensamente conso-

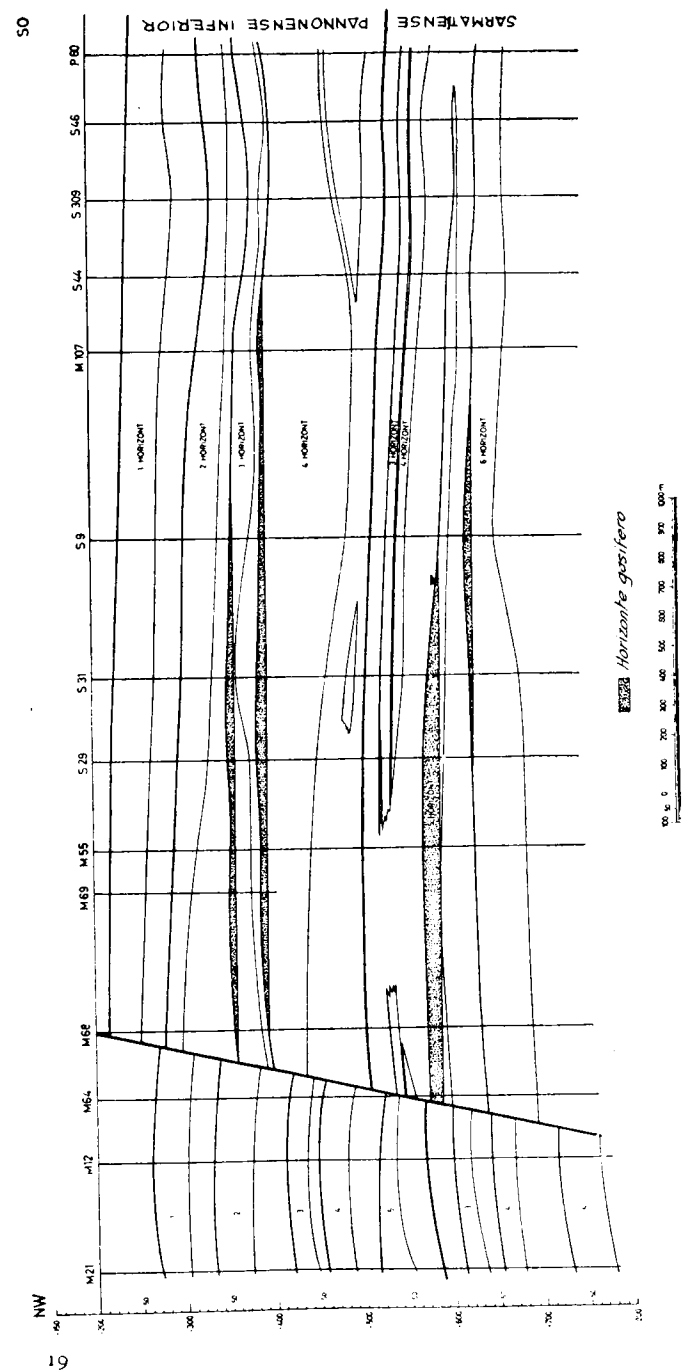


Fig. 9.—Corte geológico del campo de gas de Matzen.

lidades. La porosidad efectiva de la zona de «*Melanopsis impressa*» alcanza 38 por 100. En los horizontes sarmatenses más profundos, productores de gas, es algo más reducido y alcanza un 28 por 100. La permeabilidad del conjunto de los horizontes portadores de gas es muy alta.

El diagrama de distribución de tamaños de grano muestra una gran participación porcentual de las mayores fracciones de los granos gruesos, lo que explica la mayor porosidad y el rápido equilibrio de presiones.

La temperatura media de la zona del yacimiento de *Melanopsis impressa* es de 28°C. El grado geotérmico alcanza en el taladro de perforación sin entubar hasta una profundidad de 1.300 metros, únicamente un aumento de temperatura de 1°C. Bajo los 1.300 metros aumenta el gradiente. El contacto gas-agua constituye en cada horizonte una superficie horizontal. Tiene en cada dovela o islo prácticamente la misma diferencia de nivel que la que existe entre las diferentes dovelas a través de las fallas.

El gas tiene en las sondas, la mayor parte de las veces, una presión de 25 atmósferas y se reduce luego a 10 atmósferas para su utilización.

CAMPO DE GAS DE MATZEN

El campo de gas de Matzen yace 30 kilómetros al NE. de Viena. La altura media sobre el nivel del mar de esta zona alcanza 160 metros. Los trabajos de investigación comenzaron en el año 1948.

La serie estratigráfica en la zona de Matzen (fig. 9 y 10) consiste en unos 670 metros de Panonense, de los cuales 250 metros son de Panonense Inferior, el cual se di-

vide en cinco horizontes arenosos, de los cuales tres son portadores de gas.

Bajo el Panonense yace el Sarmatense, que como promedio tiene 350 metros de potencia y que en oposición al

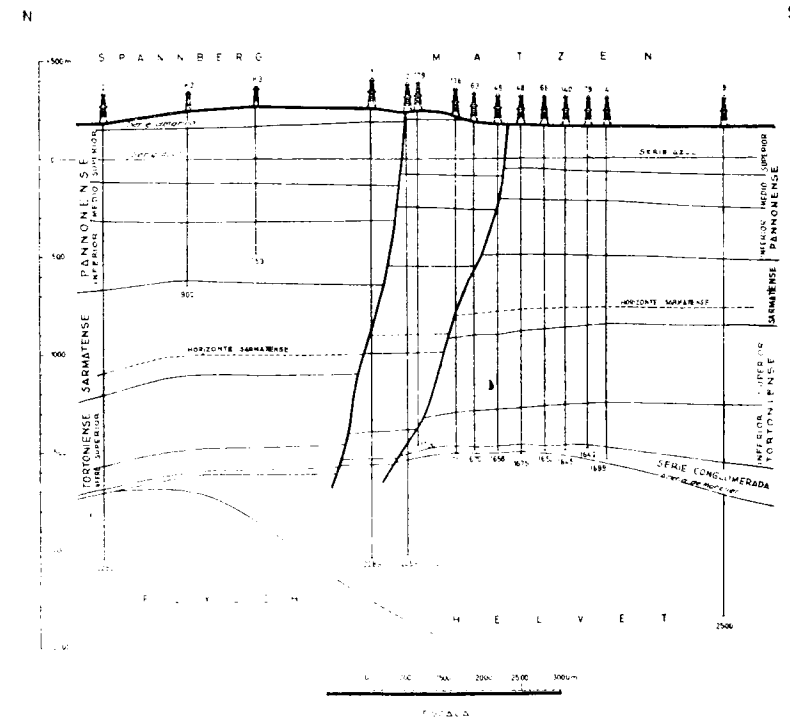


Fig. 10.—Corte geológico del campo de gas de Matzen.

campo de Muhlberg se divide solamente en 10 horizontes arenosos. En el Sarmatense yace el importante horizonte de gas del campo de Matzen, el horizonte número 5. Dos horizontes más son portadores locales de gas, mientras que algunos horizontes que yacen más profundos se dan como seguros portadores de gas, pero aún no han sido investigados. Bajo el Sarmatense yace el Tortonense con unos 600

metros de espesor. Consiste en margas arcillosas, hiladas de arenas que se dividen en 16 horizontes correlacionados. Algunos horizontes del Tortonense Superior registran gas, pero todavía no se ha aclarado si no se trata de la montera de gas de algún horizonte petrolífero.

El Tortonense yace discordante sobre el Helveciense y tiene más de 600 metros de potencia. La serie conglomerática, en el yacente del Tortonense, aumenta en potencia hacia el E. Entre las capas helvecienses que yacen concordantemente sobre el Flysch y el Tortonense existe una discordancia considerable. Esta tiene tanto alcance que en el NO. el conglomerado del Tortonense Inferior yace directamente sobre el Flysch.

En el Helveciense se encuentra el petróleo en diferentes capas de arena, mientras que en el Flysch Cretáceo todavía no se ha encontrado ningún hidrocarburo utilizable. Las capas constituyen un abombamiento, que al NO. está cortado por un sistema de fracturas. En las culminaciones, así como en las zonas próximas a las fracturas, se encuentran los yacimientos de gas.

Estratigrafía y litología del sondeo de Echönkirchen 29

De 0 a 5 metros.—*Cuaternario*.—Acarreos.

De 5 a 248 metros.—*Panonense Superior*.—Arenas y acarreos acuíferos.

De 248 a 398 metros.—*Panonense Medio*.—Arenas con hiladas de margas. Macrofósiles: *Congenia Subglobosa*.

De 398 a 657 metros.—*Panonense Inferior*.—Margas arcillosas con hiladas de arena, que localmente son productoras de gas. Macrofósiles: *Congenia Partschii*, microfósiles.

De 657 a 1.012 metros.—*Sarmatense*.

657-770.—Margas arcillosas con hiladas de arena. De 10 a 15 metros de potencia. Estas son productoras de gas. Fósil característico: *Nonium granosum*.

770-1.012.—Predominan las margas arcillosas con diferentes hiladas de areniscas, de 4 a 30 metros de potencia. El piso superior es casi estéril en fósiles. La zona inferior es la zona de *Elphidium*, *E. Regiman* y *E. Flexio*.

De 1.012 a 1.330 metros.—*Tortonense Superior*.—Margas arcillosas con hiladas de arena.

Los horizontes más importantes productores de gas yacen en el Panonense Inferior y en el Sarmatense.

Las rocas depósitos son por lo general arenas de grano fino que están bien consolidadas y sólo en algunos horizontes, el Panonense Inferior 4, así como el Sarmatense 3 y 6 no muestran ninguna cementación sólida. La porosidad efectiva de la roca depósito de los horizontes Sarmatense y Panonense Inferior alcanzan como media el 27 por 100. La permeabilidad está alrededor de los 700 MD. En los horizontes de gas de Matzen los únicos fluidos que se presentan junto al gas natural son aguas madres.

El grado geotérmico en la perforación sin entubar alcanza a 100 metros un incremento de temperatura de 1,7° C. La temperatura media de los horizontes es en los horizontes 3 y 4 del Panonense Inferior, 29° C., en el horizonte Sarmatense núm. 5, 32° C.; en el horizonte Sarmatense núm. 6, 33° C. La presión inicial corresponde con toda seguridad a la presión hidrostática de cada horizonte. Aunque no se ha obtenido ninguna medida, podría deducirse de la relación, entre las presiones estáticas del entubado,

las cantidades de gas producidas y las propiedades físicas. Según las experiencias actuales parece que los horizontes más importantes son yacimientos de gas a presión. En la actualidad todas las sondas trabajan con alguna contrapresión de 40 atmósferas en el gaseoducto. Esta presión de 40 atmósferas se emplea como gas elevador para la producción de petróleo en algún campo vecino. El gas sobrante es recogido en un colector principal, donde se reduce a seis atmósferas y después se transporta a los diferentes consumidores.

CAMPO DE GAS DE ZWERNDORF

El campo de gas de Zwerndorf, hasta ahora el mayor de los campos de gas de Austria, yace a unos 40 kilómetros al E.-NE. de Viena, en la frontera austro-checoslovaca. La altura media de la zona alcanza 144 metros.

Esta estructura se descubrió en el año 1950. En 1952 tuvo lugar una erupción incontrolada de gas, en la cual, además de gas, también salió agua salada (11.000 m³ día). En el cráter así originado de 50 metros de diámetro, se hundió toda la torre del sondeo, la erupción no se pudo cortar totalmente hasta el 24 de febrero de 1954 después de infinidad de intentos y de esfuerzos. La primera perforación Zwerndorf 1 se comenzó el 22 de octubre de 1951 y la primera vez que se apreció el gas fué el 17 de enero de 1952 en el intervalo de 1.470 a 1.472 metros.

Estratigrafía y litología del sondeo Zwerndorf 1

- De 0 a 10 metros.—*Cuaternario*.—Acarreos bastos, ningún fósil.
- De 10 a 314 metros.—*Panonense Superior*.—Acarreos con hiladas de arcilla.
- De 314 a 462 metros.—*Panonense Medio*.—Arenas grises con varias intercalaciones gruesas de arcilla.
- De 462 a 673 metros.—*Panonense Inferior*.—Arenas grises con varias intercalaciones potentes de arcillas. Microfósiles.
- De 673 a 980 metros.—*Sarmatense*.
- 673 a 800.—Un complejo arenoso grueso gris con hiladas aisladas de margas. *Nonium granoso*.
- 800 a 980.—Arcillas margosas grises, duras bien estratificadas. Buzamientos de 6°. Sin macrofósiles.
- De 980 a 1.708,5 metros.—*Tortonense*.
- 980 a 1.060.—Horizonte de arenas en alternancia con hiladas delgadas de margas arcillosas. Sin macrofósiles. Microfósiles.
- 1.060 a 1.440.—Marga arcillosa gris dura, bien estratificada. Buzamiento de 8°. Sin macrofósiles. Microfósiles.
- 1.440 a 1.708,5.—Arenas y acarreos. Entre ellos margas e hiladas de margas arcillosas delgadas calíferas. El tramo productor de gas es el comprendido entre los 1.440 y 1.493 metros. (*Tortonense Inferior*).

La estructura consiste en un anticlinal cuya dirección es SO-NE., y cuya parte SE. está separada mediante una fractura. Las formaciones yacen concordantes desde el Tortonense hasta el Panonense, de manera que todas ellas muestran el mismo tipo estructural. Igualmente no hay

ninguna interrupción de la serie estratigráfica, ya que hay una serie completa desde el Helveciente hasta el Panonense Superior.

Las areniscas portadoras de gas son areniscas firmes y compactas que mediante manchas locales más margosas poseen una porosidad variable. La porosidad efectiva oscila de 19 a 26 por 100. La media alcanza 23 por 100. La permeabilidad varía entre 100 y 1.000 MD. Datos más exactos acerca de la permeabilidad sólo serán posible después de la obtención de más testigos.

Como fluidos en las rocas depósitos, además del agua madre que llena la mayor parte del complejo arenoso se encuentran también hidrocarburos de grado más alto, que son producidos con el gas y que se designan como ligroína.

La separación de la ligroína tiene lugar mediante separadores mecánicos de alta presión en la estación colectora.

La composición de los gases es la siguiente:

CO ₂	0'3 %
CO	0'3 %
N ₂	0'4 %
Metano	97'4 %
Etano	1'1 %
Butano	0'3 %

Hasta el horizonte de gas, el grado geotérmico en el sondeo sin entubar alcanza 2.° C., cada 100 metros. Bajo el horizonte de gas el grado geotérmico es algo más elevado. Por cada 100 metros de profundidad se incrementa la temperatura en 2,5° C. La temperatura media del horizonte de gas alcanza 47°. La presión del yacimiento se midió por primera vez el 3 de noviembre de 1956 y alcanzó, a la alta-

ra media de la perforación 1.483,5 metros, una presión de 146,6 atmósferas. La presión original del yacimiento no es conocida, ya que a causa de la erupción de gas no se pudo realizar ninguna medida. Por comparación con otros campos de gas de la depresión de Viena se puede considerar la presión original del yacimiento como idéntica a la presión hidrostática y sería por consiguiente para un contacto de agua y gas a los 1.493 metros de alrededor de unas 149.3 atmósferas.

CAMPO DE GAS DE FISCHAMEND

El campo de gas de Fischamend yace a 20 kilómetros al E.-SE. de Viena.

En la depresión meridional de Viena se reconoció hace ya bastante tiempo la existencia de gas y se llevaron a cabo trabajos de investigación. Se concentró la atención en la así denominada zona de Schwadorf próxima a la región de Overlaa.

En la perforación de Enzersdorf 1, que fué iniciada en el año 1935 tuvo lugar una erupción de gas mezclado con arena, en cuyo fenómeno fué completamente destruída la torre de sondeo. Una perforación iniciada en la inmediata vecindad quedó estéril. Luego cesaron todos los trabajos de investigación en la región. Sólo ya en 1950 se comenzaron de nuevo estos trabajos en gran escala que abrieron la iniciativa para nuevos trabajos de exploración. Desde 1951 se iniciaron nueve pozos de investigación. A pesar de los trabajos intensivos sólo se pudo descubrir un pequeño campo de gas.

La primera producción de gas se alcanzó con el sondeo Fik 1, que el 3 de abril de 1951 dió gas en el horizonte

Sarmatense núm. 5, en el intervalo de 702 a 708 metros. Las capas yacen concordantes en la zona de Fischamend, la serie estratigráfica es regular y no trastornada y consiste en unos 450 metros de Panonense que en su parte superior es de acarreos y arenas y en la parte inferior de arenas con varias hiladas de margas arcillosas.

El Sarmatense de una potencia de 450 metros está en esta parte de la depresión de Viena predominantemente convertido en margas o mezclado con margas. En el Sarmatense mismo es donde se presenta el tramo portador de gas más importante, que consiste en varias hiladas gasíferas, que yacen unas sobre otras.

El Tortonense que yace bajo las capas Sarmatenses posee una potencia aproximada de unos 1.400 metros y consiste predominantemente en una secuencia estratigráfica de margas arcillosas, que está interrumpida por hiladas de arena aisladas. En estas hiladas de arena es donde se encuentran en los puntos de culminación pequeños depósitos de gas. En la base del Tortonense se encuentra una serie de 100 metros de arenas y acarreos análogos a los de la zona de Matzen. La zona portadora de gas constituye una culminación en domo, que en el borde SE. está cortada por una falla cuya caída es al SO. y limita el campo en esa dirección. La limitación hacia todos los otros lados tiene lugar mediante las aguas subterráneas. El yacimiento es del tipo tectónico.

La cobertura de los horizontes gasíferos Sarmatenses consiste siempre en las mismas capas, un complejo de margas arcillosas de unos 100 metros de potencia que consigue el cierre del horizonte de gas hacia arriba. Lo mismo ocurre para los lentejones locales de gas del Sarmatense superior, así como del Tortonense superior que igualmente

te aparecen bien aislados mediante potentes zonas de margas arcillosas. Las rocas depósitos son arenas de grano fino, que no tienen siempre la misma compacidad. La potencia de las arenas gasíferas Sarmatenses alcanza en el borde de la estructura 10 metros, y se incrementa hacia la parte alta hasta 18 metros, de los cuales sólo ocho se consideran como productores de gas. Además yacen en la parte alta de la estructura todavía dos lentejones locales portadores de gas de dos a tres metros de potencia.

Estratigrafía y litología del sondeo Fischamend 13

De 0 a 3 metros.—*Cuaternario*.

De 3 a 482 metros.—*Panonense*.

3 a 120.—Acarreos de arenas acuíferas.

120 a 482.—Margas arcillosas con abundantes intercalaciones arenosas.

De 482 a 735 metros.—*Sarmatense*.

482 a 546.—Arenas con hiladas finas de margas.

546 a 630.—Margas arcillosas.

630 a 735.—Arenas separadas por hiladas de margas arcillosas. Portadoras de gas, fósiles.

La porosidad efectiva del horizonte depósito es, por lo general, grande y alcanza el 37 por 100. Lo mismo ocurre con la permeabilidad, que es muy alta, ya que entre los granos domina las fracciones más gruesas. El grado geotérmico no constituye aquí una línea regular, sino que está intensamente influenciada por la línea termal de Baden. El incremento medio de temperatura por 100 metros es de 1,8°C. La temperatura media alcanza, para el Sarmatense 1

47° C.; para el Sarmatense 5, 46° C.; para el horizonte de gas del Tortonense superior, 56° C.

El agua del yacimiento 5 constituye una superficie de contacto horizontal con el nivel primario de 520 metros.

YACIMIENTOS DE GAS DE FRANCIA

YACIMIENTO DE GAS DE LACQ

El campo de Lacq está situado a 30 kilómetros al Oeste de Pau y a una decena de kilómetros al Este de Orthez, en el Valle del Gave de Pau, y a una altitud media de 100 metros por encima del nivel del mar.

Prospección.—La estructura de Lacq fué descubierta por una campaña de sismica de reflexión efectuada dentro del plan de investigación general de Aquitania. Los estudios sísmicos complementarios están todavía en curso actualmente, buscando el cierre por el Oeste de la estructura y sus relaciones con las unidades de Sauvelade-Sainte Suzanne, donde afloran las margas del Aptense inferior que constituyen en Lacq la cobertura del depósito gasífero neocomiense.

La exploración de la estructura permitió, en primer lugar, efectuar el descubrimiento, en diciembre de 1949, del yacimiento de petróleo de Lacq superior en horizontes poco profundos (700 metros) del Senonense calizo y dolomítico.

Después de este descubrimiento se colocó un sondeo profundo para efectuar un reconocimiento de los horizontes inferiores. El 18 de diciembre de 1951 el sondeo entró en erupción cuando se estaba sacando testigo a la profundidad de 3.455 metros, poniendo en evidencia la existencia

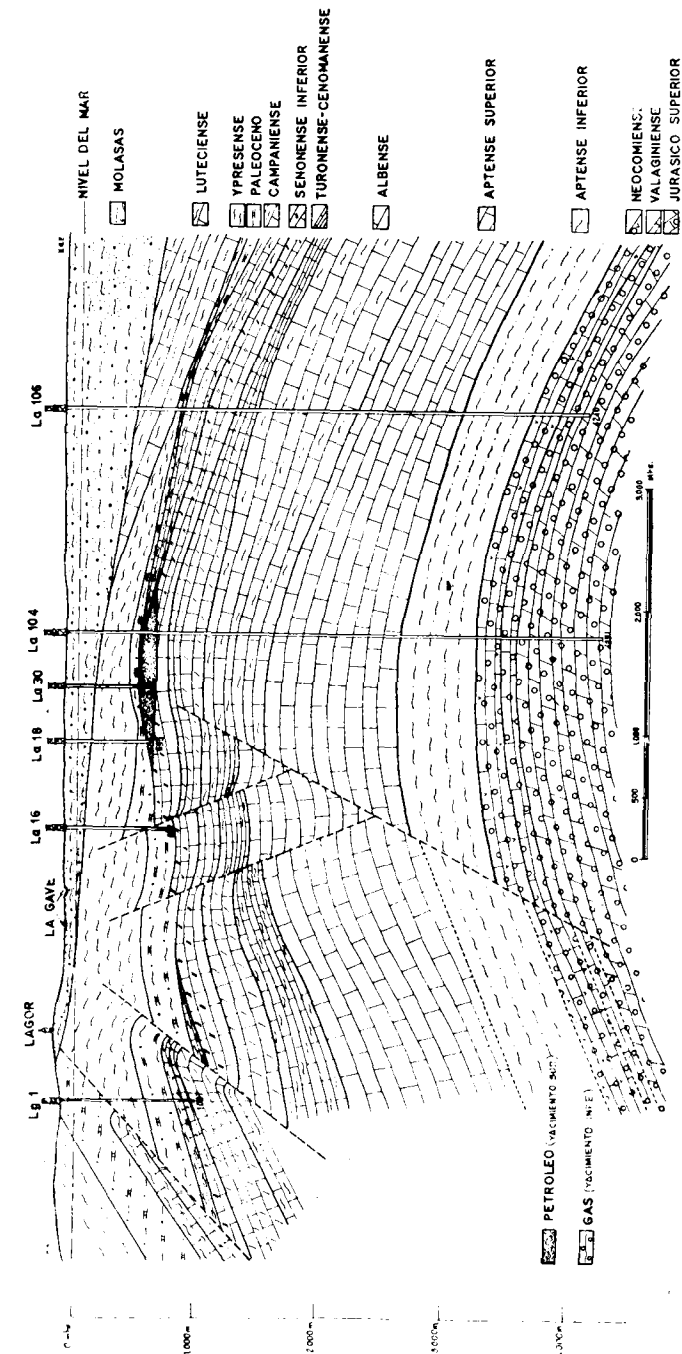


Fig. 11. Corte transversal del campo de Lacq.

de una capa de gas a gran presión en una serie de caliza actualmente atribuida al Neocomiense.

Durante los trabajos para dominar la erupción y para los cuales fué necesario llamar al especialista americano Kynley, se demostró el carácter corrosivo y las propiedades asfixiantes del gas, debidas a su enorme contenido en hidrógeno sulfurado.

En el estado actual de conocimientos, la estructura de Lacq se presenta formada por un gran anticlinal, orientado de E. a O., del cual se conoce muy mal la terminación hacia el Oeste. Por lo tanto, los límites del yacimiento no son todavía conocidos.

En la actualidad se han perforado siete pozos en los niveles de gas, de los cuales el LA-104 alcanzó los 4.350 metros, o sea 1.000 metros por debajo del techo del depósito.

En el flanco Norte el sondeo LA-106 alcanzó los 4.340 metros.

Cuatro pozos más están en curso de perforación, de los cuales uno presenta particular interés por distar ocho kilómetros del vértice de la estructura.

La estratigrafía del yacimiento es la siguiente (fig. 11):

0-180 metros.—Molasa Fluvio-Lacustre.

217-781 metros.—*Eoceno inferior*.—(217-550) Margas con globigerinas y (550-781) margas con elementos de caliza.

Discordancia

781-1.045 metros.—*Cretáceo superior*.—781-900 Senonense inferior, caliza con sílex y dolomía. (900-1.045) Cenomanense, calizas de Alveolinas.

1.045-1.749 metros.—*Albense*.—Calizas margosas y margas con espículas.

1.749-2.615 metros.—*Aptense superior*.—Calizas con miliólidos u orbitolinas.

2.615-3.190 metros.—*Aptense inferior*.—Margas muy finas (roca de cobertura).

3.190-3.368 metros.—*Neocomiense*.—Calizas compactas con intercalaciones de margas y abundantes fósiles.

3.368-3.480 metros.—*Valanginiense*.—Caliza formada con geodas.

3.480-3.543 metros.—*Jurásico*.—Facies *Purbeckiense*, arenisca arcillosa y dolomía, azoicas.

3.543-3.583 metros.—*Jurásico terminal dolomítico* (probablemente Portlandés).—Dolomía microcristalina con intercalaciones de arcilla.

Las margas del Eoceno inferior constituyen la cobertura del yacimiento petrolífero del Senonense.

Las calizas del Cretáceo superior fisuradas encierran el nivel acuífero del yacimiento.

En estas calizas las pérdidas de circulación han sido tan importantes que se ha prescindido de los lodos de perforación y se perfora con agua clara hasta alcanzar las margas del Aptense inferior. El agua de esta zona acuífera es salada en función creciente de la profundidad, y contiene hidrógeno sulfurado.

La cobertura del depósito está asegurada por una potente serie de margas del Aptense inferior, llamadas margas de Santa Susana, cuya potencia es del orden de 600 metros. El depósito está constituido por un complejo de calizas compactas y de dolomías del Neocomiense-Jurásico superior.

El yacimiento descrito de arriba a abajo comprende:

a) Una serie de calizas fisuradas del Neocomiense, cuya potencia varía de 200 a 250 metros con una porosidad muy débil, inferior al 1 por 100, salvo en un intervalo de una docena de metros en el techo del Valanginiense, donde la porosidad media es del orden del 5 al 6 por 100. La permeabilidad de esta zona es también ínfima (inferior a 0,1 milidarcy).

b) Una serie dolomítica, cuya parte superior, con potencia de 80 a 100 metros, es relativamente porosa, 5 a 6 por 100, constituye la parte más favorable del depósito. La permeabilidad matriz es todavía débil (0,1 a 10 milidarcys), pero como las calizas subyacentes de esta formación están fisuradas, se han registrado pérdidas de lodos.

c) En su parte inferior la serie dolomítica presenta características menos favorables, y la porosidad en una centena de metros vuelve al 1 por 100.

El fluido que impregna la roca almacén es gas natural, caracterizado por su proporción elevada de hidrógeno sulfurado y gas carbónico.

En los ensayos efectuados en los pozos se ha podido separar la gasolina a 56 kg./cm.² y 40° C. Por 40.000 metros cúbicos de gas se recupera en estas condiciones un metro cúbico de gasolina y alrededor de 500 litros de agua no mineralizada, que se considera como agua de condensación.

No se posee actualmente ninguna información directa sobre el agua de formación.

Temperatura y presión.—El gradiente geotérmico medio de los pozos de Lacq es del orden de 1° por cada 30 metros. La presión inicial del depósito uniformemente re-

partida en el yacimiento es elevada, pues se ha llegado a medir 679 kg./cm.² a la profundidad de 3.820 metros, con una temperatura de 127° C.

Desarrollo actual del campo.—En la actualidad hay siete sondeos que han reconocido el depósito totalmente y cuatro en el curso de perforación. Los ensayos de producción han sido efectuados sobre seis pozos. Después de un periodo de limpieza se ha podido medir la presión de fondo estática, a pesar de las dificultades presentadas para esta operación por imposibilidad de hacer descender el registrador en el gas.

Los pozos habían producido, a 1.° de mayo de 1957, 50 millones de metros cúbicos de gas.

Según las medidas de superficie, con el pozo cerrado, la presión del depósito no parece disminuir de manera apreciable durante el periodo de producción.

La explotación propiamente dicha del campo ha comenzado en el año 1957 en el mes de mayo, con la entrada en servicio de la primera etapa del taller de tratamiento del gas bruto, con una capacidad de un millón de metros cúbicos por día, esperándose para 1958 una capacidad de producción de cinco millones de metros cúbicos por día.

La distancia media entre los pozos es del orden de 1.600 metros, estando repartidos sobre una malla triangular, con una densidad de un pozo por cada 110 hectáreas.

Para la puesta en producción de estos pozos, el techo del depósito se suele encontrar entre 3.200 y 3.800 metros. El gas sale del pozo a una presión de 480 a 500 kg./cm.², por lo cual hay que hacerle una parada preliminar en la cabeza del pozo hasta bajar la presión a 350 kg./cm.², pero la depresión principal hasta los 120 kg./cm.² se efectúa a través de un recalentador. El gas a la entrada del taller tiene

75 kg./cm.², habiéndose eliminado la mayor parte del agua de condensación.

Estos son brevemente los rasgos más característicos del yacimiento de gas de Lacq.

YACIMIENTO DE GAS NATURAL DE SAINT MARCET

Desde hace quince años, el gas natural de «Saint Marcet» se explota sin interrupción y alimenta numerosas industrias de la región Pirenaica y de la cuenca de Aquitania.

La producción, al principio limitada, alimentaba Toulouse, desde el 11 de noviembre de 1942, tres años después del descubrimiento del yacimiento de Saint Marcet.

En una época en que la penuria de material y de equipos se hacía sentir duramente en Francia, los técnicos y el personal de la «Regie Autonome des Petroles» tuvieron que improvisar poco a poco lo que necesitaban. Esta experiencia duramente adquirida en medio de dificultades extraordinarias les permitió preparar la explotación racional del yacimiento de Saint Marcet, que desde 1945 fué incrementándose con mayor rapidez.

Hay que destacar que en este período de reorganización de la economía nacional, que siguió a la última guerra, en menos de cuatro años, la red de gasoductos fué llevada a más de 800 kilómetros y que el taller de desgaseo-linización de Boussens, el más moderno de Europa en su época, entró en servicio en 1949, mientras que las técnicas de producción más modernas se utilizaban en el campo de Saint Marcet.

El yacimiento de gas de Saint Marcet.—Este yacimiento se encuentra situado en el antepaís al Norte de la cadena

de los Pirineos y ocupa la mitad occidental de un anticlinal muy visible en superficie, que se extiende desde «Saint Marcet» a «Saint Martory», presentando tres culminaciones que son de Este a Oeste, «Saint Marcet», «Proupiary» y «Saint Martory». Sus dimensiones son 10 kilómetros de longitud por 1,800 kilómetros en su mayor anchura. Un sinclinal simétrico, de tres kilómetros de longitud solamente, separa a Saint Martory del último accidente con carácter cabalgante que se conoce en la región (frente Nor-Pirenaico a núcleo paleozoico de Betchat-Camarade).

Breve descripción estratigráfica e historia geológica.— Los terrenos más antiguos actualmente alcanzados por los sondeos pertenecen al Trias superior, con margas varioladas, dolomías finas en bancos poco potentes y niveles de anhidrita y de sal gema; su espesor es de varios centenares de metros y es difícil cifrarlo con exactitud porque la altura según la cual estos niveles han sido cortados en Saint Marcet, ha sido exagerada por el diapirismo (fig. 12).

El Lías se inicia en su base por una brecha dolomítica y una dolomía, a veces vacuolar, de unos 40 metros de potencia; encima vienen las calizas beige poco o nada dolomíticas y las calizas fajeadas cristalinas, cuyo espesor es de 180 metros aproximadamente. El conjunto de estos niveles pertenece al Lías inferior.

El Lías medio está representado por un conjunto de margas y calizas muy margosas con *Belemnites* y *Pentacrinus*, calizas silicificadas y calizas con sílex negro.

Al Lías superior corresponde una sedimentación en aguas más profundas y está representado por margas negras con *Ammonites*. El fin del ciclo sedimentario se anuncia por margas con *Grifeas* (*G. Beaumonti*, *G. Sublobata*) y *Rynconellas* (*R. Cynocephala*). El espesor del Lías mar-

goso que agrupa el Lías superior y el Lías medio es de 170 metros aproximadamente.

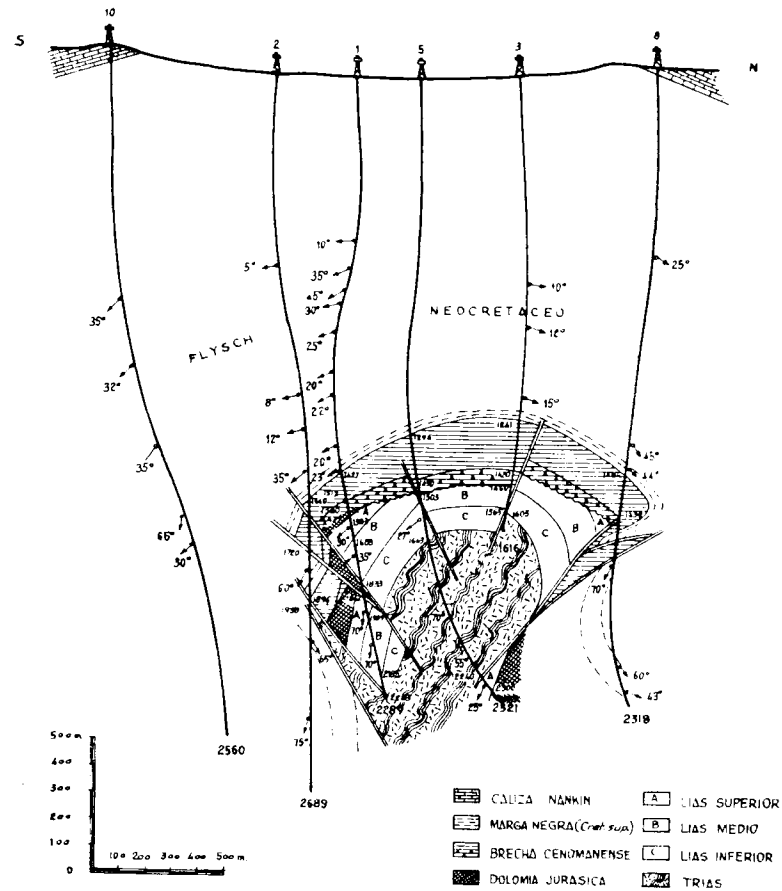


Fig. 12.- Corte geológico del anticlinal de S. Marcet.

El Jurásico medio sucede concordante al Lías y está representado por dolomías que tienen una textura finamente vacuolar, a veces brechoide, sacaroide y compacta. Es difícil precisar el espesor de este piso por la dificultad de me-

dir los buzamientos, pero puede ser del orden de 180 a 200 metros. La atribución de edad se funda únicamente en analogías litológicas con las series superficiales.

Aunque en Saint Marcet no se ha podido observar hasta el presente el Jurásico superior, su presencia no puede todavía excluirse fundadamente.

Ningún fósil o microfósil ha sido observado en esta serie dolomítica que permita diferenciar las partes que corresponden al Jurásico medio y las que pudieran pertenecer a niveles posteriores eventuales.

El Aptense está representado por calizas muy conocidas sobre el flanco Norte de la estructura. No ha sido encontrado ningún depósito atribuible de una manera cierta al Albense margoso en los sondeos de Saint Marcet.

El Cretáceo superior está representado en su base por una brecha que fué cortada casi en la totalidad de los sondeos. Su espesor medio es de 180 metros; esta brecha constituye, con la dolomía del Jurásico, el depósito principal (otro depósito de mucho menor interés está constituido por las dolomías algo brechoides del Lías inferior).

Su parte inferior llamada «brechas calcáreo-dolomíticas» está constituida por una brecha poligénica en la que predominan los elementos calizos y dolomíticos, y es extremadamente variable en el tamaño de los elementos y en el espesor que está comprendido entre los 20 y los 40 metros. Unos metros de areniscas, a veces groseras, pueden existir en su vértice. Las variaciones de espesor de esta brecha, su naturaleza litológica y la forma de los elementos muestran que se formó a expensas de un «substratum» de naturaleza variable sin transportes importantes.

La parte superior llamada «brecha margo-caliza» tiene una potencia de 120 a 150 metros y está formada por una

caliza nodulosa que pasa a brechoide, cuyos elementos están integrados en una margas negra micácea; localmente hay intercalada una caliza de rudistas.

Esta fase, como la precedente, no es conocida más que sobre la zona superior del anticlinal y pasa en los flancos a las margas negras esquistas de facies profundas de los anticlinales adyacentes.

Por encima de la brecha se deposita un conjunto margoso, con numerosas intercalaciones de areniscas finas (pero que pueden contener localmente bancos de calizas con *Equinidos* y *Espongiarios*) que pertenecen al Cretáceo superior, y cuyo espesor medio en la vertical del eje de la estructura es de 1.500 metros aproximadamente. Estas margas constituyen la cobertura del yacimiento de gas.

Descripción estructural.—Las observaciones geológicas de superficies muestran que la estructura de Saint Marcet, Proupiary y Saint Martory, es del tipo de los anticlinales regulares afectados de fallas epianticlinales; estas últimas existen en los tres ojales, pero son más fáciles de seguir sobre el terreno en los abombamientos de Saint Martory y de Proupiary (donde se puede reconocer su traza hasta el centro de la estructura, gracias a los niveles referidos al Flysch), ya que en Saint Marcet el recubrimiento Mioceno y Cuaternario dificulta las observaciones.

Los flancos Norte y Sur de los dos ojales de Saint Marcet y de Proupiary están tectónicamente calmados y afectados de buzamientos del orden de 25 grados. El flanco Norte es generalmente más inclinado que el flanco Sur. El flanco Sur de la culminación de Saint Martory está, por el contrario, muy dislocado y a veces vertical o volcado.

La forma estructural simple del perfil transversal de la

estructura de superficie da una imagen muy atenuada de la estructura profunda. El corte transversal presenta una

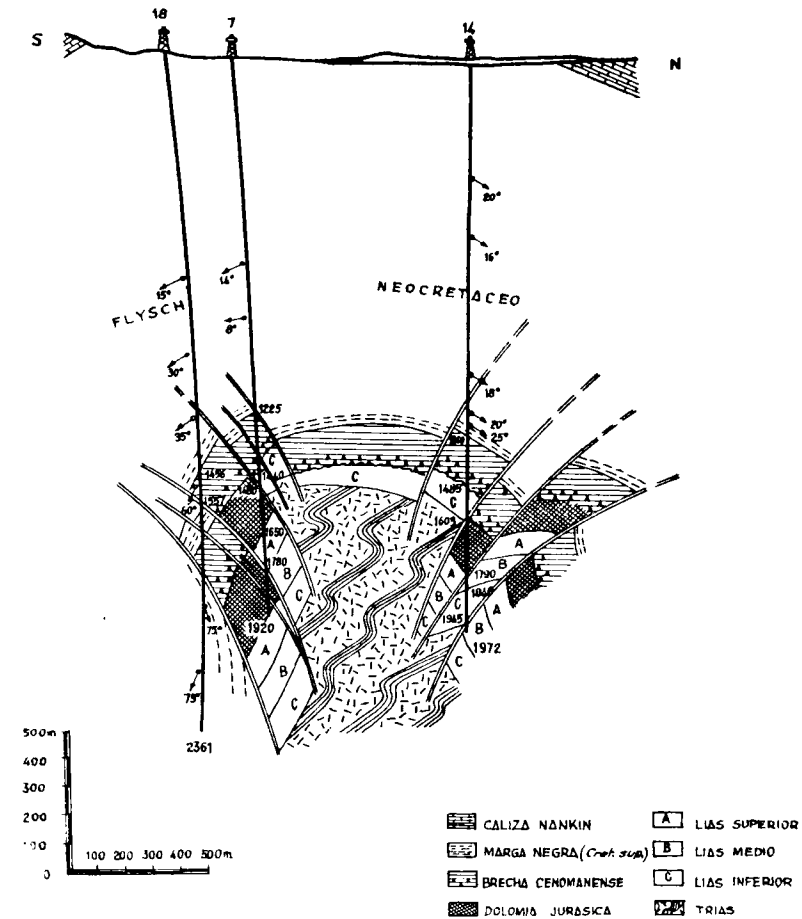


Fig. 13. Corte geológico por los sondeos 7 y 14 de Saint Marcet.

especie de pliegue en seta, cuya zona superior es grande y no trastornada, mientras que los flancos están muy volcados y afectados de fallas, generalmente próximas a la vertical o cabalgantes sobre el flanco Norte. Se puede con-

siderar que este pliegue se ha formado en dos épocas principales:

a) La fase antecenomaneense ha modelado un primer pliegue que fué inmediatamente nivelado por la erosión y cuya consecuencia es que todos los terrenos posteriores a la dolomía jurásica se han depositado sobre la parte superior de la estructura y después recubiertos por un manto de brecha; los elementos de la brecha muestran que el pliegue debía formar una elevación sobre el fondo y que los restos arrancados a los relieves emergidos más o menos removidos, por sacudidas muy verosímiles en estos tiempos de inestabilidad de esta parte de la corteza terrestre, se han depositado en los huecos de esta topografía antigua.

Una sedimentación progresivamente más tranquila se establece en seguida, dando lugar a la parte superior de la brecha, es decir a la brecha margo-caliza, y en seguida al conjunto del Flysch cretáceo. Es posible que el Flysch mismo en su parte inferior esté afectado de discordancia sobre la cresta del pliegue, lo que explica ciertas anomalías notadas en la testificación eléctrica.

b) La fase Pirenaica (Eoceno superior) ha dado al pliegue su forma actual. Como si las cubetas sinclinales que bordean al pliegue al Norte y al Sur se hubieran aproximado bajo el efecto de empujes tangenciales, estrangulando así el núcleo triásico y obligado a elevarse la parte superior del pliegue (Lías, Jurásico medio, brecha neocretácea). Los terrenos así elevados se enlazan y acoplan por el juego de fallas compartimentadas con los dos anticlinales.

La desarmonía entre la estructura de superficie dibujada por sus afloramientos y el mapa del subsuelo al nivel

del techo de la brecha, se acusa poco en la zona axial y, por el contrario, de manera total en los flancos.

Si analizamos el papel del diapirismo en la formación del pliegue de Saint Marcet, sabemos que las manifestaciones de la tectónica salifera son generalmente locales y bruscas y que los terrenos plásticos del Keuper muestran una tendencia a avanzar tectónicamente sobre los otros terrenos durante el plegamiento y a abrirse paso hacia la parte superior del pliegue.

El diapirismo no se manifiesta con igual importancia en toda la zona plegada de Saint Marcet, Proupiaria y Saint Martory, siendo más intenso en la parte superior del pliegue.

Resulta que donde el diapirismo ha elevado el «substratum» del Flysch, los espesores a perforar hasta la serie gasífera son a menudo inferiores a 1.500 metros.

La acumulación de los hidrocarburos se ha verificado en los puntos altos creados por el diapirismo.

El problema petrolífero.— Como ya hemos dicho, los dos principales depósitos son la brecha de base del Cretáceo superior y la dolomía del Jurásico, estando formada la cobertura por las margas del Cretáceo superior.

La brecha de base y la dolomía del Lías inferior constituyen localmente almacenes, pero son mucho menos interesantes que las dos precedentes.

El orden de magnitud de las porosidades medias en Saint Marcet es el siguiente:

Brecha margo-caliza	25 a 30%
Brecha poligénica	6%
Dolomía jurásica	5%
Dolomía y Caliza de Lías	21 a 30%

Las permeabilidades son generalmente inferiores a algunos milidarceys.

Las porosidades y permeabilidades mejoran considerablemente en la proximidad de las numerosas zonas de fallas.

El primer sondeo, que fué también el sondeo del descubrimiento, fué implantado casi en el centro geométrico de la estructura (300 metros aproximadamente al Sur del eje de superficie).

Las manifestaciones de gas más violentas se produjeron al entrar en las brechas del Cretáceo superior (julio de 1939) y en la dolomía del Jurásico, que está inmediata y subyacente, y constituye con la brecha una misma zona gasífera, cuyo techo se encuentra a 1.427 metros de profundidad. Fueron descubiertos niveles petrolíferos más bajos en dos compartimentos de las dolomías Jurásicas, situados, respectivamente, a 1.830 y 1.930 metros, que por razones técnicas no pudieron ser puestos en producción más que de una manera precaria, y que daban una producción diaria de 6 a 24 m.³ de aceite (el 21 de abril de 1940).

A partir del pozo del descubrimiento, los sondeos ulteriores fueron colocados según tres perfiles:

1.º) Un perfil transversal, pasando sobre el pozo del descubrimiento y destinado a obtener información sobre la sección transversal de la estructura.

2.º) Cuando se terminó el perfil transversal, del que acabamos de hablar, se inició uno longitudinal que pasa por el pozo del descubrimiento y que fué llevado hasta los cierres periclinales.

3.º) Un segundo perfil transversal, pasando por el pozo número 7, fué ejecutado en la parte de la estructura que el perfil precedente había demostrado tener más probabi-

lidades de ser en profundidad más amplia que aquella en que se había implantado el pozo núm. 1.

En la culminación de Saint Marcet fueron perforados un total de 22 pozos. De este número, cuatro fueron secos y en los 18 restantes se encontraron capas de gas a alta presión, además en dos de ellos se encontraron niveles impregnados de petróleo. En la puesta en explotación para petróleo de estos pozos se comprobó que no había base suficiente para ello, ya que sólo produjeron 6.200 m.³ de aceite, y el yacimiento actualmente se explota solamente para gas.

Sobre el ojal de Proupiary se ejecutaron cinco sondeos, y uno solo, el primero, es productivo en gas. Destinado este sondeo a estudiar cómo se prolonga hacia el Este el yacimiento de Saint Marcet, fué oblocado sobre la mitad occidental de la culminación, ligeramente al Sur del eje, a fin de tener en cuenta la disimetría probable de la estructura. Corta la brecha de base del Cretáceo superior en una facies similar a la de Saint Marcet, pero con un espesor más débil. El sondeo atraviesa en seguida la dolomía del Jurásico, con una potencia considerable, de 1.846 a 2.295 metros, obteniendo una importante producción de gas.

Los tres sondeos siguientes fueron destinados a hacer un corte transversal del ojal en la zona que parecía más ancha según la geología de superficie, demostrando que la estructura en profundidad era estrecha. Se obtuvieron numerosos indicios de gas, pero no hubo lugar a ninguna producción.

En definitiva, sobre los cinco pozos perforados uno solo es productivo en gas.

Sobre el ojal de Saint Martory fueron perforados tres

pozos, y aunque se observaron numerosos indicios de gas, no se obtuvo producción.

La explotación del gas natural en Saint Marcet. La explotación del gas natural en Saint Marcet es decidida en el año 1941, después de que P. Michel hubo demostrado que las reservas del yacimiento alcanzaban varios millares de millones de metros cúbicos. El método de cálculo utilizado por el autor se basa sobre el conocimiento geológico de los horizontes productores, su extensión en volumen y sus características morfológicas. La definición y la separación del gas y del agua y la estimación del volumen de los poros permiten obtener el volumen del depósito.

El gas de Saint Marcet puede ser considerado como un gas húmedo, cuya composición molecular media era la siguiente, cuando se puso en explotación el yacimiento:

Metano	88'87 % ₀
Etano	4'35 % ₀
Propano	1'64 % ₀
Butano	0'91 % ₀
C ₅ +	1'13 % ₀
N ₂	2'90 % ₀
CO ₂	0'10 % ₀

La puesta en producción del yacimiento de Saint Marcet presentó dos problemas principales de explotación, además de los numerosos problemas técnicos de transporte, medida, distribución, etc., que era preciso resolver:

- 1.º Deshidratación del gas.
- 2.º Desgasolinización del gas.

El gas húmedo producido por 12 sondeos se recoge en una red de colectores de alta presión, con un diámetro de canalización de 50 a 150 mm.

La colocación de los sondeos está hecha de forma que permite repartir uniformemente sobre los yacimientos la caída de presión que resulta. Esto se obtiene utilizando las curvas de presión inicial y conociendo la pérdida de carga del gas en las tuberías de producción.

La producción total del yacimiento es del orden de 1.350.000 m.³ por día.

La totalidad del gas producido en Saint Marcet es enviado para el tratamiento al taller de desgasolinización de Boussens. El tratamiento que sufre el gas sobre el mismo campo es el que permite su circulación en los gasoductos. Como consecuencia de las diferencias de temperatura y presión entre los yacimientos de una parte y las instalaciones de superficie de otra, se producen condensaciones de los hidrocarburos superiores y del agua, y ésta en estado líquido es capaz de provocar formaciones de hidratos susceptibles de interrumpir la obtención del gas.

La lucha contra los hidratos se hace preventivamente por eliminación del agua e inyección de metanol en los conductos.

El gas sale de la instalación con una presión demasiado débil para permitir su transporte en la red de gasoductos, tal como la que existía en su época, por lo cual la R. A. P. tuvo que construir en el taller de Peyrouzet una estación para comprimir el gas, verdaderamente la primera de este género utilizada en Europa. Hay que señalar que en 1948 fué puesto en servicio el taller de desgasolinización de Boussens. Este taller fué el mejor en este género en Europa Occidental hasta la construcción del de Cortemaggiore. En este taller, cuya capacidad nominal es de 1.200.000 metros cúbicos de gas por día, se efectúa la desgasolinización del gas.

Hay que señalar la excelente calidad de los productos obtenidos, gracias a la ausencia absoluta de azufre en el gas.

Transporte y distribución del gas natural.—El primer conducto comercial fué ejecutado en 1942 entre Peyruzet y Toulouse, después de la liberación; la red así iniciada aumentó rápidamente y hoy comprende una rama BousSENS-Saint Gaudens-Tarbes-Pau, con ramales hacia Pierrefitte, Toulouse, Burdeos, Pamiers y Montauban.

La obra más importante de esta red fué en 1948 el gasoducto de Toulouse a Burdeos, con una longitud total de 264 kilómetros, en menos de diez meses; la presión de servicio del conjunto de conductos es de 60 kg./cm.²

El gas de Saint Marcet se utiliza en la industria para la calefacción de calderas y de hornos. Otra utilización del gas de Saint Marcet es la preparación de hidrógeno por «cracking», con objeto de fabricar abonos nitrogenados.

Esta utilización ha tomado un incremento importante en el transcurso de los últimos años.

El gas natural comprimido, usado como carburante, puesto a disposición del público en 1942, se está desarrollando muy rápidamente. El gas comprimido se vende a presiones de 200 y 250 kg./cm.² Dieciséis estaciones de compresión, con una capacidad de 350.000 m.³/día, repartidas a lo largo de la red de oleoductos, aseguran el aprovisionamiento de la clientela. Este gas es transportado por camiones a los principales pueblos y ciudades de Aquitania para utilizarse en la alimentación de vehículos y pequeñas instalaciones públicas, para las cuales el gasto de explotación de un pequeño taller de gas sería prohibitivo.

Con todo lo anteriormente expuesto se da una idea, aunque somera, de la constitución, utilización y propiedades del gas del yacimiento de Saint Marcet.

CAMPOS DE GAS EN HOLANDA

El gas natural en Holanda se produce principalmente de dos depósitos de rocas calizas del Permiano superior (Zechstein). La «dolomita principal» y la «dolomita tableada», además unos pocos pozos, producen gas de las arenas del Cretáceo inferior; pero se cree que este gas se ha originado en el Permiano superior, de donde procede, y que se ha filtrado en los depósitos mesozoicos.

Los campos de gas en Holanda han sido explotados por la «Nederlandse Aardolie Maatschappij» (N. A. M.). La historia de esta compañía y de sus descubrimientos de gas fué descrita por Dorsman en 1954 y por Visser en 1955.

Para sacar conclusiones, el autor se da cuenta del hecho de que el E. de Holanda cubre solamente una muy pequeña parte de la vasta cuenca de evaporitas del Zechstein del NO. de Europa, y que, por lo tanto, estas conclusiones sólo pueden ser aplicadas a este área marginal.

En Alemania, el Permiano superior está completamente desarrollado y se cuenta con una gran riqueza en datos estratigráficos obtenidos de numerosos afloramientos, trabajos mineros y sondeos que facilitaron a los geólogos alemanes un estudio completo del sistema del Permiano superior.

Posición general de Holanda en la cuenca del Permiano superior.—Durante la inmersión general de una gran parte del SO. de Europa, posterior a la era continental del Rotliegende, Holanda, con excepción quizás del extremo SO. y de la parte SE., también fué cubierta por el mar. Especialmente las partes E. y NE. de esta comarca muestran claramente una tendencia persistente a la inmersión,

formando el área restante un escalón sobresaliente del macizo de Brabante; la parte S. de esta plataforma tiene una facies litoral muy marcada y bien desarrollada de margas y calizas arrecifales y algunas areniscas con delgados lechos bituminosos y un conglomerado basal.

En la parte central de Holanda se depositó una secuencia principalmente de anhidrita y dolomita, que fué encontrada en los pozos de Lochen, Wamneperveen y Hoogkarspel.

Mientras, en el NO. de Europa, al E. de Holanda, un mar inferior bien desarrollado cubría parte de Alemania, Polonia, Rusia y Escandinavia. Este mar estaba en conexión con el mar libre por un estrecho canal en el área del actual mar del Norte. En esta cuenca restringida se fueron depositando cuatro ciclos consecutivos de evaporitas que están representados por secuencias de rocas, las características litológicas de las cuales varían un poco lateralmente, pero que aun en delgados lechos pueden ser seguidas cientos de kilómetros de distancia.

Las partes E. y NE. de Holanda pertenecen paleogeográficamente a la cuenca del Zechstein del NO. de Europa. Se ha demostrado que los cuatro ciclos de evaporación de Alemania están representados en Holanda.

Deposición de las evaporitas.—Una evaporita se precipita del agua del mar si por evaporación los productos superan su punto de saturación. Sin embargo, en una cuenca restringida la concentración del agua del mar puede proseguir gradualmente, y si no se aporta nueva agua (fresca o salada) la cuenca se desecaría y la deposición podría producirse como en un laboratorio.

El gran espesor de la cuenca de evaporación del Permiano Superior del NO. de Europa no puede ser, sin embar-

0 5 10 km

W

E

AREA DE WANNEPERVEEN-COEVORDEN

Wanneperveen 1

de Wijk 7

de Wijk 6

Zuidwolde

Coevorden 3

Schoonebeek 313

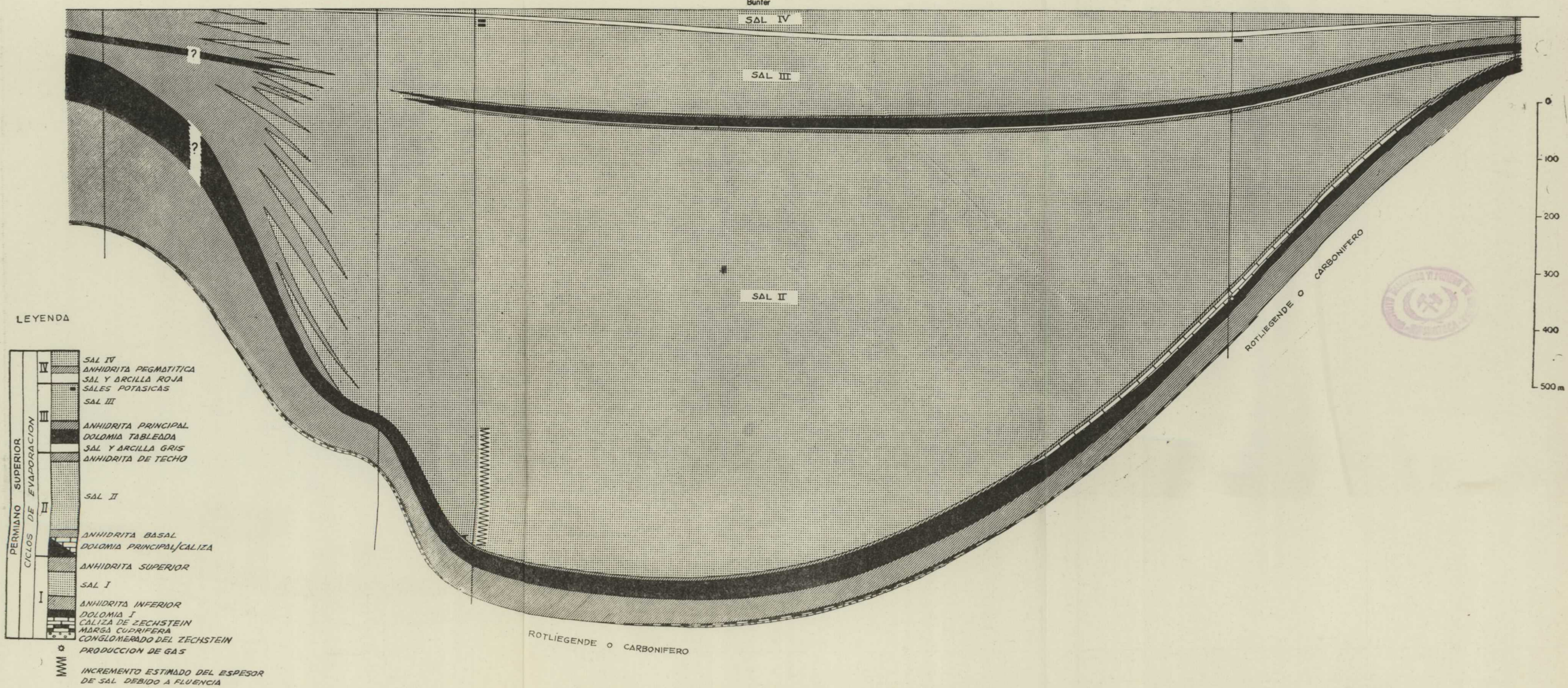


Fig. 14.—Corte estratigráfico del permiano superior entre Wanneperveen y Coevorden.

go, explicado por la simple evaporación de una cantidad dada de agua de mar. La relación entre las cantidades de las diferentes sales presentes en una zona de evaporitas es enteramente diferente de la relación teórica.

Esto sólo se puede explicar por la evaporación en restringidos brazos de mar en comunicación por un estrecho canal con el Océano. La renovación de las aguas saladas incrementa la salinidad, mientras la evaporación hace precipitarse el carbonato de cal, formando las calizas; en épocas sucesivas se precipitará el sulfato cálcico y las sales.

Sin embargo, se puede decir que la deposición de las evaporitas es el resultado de un gran número de causas químicas, físicas, climatológicas y oceanográficas.

Ciclo I de evaporación.—Los estratos representados en este ciclo son:

Anhidrita Superior I	}	Grupo de los sulfato-cloruros.
Sal I		
Anhidrita Inferior I		
Dolomia	}	Zechstein basal.
Caliza del Zechstein		
Margas cupríferas (Coppersale)		
Conglomerado del Zechstein		

La fase transgresiva del Zechstein o «Zechstein basal» se presenta generalmente compuesto de:

a) Un conglomerado de espesor variable y con cantos, especialmente hacia el N., de gran tamaño; a veces puede pertenecer al Permiano inferior.

b) El «Coppershale» se presenta de N. a S., en una facies típica bituminosa de pequeño espesor.

c) Los dos miembros carbonatados que forman la incipiente fase caliza del Permiano superior se presenta al-

ternativamente, predominando la dolomía en el S., que es reemplazada gradualmente por la caliza hacia el N.

El grupo de los sulfato-cloruros se presenta en este ciclo I, formado por dos niveles de anhidrita, el superior y el inferior, que envuelven una masa de sal de forma lenticular que se acuña hacia el O.

Son de gran importancia industrial los yacimientos de sales potásicas encontradas en Alemania en la masa de sal de este período.

Ciclo II de evaporación.—La serie estratigráfica de este ciclo es la siguiente:

Anhidrita II de techo.

Sal II.

Anhidrita II de base.

Dolomía principal II (Main Dolomite).

Este ciclo tiene especial interés porque en sus niveles se encuentran los más importantes depósitos de gas de Holanda en la «dolomía principal» (fig. 15).

La «dolomía principal» es una buena roca almacén cuando está rajada y fisurada y localmente muy rota; pero a veces las grietas se rellenan con sal y deja de ser productora.

Ciclo III de evaporación.—La serie estratigráfica de este ciclo se compone de las siguientes capas:

Sal III.

Dolomía tableada III (Platy Dolomite).

Sal y arcilla gris III.

La sal y arcillas grises se presentan en general fajeadas y en algunos puntos mezcladas con la anhidrita de techo.

La dolomía tableada es productora de gas en varios po-

W.

E.

0 1 2 km

AREA DE TWENTE

LEYENDA

Tubbergen 7

Tubbergen 4/5

Bunter

2

Denekamp

1

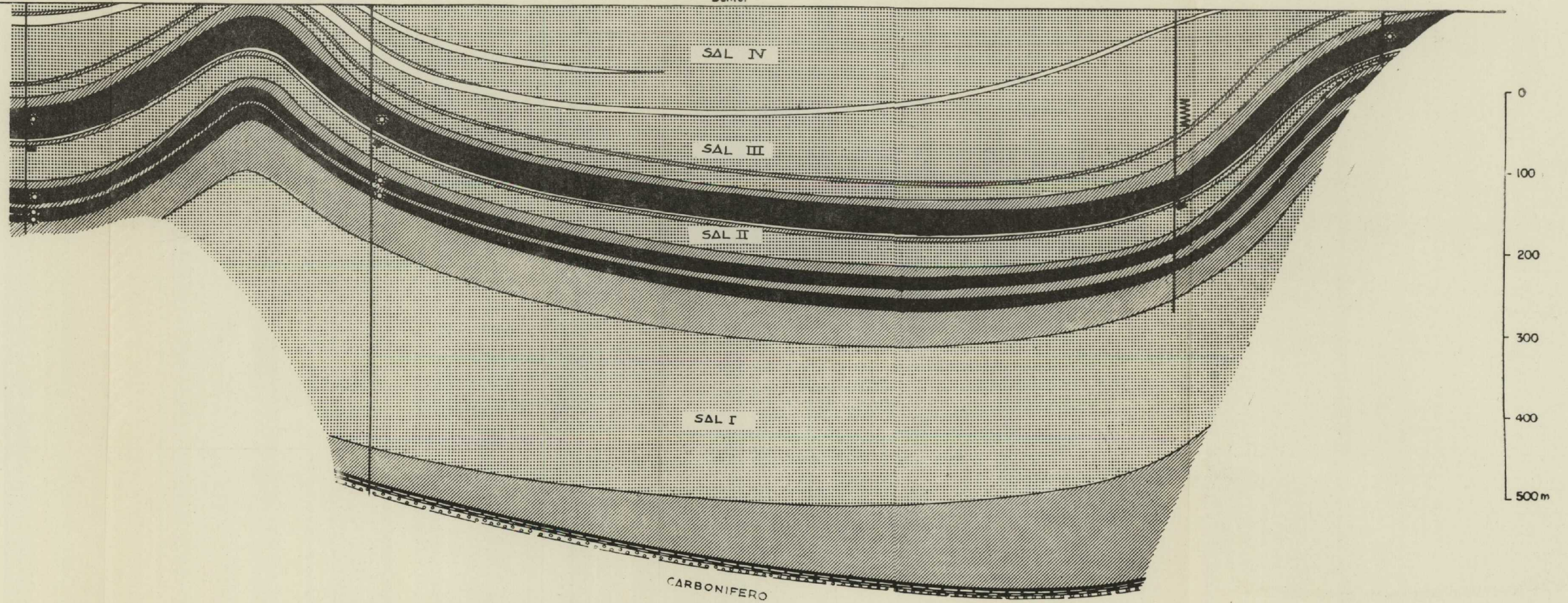
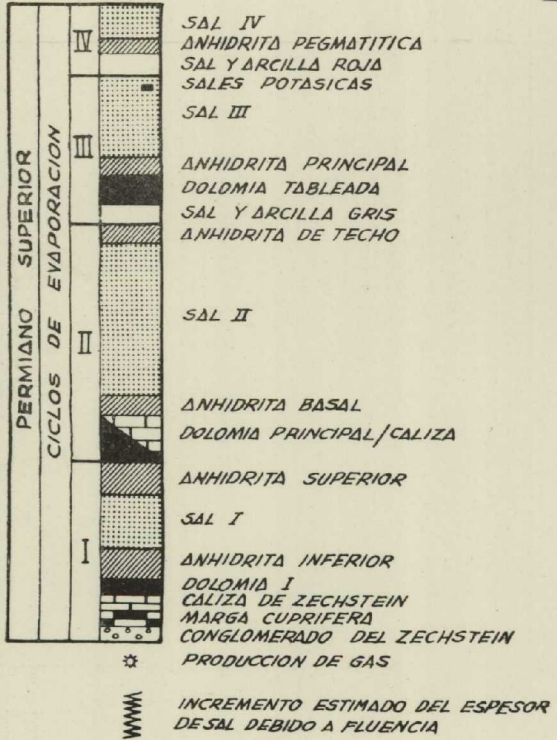


Fig. 15.—Corte estratigráfico del permiano superior entre Tubbergen y Denekamp.

zos, como puede verse en los cortes adjuntos. Este nivel consiste generalmente en una dolomía gris-marrón a marrón oscura, que en algunos pozos se convierte en dos niveles de caliza oscura separadas por uno de dolomía de cinco metros de espesor.

En varios pozos y en la parte inferior de este nivel aparecen zonas claramente colíticas; también en las dolomías, y particularmente en las calizas, aparecen láminas negras bituminosas que causan una estratificación irregular.

La anhidrita, que aparece en nódulos en la zona de Twente, hacia el N. se desarrolla, y se puede deducir que en una amplia área del N. de Holanda la «dolomía tableada» (Platy Dolomite) se convierte en una facies de anhidrita.

Ciclo IV de evaporación.—Este ciclo en el E. de Holanda se compone de los siguientes niveles:

Sal IV.

Anhidrita perigmatítica IV.

Sal y arcilla roja IV.

La anhidrita perigmatítica ha podido ser reconocida únicamente en testigos, y se compone de agregados de anhidrita gris y sal.

Respecto a la paleogeografía de los niveles productores de gas, podemos decir que las áreas de Danekaup y Bentheim se pueden considerar como partes localmente elevadas del fondo del mar, donde no se depositarían los niveles de sal, y que ambas estructuras, hoy productoras, existían ya en estado embrionario durante el Permiano superior más antiguo.

En esta memoria presentada se incluyen numerosos datos sobre la paleogeografía del Zechstein, pero ninguno más

que se pueda considerar de interés sobre los niveles productores de gas o las características de éste o de su explotación industrial.

GAS NATURAL EN INGLATERRA

Hasta ahora no se ha demostrado que los depósitos de gas natural que existen en Gran Bretaña tengan cantidad de gas de suficiente importancia para garantizar su explotación.

Sin embargo, se preparó el primer esquema para la utilización comercial del gas natural en Escocia, que se efectuaría durante el año 1957, y que se espera que sea el principio de trabajos de más importancia.

A continuación haremos un breve resumen de la historia de las prospecciones de gas en Gran Bretaña, detallando las áreas en las cuales hay más posibilidades de encontrar gas natural en cantidades importantes.

Historia.—En el año 1895, y durante la perforación de un pozo para agua en un patio del «Heathfield Hotel», en el E. de Sussex, aparecieron burbujas de gas en el agua de perforación y produjeron una llama de tres metros. Este es uno de los más antiguos descubrimientos de gas natural que se recuerda en las Islas Británicas.

Después de 1934, la «Petroleum Production Act, B. P.» empieza a realizar un programa para la investigación de petróleo en Inglaterra, y fué en 1938 cuando por primera vez descubre indicios de gas en cantidad apreciable cuando se perforaba para petróleo en Cousland, cerca de Edimburgo, y en Aislaby, sobre el anticlinal de Eskdale.

Sondeos específicamente para gas no se hicieron hasta 1952, siendo el objetivo suministrar metano de la estruc-

tura de Eskdale en suficiente cantidad para justificar un gaseoducto hasta las factorías de I. C. I. TEEJ.

Durante 1953, la Gas Council, oficina central de la «British Nationalised Gas Industry», en colaboración con B. P., autoriza un programa de perforación para descubrir si son posibles otros depósitos de gas en Inglaterra, perforándose pozos en el S. de Inglaterra, en Yorkshire y en el conocido depósito de gas de Cousland; pero hasta ahora no se han descubierto reservas de gas importantes.

Prospecciones de gas natural.—En Inglaterra, los anticlinales rara vez suelen tener más de 8 a 16 kilómetros de longitud, por lo cual hay poca probabilidad de descubrir un campo de gas importante. Sin embargo, está justificado el continuar los trabajos de explotación, ya que las acumulaciones de gas en campos pequeños pueden llegar, reunidas, a tener importancia.

Hay tres regiones donde se puede esperar encontrar gas en cantidad económica.

I.—El Carbonífero del «Midland Valley», de Escocia.

Esta es la región donde se descubrió gas en Cousland, en «Mid-Lothian».

II.—El Permiano en Yorkshire y Lincolnshire.

Esta es la región donde se descubrió gas, en Eskdale, cerca de Whitby.

III.—El Mesozoico del S. de Inglaterra.

Esta es la región donde se encontraron indicios de gas al E. de Sussex, pero sin descubrir cantidades importantes.

1) *Prospecciones en el Carbonífero de Mid-Lothian.*—Un pozo, el «Cousland Well núm. 1», fué perforado en el anticlinal de Cousland, a unos 15 kilómetros al SE. de Edimburgo. Este anticlinal tiene 10 kilómetros de longitud aproximadamente, y en él hay tres domos subsidiarios.

Este pozo fué perforado en medio del domo donde se esperaba encontrar aceite; pero lo que se descubrieron fueron muestras productivas de gas metano en las rocas del Carbonífero inferior.

El depósito de gas se encuentra a una profundidad de 460 a 470 metros, en unas areniscas calizas, y está formado por un número de bancos de areniscas de 30 metros de espesor total. La porosidad media es de 15 por 100, y la permeabilidad varía de uno hasta unos pocos cientos de millidarcys. La producción alcanza los 170.000 m.³ por día.

Los pozos núms. 2, 3 y 4 fueron perforados en los flancos del anticlinal con resultados negativos, encontrando sólo agua salada.

El pozo núm. 5 fué perforado 330 metros al S. del pozo núm. 1, con resultados desesperanzadores, pues las areniscas eran más delgadas y tenían muy baja permeabilidad.

Es de presumir que el área del depósito se extiende casi de 40 a 80 hectáreas, por lo cual el gas depositado no puede ser grande, y además es imposible determinar su valor por un solo pozo.

El propósito es mezclar el gas de la ciudad con un pequeño porcentaje del gas natural encontrado, para aumentar el valor calórico de aquél. Se está construyendo un gasoducto hasta las fábricas de gas próximas a Edimburgo. La cantidad de gas natural producido por día, 3.000 m.³, será incrementada gradualmente a medida que se mejore el pozo.

La presión del gas es de 46.4 kg./cm.² (660 PSI), a 437 metros de profundidad, con una temperatura de 20° C. (68° F.).

La proporción de metano de este gas es aproximadamente de 95,8 por 100.

En el «Midland Valley», en Escocia, quedan todavía numerosas estructuras sin reconocer, algunas tan prometedoras como la situada en Sasburgh, que encontró en 1944 gas a los 818-898 metros en unas areniscas, y en la que se espera encontrar un yacimiento apreciable en los próximos sondeos.

11) *Prospecciones en el Permiano de Yorkshire.*—El pozo «Eskdale Well núm. 2», perforado en el anticlinal de Eskdale, descubrió gas en las calizas magnesianas del Permiano superior. Este pozo es histórico, porque en él se descubrieron también sales potásicas.

Las calizas magnesianas fueron encontradas a 1.278 metros y dieron una formación ensayada a 1.297 metros, produciendo unos 70.000 m.³ por día. Las calizas magnesianas inferiores, cuyo límite es 1.456 metros, producen agua salada sin ningún gas.

En 1946 se perforaban pozos en los flancos de este anticlinal de Eskdale para determinar la extensión de los depósitos de potasa. Fué un período de rápida expansión de las factorías de I. C. I., particularmente las de Wilton, para las cuales un suministro de gas local natural suponía enormes ventajas.

Se han perforado hasta 10 pozos, y el núm. 10, situado a tres kilómetros al SE. del núm. 2, encontró las calizas magnesianas con agua y sin gas.

En el pozo núm. 2 se fracturó la parte superior de las calizas magnesianas (tres metros), y se llegó a producir 57.000 m.³ de gas por día con una pequeña cantidad de agua.

El hecho de que una segunda acumulación de gas

haya sido encontrada en las calizas inferiores, fué muy interesante; pero el problema de determinar las reservas de gas no ha podido ser resuelto hasta ahora, y no se puede determinar nada más que por conjeturas. Tampoco se ha podido llegar a un balance económico que justifique el coste de un gaseoducto.

Durante 1956, una campaña geofísica determinó este anticlinal de Eskdale como formado por dos domos independientes que contienen gas, pero de los cuales el más interesante de explotar es el del S., y se está perforando el sondeo núm. 11 en su culminación.

Las presiones del gas son de 129,3 kg./cm.² (1.835 PSI) en las calizas superiores a 1.286 metros, y 148,2 kg./cm.² (2.105 PSI) en las calizas inferiores a 1.468 metros.

Las temperaturas son de 38° C. (100° F.) y 48° C. (119° F.), respectivamente. La producción de metano es de 92,5 y 95,6 por 100.

III) *Prospecciones en el Mesozoico del S. de Inglaterra.*—El gas natural fué descubierto en Heatfield en pozos perforados para producción de agua.

Se perforó un pozo en 1895 en el patio de «Heatfield Hotel», y a la profundidad de 76 metros encontró gas en arenas del Wealdense; en 1896 se perforó otro pozo que llegó a los 115 metros, encontrándose gas y no agua.

Dos años más tarde la Compañía de Ferrocarril usó este gas obtenido en el pozo de la estación para dar luz a la misma. La práctica de la iluminación de la estación por gas ha continuado durante mucho tiempo, hasta que el gas ha tenido un valor demasiado alto en el mercado.

Este gas se acumula ahora en un pequeño gasómetro y se comprime hasta los 75 kg. cm.², empleándose para varios usos industriales. La producción actual es de 25 m.³

por día aproximadamente, y se estima que hasta la fecha se ha producido 570.000 m.³ de gas.

El descubrimiento de gas natural en Heatfield produjo muchas especulaciones sobre la existencia al E. de Sussex de un campo de gas y dió lugar a la formación en 1902 de una compañía para su explotación.

Se perforaron cuatro pozos, y aunque se encontraron indicios de gas, no fueron suficientes para mantener la explotación.

En 1951 se perforaron algunos pozos hasta 600 metros, y se encontraron de nuevo pequeñas muestras de gas en el Wealdense. La máxima producción lograda es alrededor de 850 m.³/día, a la profundidad de 200 metros y una presión de 8 kg./cm.² (126 PSI).

Ashdown.—El anticlinal de Ashdown, en el N. de Sussex, es uno de los mayores de Inglaterra, teniendo 31 kilómetros de longitud y siete kilómetros de anchura.

Se esperaba encontrar importantes depósitos de gas en el Jurásico, y se perforó un sondeo en la culminación del anticlinal; pero los resultados fueron casi nulos, porque sólo se encontró a los 896-904 metros una producción de 570 m.³/día, con una presión de 75,5 kg./cm.² (1.075 PSI) y una proporción en metano de 92,2 por 100.

Es, pues, evidente que se necesitarían muchísimos pozos para obtener una producción substancial de gas. El gas depositado en estas rocas no parece suficientemente importante para justificar trabajos de ampliación del reconocimiento.

Resumiendo, se puede decir que los más importantes depósitos de gas en Inglaterra son los encontrados en el Permiano de Yorkshire y en el «Midland Valley», en Es-

cocia. Hay otras prospecciones mas o menos especulativas en las rocas del Carbonífero de Midland, cuya valoración dependerá de los trabajos de exploración que se realicen.

CAMPO GASIFERO PADANO EN ITALIA

Mucha y variada ha sido la documentación presentada por los geólogos y Compañías italianas, especialmente por la «Agip Mineraria», a este Congreso, y ante la imposibilidad de resumir siquiera sea brevemente los numerosos datos aportados, nos limitaremos a dar una idea de las investigaciones sobre la llanura Padana y a elegir de entre los 33 yacimientos descritos la descripción del más característico y conocido: Cortemaggiore.

Comenzamos, pues, nuestro brevísimo resumen con las notas sobre las investigaciones llevadas a cabo por la «Agip Mineraria» en la llanura Padana.

En Italia septentrional las investigaciones de petróleo tienen una larga historia, pues ya en 1700 se puede encontrar descripciones de labores efectuadas en los Apeninos para la extracción del petróleo por medio de galerías y pozos de gran diámetro. La vertiente Padana de los Apeninos septentrionales es verdaderamente rica en manifestaciones, la mayor parte de las cuales aparecen ligadas a la «arcilla Scagliose». La investigación en escala industrial se comenzó aproximadamente en 1865 por medio de pozos, y aunque operaron numerosas empresas de iniciativa privada y algunas extranjeras, la mayor parte tienen una vida efímera. Las investigaciones eran entonces muy primitivas, porque la técnica de aquel tiempo no podía ofrecer otra cosa, y la única guía para la ubicación de las labores eran las manifestaciones superficiales y la investigación so-

bre una base geológica era bastante difícil en una región estratigráficamente indescifrable y estructuralmente muy confusa.

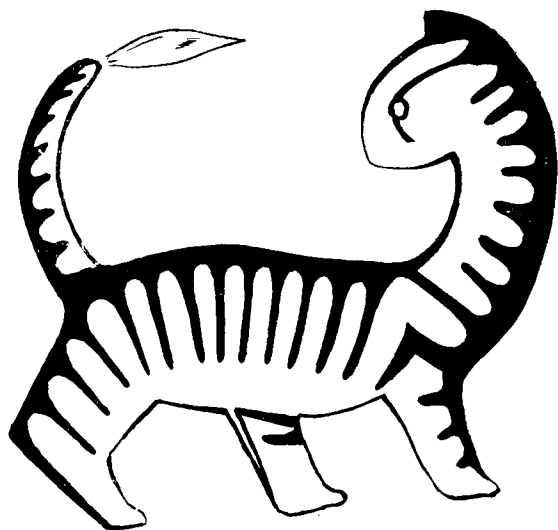
Por lo cual, y no obstante la difusión de las manifestaciones, los resultados de estas investigaciones fueron poco a poco perdiéndose, limitándose a la de algunos yacimientos (Salsomaggiore, Vallezza, etc.).

La investigación en la llanura Padana es una extensión natural de la del Apenino, porque existía la convicción de que los terrenos petrolíferos de los Apeninos se extenderían bajo la llanura en condiciones geológicas más favorables. Se recuerda a este propósito que la geofísica durante la primera guerra mundial había realizado progresos fundamentales colaborando en el estudio geológico de superficie donde no se podían encontrar afloramientos, y que la noticia del éxito obtenido en las aplicaciones del nuevo método, especialmente en los Estados Unidos, parecía demostrar la posibilidad de una investigación racional en la llanura aluvional Padana.

Interesante para la investigación en Italia, especialmente en la llanura Padana, fué el Congreso de la Sociedad Geológica Italiana, que se celebró en Píazenza en 1923 y que tuvo como tema el petróleo de Italia. Numerosos geólogos expresaron su opinión optimista sobre las posibilidades petrolíferas del país y al mismo tiempo reconocieron que el problema de la investigación se presentaba excepcionalmente arduo y oneroso.

Resaltan también en aquellos años las primeras tentativas de interpretación geopetrolíferas de la región Padana. Para esto se basaron en la aparente analogía con la región Carpática (la más familiar al geólogo del petróleo europeo). Con la comprobación de que las manifestaciones de hidro-

carburos del Apenino septentrional resultaban casi siempre ligadas a la «arcilla Scagliose», que se suponía homóloga al Flysch Carpático, el descubrimiento sobre el Apenino de fenómenos de diapirismo con intrusiones de «arcilla Scagliose» y, como consecuencia, con la extrapolación de condiciones geológicas similares en la faja Padana al bor-



El gato de tres patas, original marca de AGIP GAS.

de del Apenino, se orientaron las investigaciones hacia el área Padana meridional, teniendo como objetivos las estructuras diapíricas con las «arcillas Scagliose» en el núcleo.

Este concierto guió las investigaciones en la llanura meridional prácticamente hasta la introducción de la sísmica de reflexión, que modificó radicalmente la interpretación geológica de toda la región Padana.

En la actividad de la Agip Mineraria se puede distin-

guir cuatro periodos más característicos, que se clasifican así:

1. Período 1927-1939.—Introducción del método geofísico y ejecución de sondeos exploratorios profundos.

Parece que las determinaciones estratigráficas no fueron muy correctas y los resultados industriales obtenidos fueron nulos.

2. Período 1940-1945.—Se empieza a utilizar la sísmica de reflexión, que abre nuevas posibilidades, imponiendo una nueva interpretación geológica favorable a la investigación. La introducción de la micropaleontología hace que se obtenga la primera datación y correlación exacta de los terrenos y se llega, además, al primer resultado práctico de importancia industrial en los sondeos.

3. Período 1946-1949.—El significado de los resultados anteriores no es comprendido por las autoridades competentes, que consideran terminada la investigación. Pero valorando su importancia, hay técnicos de la Agip y de iniciativas privadas que a partir de 1947 comienzan a afianzarse y a sustituir al Estado en la investigación Padana. En un clima de gran polémica con la autoridad estatal, la Agip, gracias a la intervención del Ingeniero Mattei, puede proseguir los sondeos dentro de sus concesiones, valorizando y descubriendo Ripalta, Cortemaggiore, etc. Durante este período se efectúa una radical reorganización de la Hacienda del Estado.

4. Período desde 1949 hasta hoy.—La nueva organización de la Hacienda y la formación de cuadros técnicos adecuados, el perfeccionamiento de los métodos y de las técnicas y la creciente disponibilidad de medios, permiten el pleno desarrollo de las investigaciones. En 1953 el área

Padana aparece asignada en concesiones al «Enti Nazionale de Idrocarburi», constituido en este año. En mayo de 1953 se constituye la Agip Mineraria, que hereda la actividad de las investigaciones de la Agip, y a la cual el E. N. I. encarga las investigaciones en la amplia llanura Padana.

A continuación daremos algunos detalles más sobre las investigaciones en estos períodos.

Período de 1927 a 1939.—Las exploraciones se habían iniciado en el Coll de San Colombano, interpretado como un anticlinal con el Mioceno aflorante y erosionado, y en el que había manifestaciones de hidrocarburos. En el 1927 se intentó conseguir un relieve sísmico de reflexión, pero con aparatos rudimentarios y sin resultado práctico. Se hicieron algunos sondeos geológicos y la estructura fué explorada sin éxito.

En definitiva, se empieza a emplear el método gravimétrico, que desde 1927 a 1935 investiga un área de 1.650.000 hectáreas, correspondientes al sector meridional de la llanura desde el meridiano de Alejandría al Adriático.

Este procedimiento gravimétrico resulta mucho mejor y descubre la gran «Dorsale Ferrarese» y una alineación de anomalías positivas interpretadas como deformaciones estructurales; todas estas anomalías fueron perforadas por sondeos.

El único éxito se obtuvo en Fontevivo, donde ya hacía tiempo que se conocían manifestaciones superficiales. El primer pozo perforado en 1929 encontró una acumulación de petróleo en la base del Cuaternario transgresivo sobre el Mioceno. Para el desarrollo del yacimiento se perforaron, desde 1929 a 1938, 30 pozos con profundidad media de

250 metros y uno profundo que alcanzó los 2.430 metros sin obtener resultado.

En relación con el desarrollo de Fontevivo fueron descubiertos, sobre el flanco de esta estructura, modestas acumulaciones de gas, para explorar los cuales se perforaron 20 pozos a una profundidad media de 800 metros.

Como complemento del programa de exploración de todas las anomalías gravimétricas fueron perforados cuatro pozos más en Casalpusterlengo con un total de 2.015 metros sin resultado práctico.

En Podenzano en 1933 se descubrió un yacimiento de gas y de petróleo de alguna importancia, pero este descubrimiento fué procedente de labores de una empresa privada relevada por la Agip.

A fines de 1939 el balance aparece negativo y descorazonador; casi todas las anomalías gravimétricas positivas habían sido exploradas con sondeos, algunos profundos, y se habían encontrado frecuentes manifestaciones de gas, pero prácticamente ninguna había demostrado valor industrial; la serie de los terrenos se presentaba litológicamente monótona y estratigráficamente indiferenciable e indeterminable y, por consecuencia, la interpretación geológica de la región Padana resultaba incierta y era necesario modificar la hipótesis de un sustratum de «Argille Scagliose» provocando fenómenos diapíricos.

De esta crítica situación salió un nuevo programa de investigación que suponía la ejecución de una serie de sondeos profundos sobre una transversal a la directriz estructural Padana, deducida del relieve gravimétrico como único medio de obtener una información decisiva sobre la geología Padana.

La literatura técnica comienza a resaltar este año la uti-

lización con éxito en los Estados Unidos de métodos sísmicos de reflexión. En 1939 dos técnicos de la Agip visitaron las más importantes compañías americanas y en 1940 se iniciaron en Italia las operaciones sobre el terreno con un equipo solamente.

El programa consistía en una larga exploración que parecía perfectamente racional partiendo desde el borde del Apenino y extendiéndose por la llanura Padana 40 a 60 kilómetros con líneas orientadas transversalmente a las presuntas directrices estructurales padanas (deducidas por gravimetría).

En aquel tiempo la micropaleontología que se había introducido a fines del año 1939 comenzó a dar su fruto. El examen de los materiales obtenidos en los pozos fué mostrando una microfauna rica y significativa y el complejo litológico Padano puede correlacionarse correctamente, así como darse estratigráficamente. Uno de los primeros resultados y de los más importantes, fué el reconocimiento de la existencia en el subsuelo Padano de grandes espesores de Cuaternario marino. La distribución entre Plioceno y Mioceno, al principio incierta e imposible, permiten una primera interpretación de relieve geofísico. Además aparecen resultados que ponen de manifiesto una discordancia principal que se puede interpretar como la superficie de separación entre el Mioceno plegado y el Plioceno que lo cubre. Este Plioceno constituirá una óptima cobertura de las arenas miocenas.

Consecuencia lógica de este resultado es la ejecución inmediata de nuevos sondcos de exploración. En la primavera de 1942 los técnicos de la Agip proponen dos ubicaciones para dos pozos explorativos sobre la estructura de Caviaga y uno sobre la de Ripalta.

En Caviaga es ultimado por fin el pozo con grandes dificultades en octubre de 1944, cortando debajo de la arcilla pliocénica en el punto correspondiente a la culminación del anticlinal sísmico un nivel de arena impregnada de gas con trazas de petróleo.

En este punto se midió una producción controlada renunciándose a medir el espesor de la capa, operación que se presentaba peligrosa dada la alta presión encontrada y la penuria de equipos y material adecuado.

Periodo de 1946 a 1949.- Acabada la guerra, la situación de las investigaciones en la llanura Padana cambia radicalmente al reemprender las investigaciones con nuevos métodos en nuevas áreas y sobre nuevas estructuras ya descubiertas con todo el material y equipo necesarios. Aunque por parte de la autoridad responsable se da la orden de suspensión de las investigaciones, juzgadas concluidas negativamente.

Caviaga da una exigua producción y no se vuelve a prestar atención a la interpretación geológica regional. Técnicos de Sociedades italianas y extranjeras fueron autorizados a estudiar todos los resultados obtenidos, incluyendo los de la última campaña, de relieves sísmicos, a la vista de la liquidación de las actividades de la Agip.

Gracias a la enérgica y decisiva intervención del Ingeniero Mattei se puede conseguir perforar el pozo núm. 2 de Caviaga, que alcanza el fondo de la capa y demuestra indudablemente el valor industrial del yacimiento.

En 1948, mientras se perseguía con otros pozos la investigación de Caviaga, fué perforado con éxito favorable el pozo para explorar Ripalta, propuesto en 1942. En 1949 fueron perforados dos pozos de exploración sobre dos culminaciones distintas y a profundidades diversas en la es-

estructura de Cortemaggiore, pozos que resultaron productivos de dos niveles distintos, uno gasífero y otro petrolífero.

A partir de este período se inicia una etapa de reorganización. Se organiza el estudio geológico de los pozos, el desarrollo de la geología del yacimiento, la organización del laboratorio micropaleontológico, la constitución y el adiestramiento de los cuadros técnicos y la adquisición del material moderno; los descubrimientos de Caviaga y de Ripalta, así como el más importante de Cortemaggiore atraen el interés de la opinión pública reclamando la atención del Gobierno sobre lo que era ya una realidad.

Período de 1950 a 1956. — Gracias a la reorganización completa con la constitución del centro de Estudio de San Donato Milanese, durante este período la investigación ha podido desarrollarse con una intensidad adecuada a la actividad de la cuenca Padana. Empiezan a operar numerosos equipos sísmicos y de particular relieve es el progreso en el campo de la estratigrafía con el estudio de una cantidad enorme de material recogido en los pozos, con la confección de la columna estratigráfica para confrontación que permita el control y datación sobre las líneas sísmicas.

Actualmente el programa de investigación se orienta hacia diferentes fines que exponemos a continuación:

1.º Completar las exploraciones de las culminaciones de las trampas menores de tipo braquianticlinal.

2.º Completar la exploración sobre los flancos de los mayores pliegues y de los grandes monoclinales para la investigación de los «Pinch Outs» arenosos.

3.º Incremento de la exploración de las estructuras mayores, ya definidas estructuralmente incluso a muy gran profundidad gracias a los numerosos sondeos de producción, alguno de los cuales se llevaron más allá de lo nece-

sario para obtener datos sobre la geología profunda. (Se ha terminado sobre la estructura de Piadena el pozo más profundo de Europa, 5.251 metros).

4.º La investigación de las trampas estratigráficas en Pseudoestructuras por diferencias de compacidad, líneas de playas fósiles, etc.

5.º Completar la exploración del basamento Preneogénico accesible a los sondeos.

Este grupo de investigaciones requiere una riqueza de datos y una precisión del relieve y de la interpretación de un orden muy diferente al de la exploración en los vértices de los grandes anticlinales, aunque las probabilidades de éxito son de un orden muy inferior, pero se puede afirmar que la investigación en la llanura Padana permitirá afrontar este difícil problema con un mínimo de gastos, gracias al gran número de datos y a la elaboración de interpretaciones en escala regional.

Como ya hemos indicado, entre los 33 pozos y campos descritos minuciosamente, y que enumeramos a continuación, vamos a elegir el de Cortemaggiore, por ser quizás el más típico o uno de los más típicos y estar ligado a la famosa estación de desgasolinización y refinería del mismo nombre.

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 1.—Ripalta. | 9. Soresina. |
| 2.—Cortemaggiore. | 10.—Cremona Sud. |
| 3.—Sergnano. | 11.—Romanengo. |
| 4.—Ravenna. | 12. Orzivecchi. |
| 5.—Desana. | 13. Bordolano. |
| 6. Pandino. | 14. Maclodio. |
| 7.—Corneliano. | 15. Bagnolo Mella. |
| 8.—Caviaga. | 16. Podenzano-S. Giorgio. |

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 17.—Pontenure. | 26.—Imola. |
| 18.—Busseto. | 27.—Santerno. |
| 19.—Piadena Ovest. | 28.—Cotignola. |
| 20.—Piadena Est. | 29.—Al fonsine. |
| 21.—Correggio. | 30.—Porto Corsini. |
| 22.—Spilamberto. | 31.—Monestirolo. |
| 23.—Minerbio. | 32.—Bova. |
| 24.—Selva. | 33.—Tresigalio. |
| 25.—Budrio Est. | |

CAMPO DE CORTEMAGGIORE

El campo de Cortemaggiore se encuentra a 20 kilómetros al E.-SE., de Piacenza con una cota de 45 metros sobre el nivel del mar.

Este campo ha sido estudiado por el método sísmico de reflexión en diferentes períodos de tiempo. El primer reconocimiento se inició en 1943 y permitió delimitar una estructura anticlinal con el eje principal dirigido E.-O. Después de una suspensión debida a la guerra, las investigaciones estuvieron prácticamente terminadas en 1948.

A partir de 1948 se perforaron dos pozos de exploración ubicados en posición estructural favorable.

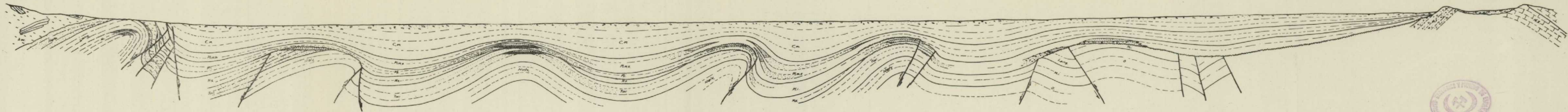
El primer descubrimiento de hidrocarburos se efectúa en el pozo núm. 2 con una erupción de gas de un nivel arenoso situado entre 1.464 y 1.471 metros.

Se continuó la exploración de éstos y otros niveles en diferentes sondeos, y en 1956 existían 82 pozos en producción, 57 para las acumulaciones del Plioceno y 25 para la del Tortonense.

Se distinguen en el campo de Cortemaggiore dos yacimientos principales. Uno de las capas del Plioceno inferior

APENINOS

PREALPES



- | | | | |
|--|-------------------------|--|-------------------|
| | ALUVIAL | | LANGIENSE |
| | CUATERNARIO MARINO | | MIOCENO INFERIOR |
| | PLIOCENO MEDIO-SUPERIOR | | OLIGOCENO |
| | PLIOCENO INFERIOR | | MESOZOICO |
| | MIOCENO SUPERIOR | | ARCILLA SCAGLIOSE |
| | TORTONIENSE | | PETRÓLEO |
| | HELVECIENSE | | GAS |

Fig. 16.—Corte estratigráfico esquemático de la llanura Padana.

Este corte idealizado de la fig. 16 atraviesa la llanura desde Los Apeninos a Los Prealpes y muestran de una manera esquemática la mayor parte de las situaciones estructurales que se presentan en el subsuelo padano.

En particular se ha puesto en evidencia los varios tipos de acumulaciones de hidrocarburos y las localizaciones de éstas últimas en diversas trampas estratigráficas.

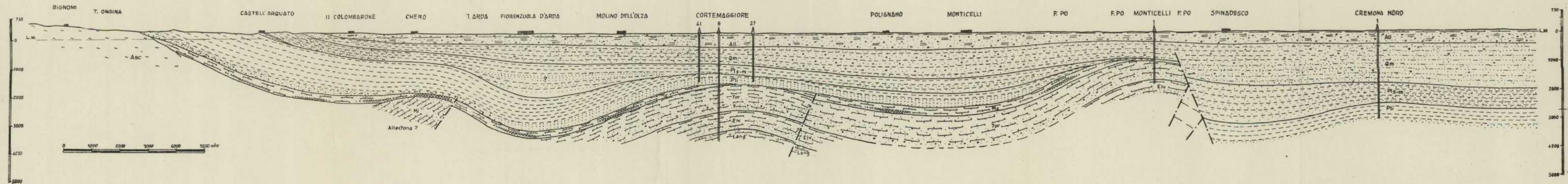


Fig. 17.—Corte estratigráfico del campo de gas de Cortemaggiore

y otro de las del Tortonense. El primero fué descubierto, como hemos indicado, en el año 1949 en el pozo núm. 2 durante una prueba de producción efectuada en el intervalo de 1.526 a 1.541 metros que produjo erupciones de gas de 100.000 m³/día.

El segundo yacimiento fué descubierto en el pozo número 19, el día 12 de febrero de 1952 a la profundidad de 1.940 a 1.948 metros con erupciones de petróleo de 30 metros cúbicos por día.

Estratigrafía y litología.—La estratigrafía del campo de Cortemaggiore ha sido estudiada con detalle mediante numerosas muestras y testigos obtenidos en varios pozos.

La separación del Cuaternario y del Plioceno eran en principio muy inciertas hasta que se ha podido constatar definitivamente con datos paleontológicos el Plioceno inferior.

La distinción de los diferentes niveles se ha hecho definitiva en la mayor parte de los casos gracias a los foraminíferos y mediante la correlación litológica y eléctrica (fig. 17).

La costra aluvionaria está constituida por estratos más o menos irregulares de arcilla arenosa con un espesor medio de 400 metros.

El Cuaternario marino está constituido por dos complejos principales, con un espesor de cerca de 750 metros. Uno superior preferentemente arenoso y bien estratificado y otro inferior menos arenoso con notables variaciones de facies litológicas del Oeste hacia el Este.

La serie Pliocena tiene una cota media de 1.150 metros y está constituida por una potente formación arcillosa litológicamente indiferenciada con cerca de 350 metros de espesor. La distinción en varios niveles sólo se obtiene por el

estudio de los foraminíferos, pero el paso del Plioceno superior y medio al Plioceno inferior ha sido señalado por una discordancia netamente visible en la línea sísmica del flanco de la estructura.

El Plioceno inferior presenta hacia la base una formación elástica gruesa que representa el término de la transgresión pliocénica sobre el Mioceno. En esta formación se distinguen diversos niveles arenosos que constituyen la principal capa gasífera del campo y algunas intercalaciones de arcilla rica en ostracodos y lamelibranquios.

La serie miocénica resulta completa en todos sus términos; el Mioceno superior, presente sólo en la parte occidental, está constituido por un complejo margoso cuyo máximo espesor, encontrado en el pozo núm. 6, es de 200 metros. Los espesores disminuyen gradualmente a causa de la erosión del O. hacia el E.

El Tortonense muestra diversas facies. Un primer nivel de margas faunísticamente bien caracterizado con un espesor máximo de 90 metros seguido por cerca de 500 metros de una formación constituida por margas y arenas, la primera en pequeños estratos y la segunda en grandes bancos.

Podemos hacer una columna estratigráfica del yacimiento de Cortemaggiore, que sería:

0 a 395 metros. — *Aluviones*. — Arenas con intercalaciones de arcillas.

395 a 1.300 metros. — *Cuaternario marino*. — Grandes bancos de arena con intercalaciones de arcilla en la parte basal.

1.300 a 1.445 metros. — *Plioceno superior a medio*. — Arcillas.

TRANSGRESIÓN

1.445 a 1.630 metros. — *Plioceno inferior*. — Arcillas en la parte alta con niveles de arenas y arcillas en la parte basal.

TRANSGRESIÓN

1.630 a 2.300 metros. — *Tortonense*. — Se inicia con un nivel margoso seguido de arenas con intercalaciones de margas. Fauna rica y típica.

2.300 a 3.615 metros. — *Helveciense*. — Alternancias de margas y arenas con algunos niveles de gravas en la parte baja. Fauna abundante.

3.165 a 3.442 metros. — *Langiense*. — Margas con pequeños estratos de arena. Fauna rica.

3.442 a 4.453 metros. — *Mioceno inferior*. — Margas arenáceas, niveles de arenas y pequeños estratos de arena y gravas. Fauna escasa y no muy indicativa.

Cierres. — Para todos los niveles el elemento esencial del cierre es la estructura anticlinal, pero pueden intervenir otros factores de carácter sedimentario.

1.^a capa. — Cota media 1.440, el cierre se debe únicamente al plegamiento.

2.^a capa. — El cierre se efectúa por plegamiento, y en la parte oriental por trampa sedimentaria.

3.^a capa. — El cierre se efectúa por entrapamiento de las arenas en las arcillas pliocenas. Es, por tanto, dudosa la continuidad de esta capa.

4.^a capa. — El cierre se efectúa por plegamiento y se asegura por una intercalación arcillosa del Plioceno inferior.

Para los niveles del Mioceno el cierre se efectúa por plegamiento; en el Tortonense no está todavía aclarada la importancia de las variaciones de facies en el cierre.

Roca de cobertura y almacén.—La roca de cobertura del yacimiento pliocénico es únicamente la arcilla, cuyo espesor varía según los niveles.

El primer nivel tiene por cobertura todo el complejo arcilloso, mientras el segundo está separado del primero por un nivel de arcilla cuyo espesor varía de 0. a E. entre 60 y 15 metros.

El tercer nivel tiene por cobertura una arcilla arenosa de 10 metros de espesor, y el cuarto también arcilla con 20 metros de potencia.

El quinto, sexto y séptimo, es decir, los niveles del Tortonense, están intercalados entre el complejo margoso.

Las características del yacimiento son las siguientes:

	1.ª Capa	2.ª Capa	3.ª Capa	4.ª Capa	5.ª, 6.ª y 7.ª Capas
Porosidad.....	33.0%	30.2%	6.0%	32.0%	29.0%
Permeabilidad.....	300 md.	10 md.	muy baja	500 md.	300 md.
Factor de formación.....	6	6	—	10	6

Los valores de la porosidad y de la permeabilidad son valores medios, ya que especialmente esta última varía entre valores muy amplios a lo largo de las capas.

El fluido que impregna la roca almacén es gas natural, agua fósil y algunas veces petróleo. El gas natural es del tipo gas condensado y presenta una elevada proporción de hidrocarburos superiores. Esta proporción varía en el curso de la producción, pues con la disminución de la presión

del estrato viene el fenómeno de la condensación retrógrada.

Los hidrocarburos superiores se separan en pequeña cantidad, como gasolina natural, en separadores de alta presión dispuestos en los centros de recogida del gas, y permiten recoger la casi totalidad en la estación de desgasolinización, a la que llega todo el gas producido.

A continuación damos un análisis medio del gas de Contemaggiore:

Metano.....	92.57 %
Etano.....	4.82 %
Propano.....	1.30 %
Butano.....	0.59 %
C5-H12.....	0.30 %
Nitrógeno.....	0.42 %

El aumento de la temperatura en función de la profundidad se ha podido medir y ha dado un gradiente medio de 48 metros por cada 1°C.

La temperatura media de los dos principales niveles de gas es de 46°C.; en el complejo del 5.º, 6.º y 7.º nivel la temperatura media es de 55°C.

El agua presente en los estratos suele tener la misma composición en todos los pozos y se trata de un agua fósil normal, de alto contenido salino.

	Sal
1.ª Capa.....	179,50 grms/lts.
2.ª Capas.....	155,32 » »
4.ª, 5.ª y 6.ª Capas.....	200,00 » »

La presión hidrostática teórica del yacimiento calculada, teniendo en cuenta la influencia de la temperatura y de la presión sobre la densidad del agua del estrato, es de 173 kg./cm.² para el primer nivel y 179 kg./cm.² para el segundo nivel.

Se puede decir que para el primer nivel la presión no es uniforme en todo el intervalo mineralizado y que se encuentra una presión más elevada en la zona O. del campo en relación con la presencia de un nivel acuífero.

Para el segundo nivel la presión no es uniforme, siendo más elevada precisamente en el sector N. del campo.

Distribución del fluido.—Las principales acumulaciones de hidrocarburos se encuentran en el campo de Cortemaggiore en dos planos estratificados en la base del Plioceno inferior, distribuidos en cuatro niveles, y en el Tortonense, en tres niveles más.

La primera capa del Plioceno es la más importante porque es la más potente; tiene un espesor medio de 17 metros y está constituida por dos principales niveles arenosos, de los cuales el primero es de fácil identificación porque está limitado en su parte superior por las arcillas de cobertura y además eléctricamente está muy bien caracterizado; hacia la base limita con un complejo arcilloso que aparece más desarrollado en el sector occidental.

El nivel arenoso inferior resulta discontinuo e irregular y en algunos pozos aparece netamente separado del primero, mientras en otro parece confundirse y da lugar a un complejo único arenoso.

El plano de agua varía en algunas decenas de metros y la profundidad media encontrada con mayor frecuencia es de 1.480 metros. La diferencia encontrada en la cota del nivel acuífero debe atribuirse al hecho de que la base del

nivel no es exactamente reconocida y algunas veces parece adquirir una forma lenticular de arenas con diferentes distribuciones del fluido.

La segunda capa está constituida por un nivel arenoso con una potencia de 8,50 metros. Aparece bien separado de los otros niveles arcillosos más desarrollados en la parte central y occidental del campo. En el sector oriental la identificación de esta capa parece incierta por la asociación con otros estratos y por las variaciones de facies; la mineralización es preferentemente gasífera con algunas pequeñas acumulaciones de aceite sobre el flanco Norte. En el sector oriental, en algún pozo también se han podido apreciar manifestaciones de aceite, pero con una posibilidad de producción muy modesta.

El plano de agua de este nivel no está exactamente horizontal. La diferencia de la distribución del fluido, así como la notable diferencia de potencia del nivel acuífero, puede ser explicada por la diferencia de permeabilidad.

La presencia del aceite sobre el flanco N. aparece verosímilmente ligada con la talla del núcleo Miocénico inferior y con la consecuente migración vertical de los hidrocarburos de los que el Mioceno tiene abundantes trazas.

La tercera capa es la menos importante; se compone de un estrato arenoso de modesto espesor, 1,50 metros.

La cuarta capa corresponde a un banco de arena de espesor medio de 40 metros, que está mineralizado en parte en gas y en parte en petróleo; el espesor máximo del nivel petrolífero es de 10 metros; cerca de la cota de 1.533 metros, donde se encuentra el contacto aceite gas, a la cota de 1.543 se encuentra el plano de agua.

La quinta capa se refiere a una serie muy pequeña de niveles arenosos estratigráficamente pertenecientes al Tor-

tonense. Se trata de una acumulación mucho más modesta, en la cual el aceite se encuentra asociado al gas y al agua salada. Industrialmente tiene poca importancia.

La sexta y séptima capa se encuentran en el sector oriental del campo, en correspondencia con la culminación secundaria miocénica.

La sexta capa tiene un espesor medio de cinco metros y una cota de 1.895 metros. La séptima capa corresponde a un banco de areniscas con espesor de 31 metros; está en parte mineralizada en gas y en parte en petróleo. El plano de agua se encuentra en la cota de 1.910 metros.

La energía del yacimiento.—Respecto a la energía del yacimiento se puede decir que es debido a la expansión del gas, acompañada en algunas capas por la acción de una cierta cantidad de agua particularmente activa en algunas capas (primera y cuarta), especialmente en los pozos periféricos.

Colocación de los pozos.—En la primera capa la distancia media entre los pozos de gas es de 700 metros y la densidad, de un pozo por cada 33 hectáreas de producción. Para los pozos de petróleo la distancia es de 300 metros, y la densidad de un pozo sobre nueve hectáreas en producción.

Segunda capa: Para los pozos de gas la distancia media es de 800 metros, y la densidad, de un pozo por cada 33 hectáreas en producción. Para los pozos de petróleo la distancia media es de 300 metros, y la densidad, de un pozo por cada 10 hectáreas.

Cuarta capa: En los pozos de gas la distancia es de 750 metros, la densidad de un pozo por cada 29 hectáreas en producción. Para los pozos de petróleo la distancia es

de 600 metros y la densidad de un pozo para cada seis hectáreas en producción.

Sexta y séptima capa: La distancia media entre los pozos es de 600 metros, y la densidad, de un pozo por cada ocho hectáreas de producción.

Utilización del gas.—Los pozos de gas de Cortemaggiore, excluidos los que además dan petróleo, son actualmente 37. Cada uno de estos pozos produce de una sola capa gasífera. La presencia en algunas capas de hidrocarburos superiores, muy abundantes en el gas de Cortemaggiore, constituye la principal característica del campo. Las capas con gas se distinguen desde el punto de vista de la producción; así se puede decir que el primer nivel produce el 8,5 ó 9 por 100 del gas; el segundo, el 11,09 por 100, y el tercero, el 0,50 por 100; el resto, los cuatro niveles restantes, dan gas asociado al petróleo.

La producción media diaria del gas es al principio del funcionamiento de la planta de desgasolinización (año 1952) de 2,8 a 3.000.000 de m.³; el pozo más productivo contribuye con 150 a 170.000 m.³/día. El gas del campo viene conducido a la planta de desgasolinización, donde se recuperan los productos licuables y pasa posteriormente a la red de distribución de la S. N. A. M.

En cuanto al sistema de recogida del gas, dada la extensión del campo de gas de Cortemaggiore, se ha dividido en pequeñas secciones, cada una con su centro de recuperación, que reúne de cinco a siete pozos. En las proximidades de cada pozo hay algunos talleres de producción particular. Algunos de los pozos marginales están provistos de un separador mecánico para el agua, mientras que los pozos más lejanos del respectivo centro de recolección tienen un calentador del tipo de calentamiento individual, a tra-

vés de los cuales pasa el gas, a fin de evitar la formación de hidratos en el conducto que va hacia el centro de recolección de estos pozos.

En la cabeza de producción de los pozos de gas se mide actualmente una presión aproximadamente de 120 atmósferas. El gas afluye ya sin sufrir ningún salto en la presión, a fin de evitar el enfriamiento súbito.

El gas llegado a la planta de desgasolinización sufre un proceso de deshidratado y desgasolinización hasta obtener un punto de condensación referido al agua y a la gasolina (-6°C) que permite transportarle con seguridad.

Se puede decir, para terminar, que la producción de hidrocarburos líquidos, de gas y de gasolina, en el taller de desgasolinización de Cortemaggiore ha sido el siguiente :

	1952	1953	1954	1955	1956
Gas líquido.....	8.975	18.011	23.170	13.812	25.213
Gasolina.....	14.909	30.736	31.333	29.414	30.900
Residuos.....	1.059	2.186	2.096	1.790	3.007
TOTALES.....	24.943	50.933	56.599	54.746	59.120

Todos los datos están expresados en toneladas.

YACIMIENTOS DE GAS NATURAL EN YUGOSLAVIA

HISTORIA

Puede decirse que es en el siglo XIX cuando se inicia la explotación de los indicios superficiales encontrados sobre el territorio yugoslavo. Aunque ya se conocían en la lite-

ratura los indicios superficiales de Pekenica en Croacia, en 1788, es en 1856 cuando comienza a explotarse comercialmente aceite asfáltico en pequeñas minas (galerías) de cuatro metros de profundidad. En 1855 se efectúan los primeros sondeos de exploración en Selnica, al O. de Pekenica; su profundidad varía entre 52 y 350 metros. En 1913 un sondeo colocado en la parte superior de la estructura de Selnica alcanza 652 metros.

Después de la primera guerra mundial, cuando Yugoslavia toma posesión de su territorio, todos los archivos y sondeos estaban destruidos. Entre 1921 y 1922 el Gobierno yugoslavo efectúa siete sondeos, y en 1933 son los austriacos los que dirigen la exploración. Sin embargo, se abandonan muy rápidamente los trabajos de investigación a la vista de los malos resultados obtenidos. Desde este período hasta la última guerra, diferentes sociedades nacionales y extranjeras han continuado la exploración en Croacia y en Bosnia, sobre los terrenos que bordean la villa de Tuzla, donde se habían indicado indicios de petróleo en 1896.

El primer sondeo, ubicado en 1918 sobre la estructura de Bujavica para buscar petróleo, ha permitido descubrir el primer yacimiento de gas en Yugoslavia.

Se trata de gas seco, cuya composición es la siguiente :

Metano.....	93.0 %
Etano.....	0.30 %
CO ₂	0.34 %
CO.....	0.70 %
N.....	4.9 %
O ₂	0.76 %

El porcentaje en metano de ciertos sondeos se eleva al 98 por 100.

Dos horizontes productivos se encuentran en capas del Plioceno inferior a una profundidad de 340 a 360 y 370 a 400 metros. Después de haber producido 42.000.000 de metros cúbicos de gas, el campo está actualmente agotado, estimándose que se han perdido aproximadamente 75.000.000 de metros cúbicos de gas durante la erupción libre de tres sondeos.

En 1930, un segundo campo de gas fué descubierto en los alrededores de la Villa de Gojlo. Este campo está actualmente en producción.

En los sondeos ejecutados en la cuenca panónica para buscar agua se ha encontrado gas a débil profundidad, y hay pueblos que lo emplean para las necesidades locales: por ejemplo, para calefacción de baños públicos, para molinos, etc.

Hasta 1941 se habían ejecutado en toda Yugoslavia 185 sondeos para las investigaciones de gas y de petróleo, con un total de 70.757 metros perforados. Durante este mismo período se han producido 41.196.416 m.³ de gas. La mayor parte de este gas proviene del yacimiento de Bujavica, y no se cuentan más que las cantidades registradas. El gas ha sido empleado, desde 1928, para la fabricación de negro de carbón en Bujavica, para la iluminación de los vagones de ferrocarril en toda Yugoslavia y para los equipos de sondeo provistos de motores a vapor.

Durante la segunda guerra mundial los alemanes efectúan investigaciones en busca de minerales en Yugoslavia, y desde 1940 emprenden estudios sistemáticos empleando los métodos geofísicos y algunos perfiles sísmicos. A fines de 1942 la Sociedad Alemana «Seismos», de Hannover, estableció una carta gravimétrica regional a escala 1:200.000 para casi toda la cuenca panónica. En las regiones ocupa-

das por los húngaros (Eslovenia Oriental y Backa) los trabajos geofísicos se efectúan empleando la balanza de torsión.

Los resultados obtenidos por los estudios geológicos y geofísicos fueron positivos. Sobre la base de estos resultados se han descubierto algunos campos de petróleo, dos campos de gas, uno de los cuales se encuentra en Eslovenia, en Dolina, y el otro en Croacia, en Janja Lipa; también se han descubierto horizontes de gas en el campo de petróleo de Petesovic, en Eslovenia.

A la terminación de la guerra en 1945, desde el punto de vista del gas natural, la situación era la siguiente:

EN ESLOVENIA

Se había descubierto el campo de gas de Dolina (fig. 18), todavía poco conocido, y en el campo de petróleo de Petesovic se habían encontrado dos horizontes de gas, igualmente poco conocidos, ya que solamente se habían ejecutado tres sondeos.

EN CROACIA

Encontramos el campo de gas de Bujavica prácticamente agotado, el campo de gas de Janja Lipa y las capas de gas del campo de petróleo de Gojlo (fig. 23).

En esta época las reservas de gas natural estaban evaluadas en 500.000.000 de metros cúbicos.

El período entre 1945 y 1952 se caracteriza por la carencia de técnicos preparados para la exploración del petróleo y el gas, por la carencia de equipos de sondeo modernos (sobre todo desde el punto de vista del transporte),

por la ausencia de utilización de métodos geofísicos, especialmente sísmico, lo que hace que las investigaciones de hidrocarburos se realicen muy lentamente, pero a partir de 1952 se marca un cambio en la investigación de hidrocarburos. La capacidad de los aparatos de sondeo se aumenta y se moderniza utilizando aparatos modernos de geofísica y creándose cinco sociedades autónomas para la investigación y explotación del petróleo y del gas en Eslovenia, Servia, Bosnia y Montenegro.

En el periodo comprendido entre 1946 y 1956 se perforan 740.743 metros de sondeos, de los cuales 446.913 metros eran de explotación y 292.830 metros de exploración. En el mismo periodo de tiempo se han producido 1.545.000 toneladas de petróleo y 304.045.000 m³ de gas natural.

A primeros de enero de 1957 Yugoslavia disponía de 34 aparatos de sondeos, de cinco equipos sísmicos y de tres equipos de Schlumberger.

DIVISIÓN DE YUGOSLAVIA EN REGIONES DE INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS

Teniendo en cuenta la localización de los actuales campos de petróleo y de gas, así como la posibilidad de los nuevos que se puedan encontrar, Yugoslavia puede ser dividida en tres regiones principales:

- I.—Región constituida por capas del Terciario.
- II.—Región constituida por capas del Mesozoico.
- III.—Región constituida por capas del Paleozoico.

I.—Terrenos formados por capas de edad terciaria

- A) Cuenca panónica, profundidad media de 1.500 a 2.000 metros.
- B) Cuenca terciaria de Bosnia, profundidad media, 1.200 metros.
- C) Sedimentos del terciario de Pomoravlje, profundidad media, 800 metros.
- D) Sedimentos aislados del terciario en Servia Central, profundidad media, alrededor de 800 metros.
- E) Cuencas terciarias aisladas de la Macedonia, profundidad media, 800 metros.

II.—Región cubierta por capas del Secundario, profundidad media desconocida

- A) Zona adriática.
- B) Litoral de Montenegro.

III.—Otros terrenos sedimentarios

Terrenos cubiertos por capas del Paleozoico.

RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS DE LA GUERRA EN LA INVESTIGACIÓN DEL GAS NATURAL

Los trabajos de investigación de petróleo y de gas han sido concentrados hasta el presente, a excepción de algunos sondeos ejecutados en terrenos mesozoicos, en la cuen-

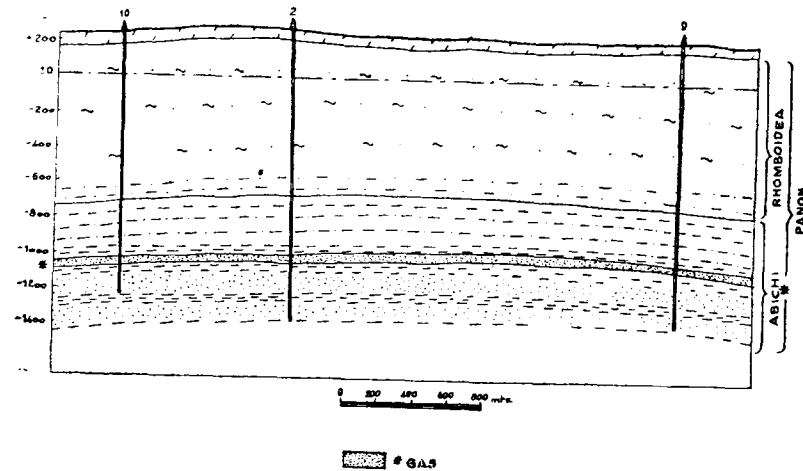


Fig. 18.—Corte del campo de gas de dolina.

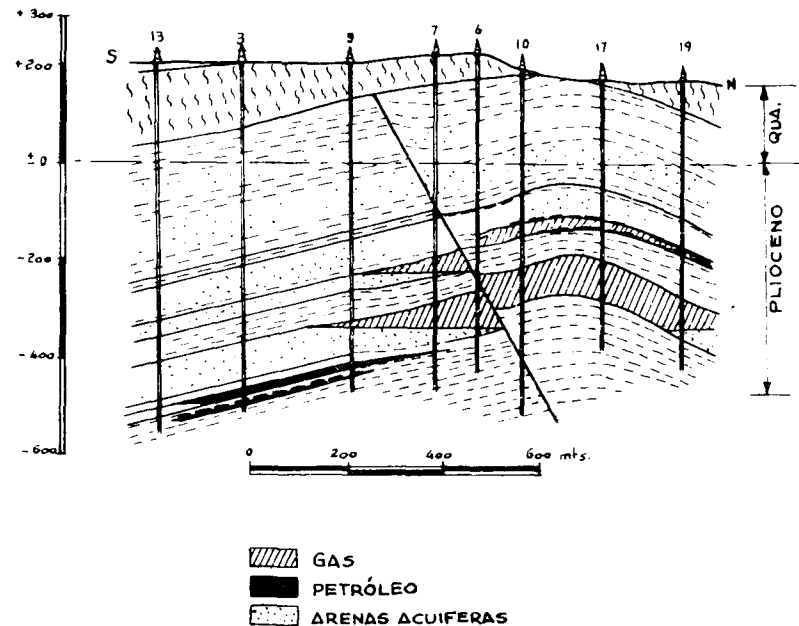


Fig. 19.—Corte del campo de gas y petróleo de Gajlo.

ca terciaria de Bosnia, particularmente en la cuenca Panónica.

Hay que tener en cuenta que estas concentraciones han sido efectuadas en esta cuenca porque hay numerosos indicios superficiales de petróleo y de gas y además hay que tener en cuenta que en los países vecinos, en Austria y Hungría se ha obtenido una producción considerable.

Haremos, a continuación, una breve descripción de los principales yacimientos de gas de Yugoslavia.

REGIÓN DE LA MURA (ESLOVENIA)

A) En 1942 se descubre el *campo de gas de Dolina* a algunos kilómetros de la frontera húngara. Los sondeos que comenzaron en 1947, terminaron en 1954. Se han perforado en este campo 13 sondeos en total, con una profundidad media de 1.450 metros. La estructura, que es prolongación del campo de petróleo de Lovazsi en Hungría, consiste en un anticlinal bastante largo que se extiende de Este a Oeste, y una parte de su vértice se encuentra en territorio yugoslavo. Este campo está en producción desde 1942, produciendo al mismo tiempo importantes cantidades de gas en Hungría.

El campo tiene dos horizontes de areniscas, con un espesor medio de 4,5 a 6 metros, a una profundidad de 1.282 a 1.187 metros; estas areniscas pertenecen al Plioceno inferior. La porosidad media es de 15 por 100 y la presión media en la capa de 30 kg./cm² (426 Psi) con una temperatura de 71° C. (160° F).

Las reservas se evalúan en 72.000.000 de m³ de gas natural.

Actualmente hay 11 sondeos en explotación y en 1956 el campo produjo 17.612.000 m³ de gas.

B) El campo de petróleo de Petesoveci (fig. 20) fué descubierto por los húngaros con ayuda de la gravimetría y en

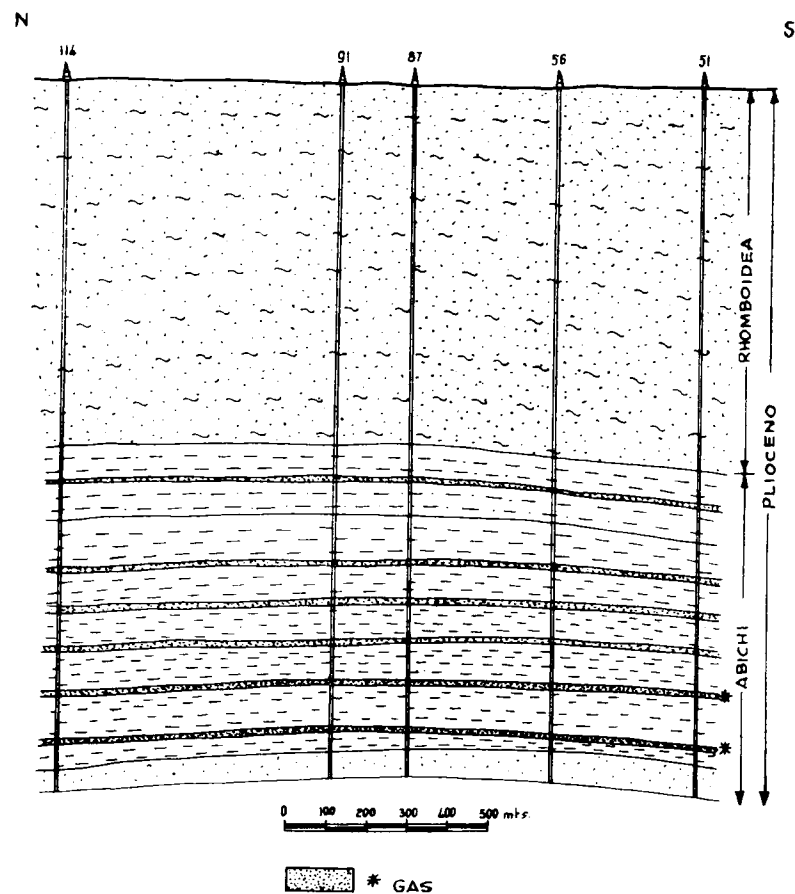


Fig. 20.- Corte del campo de gas de Petisoveci.

él se han encontrado dos series de areniscas con gas. El campo está situado a unos kilómetros al Sur del campo de gas de Dolina. Las perforaciones fueron terminadas en

1952, habiéndose ejecutado 97 sondeos. La estructura de Petesoveci es un anticlinal disimétrico alargado. Las capas de gas están representadas por unas areniscas del Plioceno inferior, que están situadas en 1.400 y 1.500 metros y entre 1.530 y 1.570 metros.

El espesor medio de la capa inferior es de seis metros. Su porosidad, 16 por 100, y la presión de 119 kg./cm.² (1.689 Psi) a 88° C. de temperatura (190 F.).

La capa superior tiene un espesor medio de cinco metros, con porosidad de 14 por 100 y presión de 124 kg./cm.² (1.766 Psi); la temperatura es de 65° C. (150 F.). Las reservas en cada capa son del orden de 60.000.000 de metros cúbicos.

El análisis del gas es el siguiente:

Densidad.....	0,700
Metano.....	88,45 %
Etano.....	5,85 %
Propano.....	2,49 %
Isobutano.....	1,10 %
N-Butano.....	0,73 %
Pentano +.....	1,38 %

La capa inferior se encuentra en producción desde 1950, pero la superior está todavía cerrada.

C) La Sociedad «Nafta-Lendava» ha comenzado a perforar sobre la estructura gravimétrica de Filovci (a una veintena de kilómetros al Norte del campo de petróleo y de gas). Dos sondeos han encontrado gas en las areniscas del Plioceno inferior a la profundidad de 1.750 y 1.930 metros.

Se trata de un yacimiento de tipo paleogeográfico (buriedhill) donde el petróleo se ha acumulado en los restos del desmantelamiento de un escudo que emergía durante el

Mioceno; el escudo estaba constituido por rocas básicas (anfíbolitas). Las capas de gas están completamente aisladas de las que contienen petróleo, que se encuentran siempre por debajo de los 2.000 metros. En un sondeo se ha encontrado el petróleo a 300 metros por debajo de la capa del gas. La porosidad media de la capa de gas es de 20 por 100 y la presión del yacimiento de 193 kg./cm.² (2.740 Psi), con una temperatura de 96° C. (204 F.). El gas no está todavía en producción.

REGIÓN DE LA SAVA (CROACIA)

a) El yacimiento de Gojlo fué descubierto por Geología de superficie en 1917.

En 1930, el primer sondeo perforado encontró gas en las areniscas del Plioceno a la profundidad de 500 metros. En 1940 se descubrió petróleo en las capas más profundas; por eso este yacimiento se clasifica entre los yacimientos de petróleo. Se trata de una estructura formada por un anticlinal disimétrico fallado por fallas longitudinales y transversales. Uno de los flancos está 50 metros más alto que el otro.

El gas se encuentra en dos horizontes arenosos. El horizonte inferior se sitúa entre 400 y 500 metros, con un espesor de 55 metros, una porosidad de 28 por 100, presión de 42 kg./cm.² (597,3 Psi) y temperatura de 37° C. (98,6 F.).

El análisis da 90,75 por 100 de metano.

El horizonte superior se encuentre entre 250 y 350 metros; su espesor es de 39 metros, con porosidad de 22 por 100, presión inicial de 36 kg./cm.² (512 Psi) y temperatura de 30° C. (86 F.).

Los dos horizontes están en explotación desde 1931 y se estima que han producido, hasta 1957, 200.000.000 de metros cúbicos de gas.

Las reservas actuales se evalúan en 237.000.000 de metros cúbicos. El gas es seco, con 99 por 100 de metano.

b) Los resultados de los trabajos geofísicos han servido de base a la colocación de un primer sondeo en la

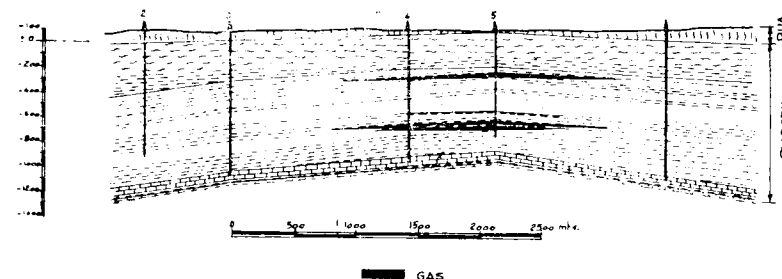


Fig. 21.—Corte del campo de gas de Janja Lipa.

estructura de Janja Lipa (fig. 21), 120 kilómetros al S.-SE. de Zagreb y a 20 kilómetros de Gojlo. El sondeo ha encontrado cuatro series arenosas del Plioceno a la profundidad de 331 a 840 metros, que han dado resultados positivos respecto al gas. Se trata de un anticlinal bastante regular, en el cual el depósito está formado por cuatro series arenosas, cuya potencia varía de 50 a 100 metros, intercaladas entre margas. La porosidad de la arena varía de 25 a 30 por 100. La potencia de las capas de gases es de 17 metros para la capa inferior, cinco metros para la capa media y dos metros para la capa superior. La presión en el fondo es de 72 kg./cm.² (1.024 Psi) y la temperatura de 49° C. (120° F.).

Las reservas del campo son, aproximadamente, 680 millones de metros cúbicos, pero este gas no se ha explotado todavía.

c) En 1953 se descubre por geofísica el campo de petróleo y de gas de Dugo Selo (fig. 22), a 20 kilómetros al E.

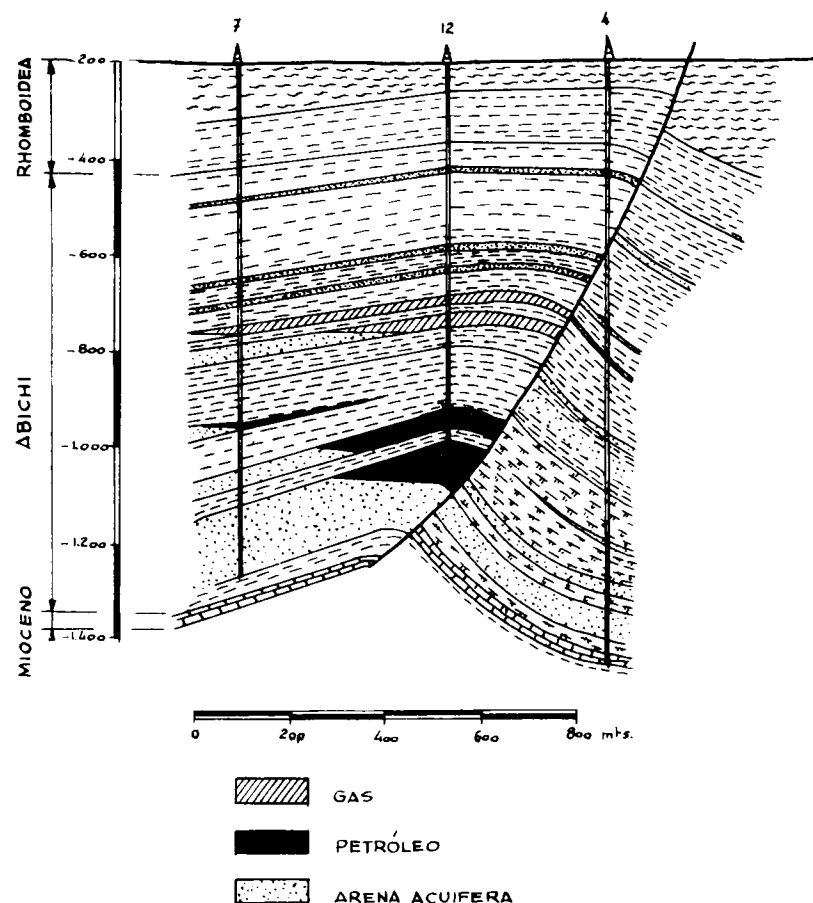


Fig. 22. Corte del campo de gas y petróleo de Dugo Selo

de Zagreb. Hasta 1957 se han perforado 20 sondeos, poniéndose en producción en enero de 1957.

El campo de Dugo Selo corresponde a un anticlinal accidentado por una falla inversa, donde el gas se acumula en las arenas del Plioceno inferior, intercaladas entre margas

arcillosas, con cinco horizontes que contienen gas. Las arenas se encuentran entre 600 y 900 metros de profundidad; los tres horizontes superiores tienen una potencia que varían entre dos y 15 metros, y el cuarto de 20 metros; la porosidad es de 18 por 100 y las reservas de gas son estimadas en 300.000.000 de metros cúbicos.

d) En *Noza Gradiska* se descubre en 1955 un nuevo campo de gas; hasta 1957 se han perforado tres pozos y se ha encontrado gas en las arenas del Plioceno inferior a la profundidad de 430 metros. El espesor de la capa es de 10 metros; la porosidad, de 24 por 100; la presión, de 63 kg. cm.² (896 Psi), y el gas descubierto es gas seco (metano).

Se ve que en todos estos campos de Croacia las rocas almacenes están representadas por arenas del Plioceno inferior y el gas obtenido en todos estos yacimientos da un análisis que en la mayor parte de los casos llegan al 98 por 100 de metano.

REGIÓN DE BANAR (SERVIA)

Basándose en los resultados obtenidos por gravimetría se empiezan a perforar en 1949 sondeos sobre la estructura de *Velika Greda* (fig. 23), situada al N. de Servia, a unos 20 kilómetros al O. de la frontera rumana. El mismo año se descubre el primer campo de gas de la República Popular de Servia; el campo representa un yacimiento situado más al Norte que los otros campos de petróleo, y los sondeos se terminan en 1954, habiéndose perforado 18 pozos con una profundidad media de 1.096 metros.

Por carencia de medios hasta 1953 no se sabía todavía si se trataba de un campo de gas o de petróleo.

Estos niveles de gas de Velika Greda se encuentran exclusivamente en capas del Mioceno (Tortonense y Sarmatense inferior). La forma particular de la trampa estratigráfica constituida por el apoyo de capas sedimentarias sobre el escudo (gabros y peridotitas) hacen muy difícil la definición de la capa almacén, que comprende a la vez conglomerados del escudo, areniscas y calizas. La

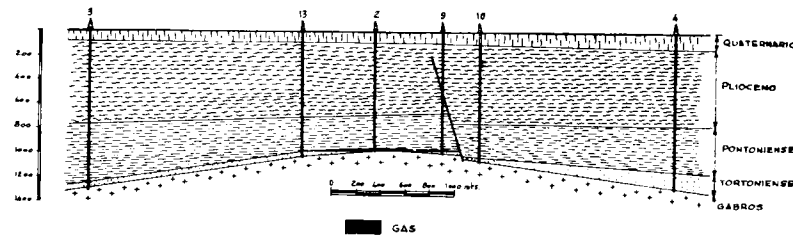


Fig. 23.—Corte del campo de gas de Velika Greda.

cobertura está formada por margas arcillosas del Plioceno. Las rocas almacén se encuentran entre 925 y 990 metros de profundidad; su espesor medio es de ocho metros; la porosidad, de 20 por 100; la presión, de 105 kg. cm.² (2.133 Psi), y la temperatura de 58° C. (136° F.). Las reservas se estiman en 600.000.000 de metros cúbicos.

El campo se encuentra en producción desde 1951 y ha dado hasta 1957 la cantidad de 16.195.000 metros cúbicos de gas producido irregularmente.

POSIBILIDAD DE DESCUBRIR NUEVOS YACIMIENTOS DE GAS

Cuando se terminen los trabajos de gravimetría en la cuenca panónica, ya que los trabajos geológicos de superficie pueden considerarse prácticamente acabados, los trabajos de investigación de petróleo y de gas se concentra-

rán casi exclusivamente en esta cuenca, donde se han descubierto hasta el presente 120 estructuras gravimétricas, de las cuales solamente el 30 por 100 se han explorado, aparte de que los resultados obtenidos en estos últimos años indican que es preciso buscar yacimientos de tipo estratigráfico.

Hay que tener en cuenta que se puede también buscar gas en los terrenos secundarios que recubren la tercera parte de Yugoslavia. Así como que se han encontrado indicios de gas a 3.700 metros de profundidad en la zona de Montenegro, en uno de los sondeos profundos de Europa, 4.444 metros, para buscar hidrocarburos en terrenos primarios.

Con esto queda hecho un breve resumen de las condiciones más sobresalientes del gas de Yugoslavia.

UTILIZACIÓN DEL GAS EN YUGOSLAVIA

El gas que proviene del campo de Dolina es objeto al principio de una desgasolinización y después se inyecta en los pozos de Petesovci, a fin de aumentar la producción de petróleo; una cantidad bastante pequeña de este gas se emplea actualmente para el consumo de pueblos próximos y para la iluminación de vagones de ferrocarril o para el relleno de botellas de gas.

El gas producido por el campo de Gojlo sirve de materia prima para la fabricación de negro de carbón y como combustible para las fábricas de arcillas, decolorantes, etc.

El campo de gas de Velika Greda se suministra a los pueblos próximos y a sus industrias locales, o se embotella.

Es evidente que el consumo actual de gas no reviste más que un carácter local, y que no se le ha dado la im-

portancia que tiene como materia prima y como combustible. La mayor parte del gas obtenido se ha vuelto a inyectar en los pozos de petróleo para darle nueva presión, o se ha quemado libremente.

No obstante, las reservas actuales de gas natural de Yugoslavia permiten obtener una producción que puede no solamente reemplazar una importante cantidad de combustible sólido, sino servir de base a la química del petróleo y, sobre todo, a la producción de abonos nitrogenados. Por lo cual se está pensando en la utilización de este gas en industrias, como las fábricas de aluminio de Kidricevo, industrias siderúrgicas, etc. Asimismo, se está construyendo una serie de gaseoductos que distribuirán este gas a las localidades más importantes desde el punto de vista industrial, así como a Zagreb, capital de Croacia, y otros puntos.

Recibido el 18-4-1958.

BIBLIOGRAFÍA

Todos estos trabajos corresponden a las memorias del Congreso de Yacimientos de Gas de Europa Occidental.

Alemania.—VON F. HEINDORN und W. KESSLER: *Das ergasfeld Bentheim*.
ERICH BRAND: *Stratigraphie und tektonik der erdgaslagerstätte Rehden*.

ERNST STRAUB: *Das gasfeld Stockstadt*.

Austria.—F. SCHIMPEK: *Die gasfelder der österreichischen mineralölverwaltung*.

Francia.—J. P. VACHER: *Le gisement de gas de Lacq*.

P. MICHEL, J. AYMON, J. P. HAEROIX y J. P. VERRIEN: *Quinze ans d'exploitation du gas naturel a Saint Marcet*.

Holanda.—J. W. R. BRUEREN: *The stratigraphy of the upper permian «zechstein» formation in the eastern netherlands*.

Inglaterra.—C. M. ADCOCK: *Natural gas in Britain*.

Italia.—AGIP MINERARIA: *Campi gassiferi padani*.

Yugoslavia.—BEOGRAD: *Gisements de gaz naturel de la Yougoslavie*.
Institut Geologique de la Yougoslavie.

Nota sobre la estratigrafía de las Bardenas en su extremo meridional

POR

EDUARDO ALASTRUÉ

Ingeniero de Minas

EDUARDO ALASTRUE

NOTA SOBRE LA ESTRATIGRAFÍA DE LAS BARDENAS EN SU EXTREMO MERIDIONAL

En 1954 Solé Sabarís publicó un interesante trabajo (1) en el que se establecía la estratigrafía del conjunto limítrofe de Navarra y Aragón, que forma la comarca de las Bardenas, y se señalaba un criterio para separar el Oligoceno y el Mioceno en aquel sector del valle del Ebro. La confección de la Hoja del Mapa Geológico a 1:50.000 de Fustiñana, nos ha obligado a recorrer parte de aquella zona, deparándonos la oportunidad de aportar algunas precisiones sobre su estratigrafía.

I. EL CONTORNO DE LA MOLE DE LAS BARDENAS

Para situar debidamente la serie que constituye el complejo de las Bardenas describamos brevemente los terrenos que rodean su extremo Sur.

La extensa plataforma horizontal que forma, entre La Negra y Sancho Abarca, el sector más meridional de las Bardenas queda limitado por el Este por un potente

(1) SOLÉ SABARÍS (L.): *Sobre la estratigrafía de las Bardenas y los límites del Oligoceno y el Mioceno en el sector Occidental de la depresión del Ebro*. «R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo homenaje a D. Eduardo Hernández Pacheco, págs. 637-657, Madrid, 1954.

conjunto de margas rojas, a las que acompañan otras grises, rosadas o amarillentas, alternando ocasionalmente con bancos de arenisca gris oscura o caliza sabulosa blanda. Estos son los materiales predominantes de la zona de Valpierre o en las lomas planas que descienden en escalones desde las alturas de La Negra hasta el valle del río Riguel. Hacia la parte superior de este complejo aparecen, sin continuidad, bancos de yeso que forman la base de los altos tajos de La Negra y Sancho Abarca.

Solé Sabarís, en su trabajo antes citado, es partidario de situar en este nivel de yesos horizontales la separación entre los tramos inferiores y medios del Mioceno y los superiores, representados por los estratos calizos en que culmina La Negra. Constituyen, por tanto, el límite entre el Vindoboniense y el Pontiense, coincidiendo en esto con el criterio sustentado anteriormente por Sáenz García (2) y (3).

Es indudable que este nivel yesífero ofrece, a falta de otros datos más concluyentes, un buen punto de referencia para deslindar los tramos oligocenos y miocenos. Su propagación es notable en toda la región; cerca de la punta Sur de las Bardenas, aparece muy bien desarrollado, en las margas yesosas de Tauste y en torno a la mole de las Bardenas su persistencia es característica. Así, por ejemplo, entre Fustiñana y Sancho Abarca, en el paraje del Fraile, señala bien su presencia en largas hileras horizontales.

(2) SÁENZ GARCÍA (C.): *Acerca de la extensión superficial de los yesos en la cuenca del Ebro*. Conf. Mund. de la Energía. Sección de Barcelona, 10 págs., Barcelona, 1929.

(3) SÁENZ GARCÍA (C.): *Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español*. «Publ. Conf. Hidrogr. del Ebro», t. XXXVI, págs. 1-29, Zaragoza 1-31.

Del potente conjunto de margas rojas, calizas y areniscas antes mencionado, cuyo espesor excede de los 200 metros, se pasa por el Este a las arcillas del valle del Riguel. Constituyen éstas un horizonte indudablemente oligoceno que, a Levante de dicho río, desaparece bajo las dilatadas rañas diluviales que llegan hasta Egea de los Caballeros. Al Oeste del Riguel, hacia las Bardenas, se esconde bajo el complejo antes citado, encontrándose en los contactos sucesiones muy repetidas, de las que puede dar idea el corte adjunto (fig. 1).

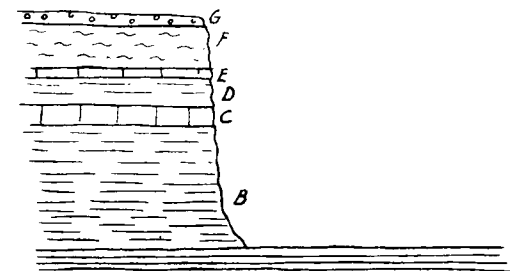


FIG. 1.—Corte al Oeste del río Riguel por el camino de Revesindo.—A. Arcillas amarillas oligocenas del valle del Riguel.—B. Margas grises y amarillas, 20 m.—C. caliza, 1 m.—D. Margas, 2 m.—E. Caliza en lechos delgados, 1 m.—F. Margas amarillentas, 2 m.—G. Nivel de cantos calizos. (Sin escala.)

Al Oeste del macizo de las Bardenas, en la extensa comarca desértica comprendida entre el Barranco del Bercho y el Ebro, predominan las margas rojas, ya arcillosas, ya arenosas, entremezcladas frecuentemente con cantos calizos. Menos frecuentes son las apariciones de margas rosadas, grises, verdosas o amarillas, alternante con bancos poco potentes de calizas o areniscas, que indudablemente pertenecen al mismo nivel que las an-

teriores. Nos encontramos, pues, con una serie monótona muy parecida a la que se extiende a Levante de la Bardena. No faltan tampoco aquí, aunque son menos frecuentes que en el sector oriental, los yesos horizontales, coronando eventualmente la sucesión, como puede advertirse, por ejemplo, al Oeste del macizo de la Nasa y al pie del Balcón de Pilatos.

Si se trata de asignar un nivel en la serie sedimentaria de la región a los complejos margoso-calizos que rodean las Bardenas, parece conveniente encerrarlos en un solo tramo que tendría por límite superior los yesos no plegados y por base las arcillas oligocenas del Ríquel. No es posible dentro de esta serie de margas y calizas establecer diferenciación alguna. Señalemos que se prolonga sin interrupción en torno a las Bardenas, de las que constituyen su yacente, tanto en La Negra, como en las alturas más septentrionales de Plana Altán, la Nasa y el Balcón de Pilatos. Aceptando el criterio de Solé y Sáenz, de que los yesos de su parte alta representan el Vindoboniense superior habría que atribuir las grandes extensiones en torno a la Bardena al Vindoboniense.

II. LA SERIE DE LAS BARDENAS

Sobre las series descritas, que forman el paisaje que rodea a la Bardena, se levanta el potente conjunto de margas y calizas de La Negra y Sancho Abarca. El relieve tabular originado por los estratos calizos de alturas inferiores queda así dominado por la extensa plataforma estructural de 640 metros de altitud de la Loma de La Negra, formada sobre un tramo de calizas pontienses.

La composición de esta serie del Mioceno superior puede reflejarse en el siguiente corte de La Negra por el Oeste, siguiendo la carretera que conduce desde Fustiñana hasta su cumbre (fig. 2).

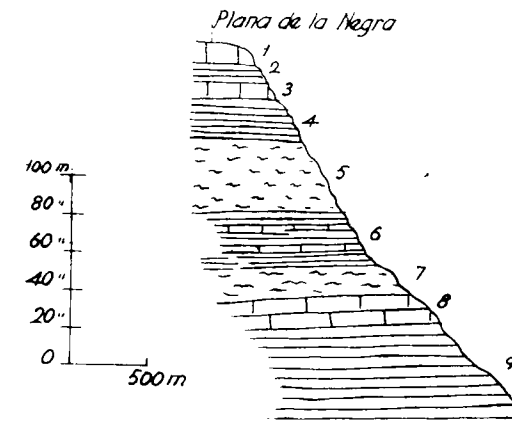


FIG. 2. Corte de La Negra por el Oeste.

Los términos de esta serie son los siguientes:

1. Bancos de caliza gris fosilífera, recubiertos por un delgado lecho de margas blanquecinas. 10 m.
2. Margas arcillosas amarillentas. 10 m.
3. Bancos gruesos de calizas, alternantes con margas blancas. 10 m.
4. Margas amarillentas. 20 m.
5. Margas rojas, con algún tramo blanquecino. 50 m.
6. Margas blancas, con calizas en bloques sueltos. 30 m.
7. Margas rojas. 20 m.

8. Bancos de calizas. 10 m.

9. Margas rojas predominantes, con algunos lechos de arcillas amarillas. 50 m.

El conjunto suma 200 m. de potencia, entre los 640 m. de altitud del rellano de La Negra y la cota de 446 m., por debajo de la cual se inicia en este sector, denominado la Umbría, una llanada salpicada de cerros, en la que preponderan las margas rojas.

Examinemos ahora un corte más al Norte, en el macizo de la Punta de Alba, abordándolo desde el Portillo de Santa Margarita, que separa a esta unidad del cerro de La Nasa (fig. 3).

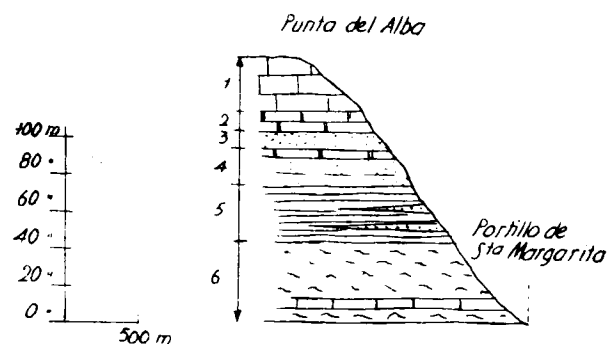


FIG. 3.—Corte por la Punta del Alba.

Encontramos aquí los siguientes tramos:

1. Bancos gruesos de caliza gris, sonora al martillo, con alguna capita de margas rojizas. 30 m.

2. Bancos delgados de caliza gris margosa, con otro grueso de 0,50 m. de potencia. 10 m.

3. Hiladas de arenisca gris con un banco delgado de caliza. 10 m.

4. Arenisca fina gris verdosa. 20 m.

5. Margas de varios colores, predominantemente rojas, con algún lecho de arenisca. 30 m.

6. Margas rosadas, grises y amarillas, con un grueso banco de caliza gris. 40 m.

Esta sucesión suma 140 m. y abarca desde la Punta de Alba, a 500 m. altitud, hasta el Portillo de Santa Margarita a 420 m.

Encontramos aquí, por tanto, una serie que ofrece semejanzas con la parte alta de La Negra, pero con una reducción de niveles margosos y con la añadidura de horizontes de areniscas.

Veamos ahora la sucesión, del conjunto que corona la Punta de La Negra, cota culminante de las Bardenas, muy semejante, por cierto, a la serie terminal de Sancho Abarca.

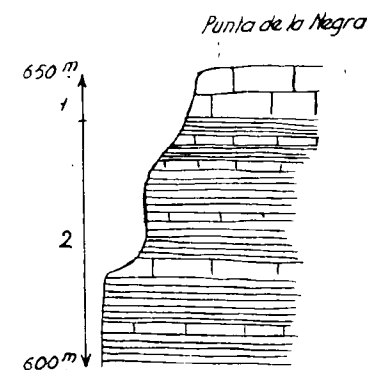


FIG. 4.—Tajo de La Punta de La Negra.

Las capas más altas (núm. 1) están constituidas por bancos gruesos de caliza gris, muy dura, de tonos rosados, cuyo espesor total es de 4 m. Debajo se presentan (núm. 2) bancos menos potentes de caliza alternando con margas amarillas, hasta la cota de 600 m. Sopor-

tando esta serie y hasta la altitud de 550 m., en la que se inicia la Bardena Baja, se suceden margas rojas y grises alternantes con bancos delgados de calizas.

Es precisamente en este tajo y en las calizas de sus niveles superiores, donde hemos encontrado abundantes restos de moluscos de agua dulce, entre los que se han determinado las siguientes especies:

Helix Gualinói, Mich.

Planorbis Thiollerei, Mich.

P. umbilicatus, Müll.

Limnaca Navarroí, Royo.

L. bouilleti, Mich.

Son formas del Pontiense, que coinciden con las que se presentan en las calizas de Sancho Abarca, donde localizamos una fauna muy semejante:

Helix Gualinói, Mich.

Planorbis Thiollerei, Mich.

Limnaca Navarroí, Royo.

L. Larteti, Noul.

III. CONCLUSIONES

Tratemos, a la vista de estos hechos, de fijar un criterio para el deslinde de las formaciones terciarias de este sector. El punto de vista que exponemos es el que ha presidido la distinción, que no pretendemos considerar definitiva, de horizontes en la Hoja de Fustiñana. Es también el que adoptamos al examinar, en reciente trabajo (4), la sucesión de niveles entre Tauste y Egea de los Caballeros.

(4) MASTRUÉ (E.): *Las formaciones del Terciario continental entre Egea de los Caballeros y Tauste*, «NOTAS Y COMUN. INST. GEOL. Y MIN. DE ESP.», núm. 33, págs. 71-80, Madrid, 1954.

Al Este y al Oeste de la mole más meridional de las Bardenas (La Negra, Sancho Abarca), se desarrolla un extenso complejo de margas rojas, acompañadas de otras rosadas, grises o amarillas, con algún nivel calizo, que se termina por un tramo discontinuo yesífero. Estos yesos horizontales se continúan en la típica formación de Tauste y se corresponden, sin duda, con las margas yesosas del Mioceno medio de Rueda, Epila, El Castellar, los Monegros y tantos otros lugares del valle del Ebro.

El conjunto que rodea la Bardena, comprendido entre las arcillas amarillas oligocenas del Riguel, que le sirven de base, y los citados yesos, que hay que atribuir al Sarmatiense, representaría, por tanto, el Vindoboniense.

Sobre el anterior horizonte de yesos descansa la serie de La Negra, consistente en una monótona alternancia de margas y calizas, en la que se señalan bancos potentes de caliza fosilífera, que dan carácter determinante al conjunto. Las faunas encontradas en ellos y su posición estratigráfica sobre los yesos horizontales, permiten incluir esta serie en el Pontiense. Pertenecen, pues, al mismo nivel de la Sierra de la Muela, de la Sierra de Alcubierre, de la Muela de Borja, de los Montes de Castejón, es decir, al piso que corona, con una altitud entre los 700 m. y los 800 m., la serie terciaria de la cuenca del Ebro. El espesor de este conjunto pontiense puede cifrarse, en este sector meridional de las Bardenas, en unos 200 m.

Recibido el 5 V 1958.

La vertiente Sur Pirenaica, desde el punto de vista
de la investigación petrolífera

POR

A . ALMELA

A. ALMELA

LA VERTIENTE SUR PIRENAICA, DESDE EL
PUNTO DE VISTA DE LA INVESTIGACIÓN
PETROLÍFERA

ANTECEDENTES

La «Asociation Française de Techniciens du Pétrole» ha tenido la atención de invitarme a asistir al Congreso que se ha celebrado en Pau, del 24 al 26 de mayo del pasado año, con el fin de que diera una conferencia en una de las sesiones de trabajo, para exponer una visión de conjunto de las posibilidades petrolíferas en la vertiente Sur del Pirineo, en la que, de manera esquemática, se pusieran de manifiesto las características geológicas más salientes de esta interesante comarca.

Los satisfactorios resultados obtenidos por los técnicos en la vertiente septentrional de nuestra cordillera, hace sumamente interesante la comparación de sus dos vertientes, desde el punto de vista geológico, y por ello accedí gustoso al ruego que se me hacía y preparé una conferencia, que tuve el honor de desarrollar en la reunión del día 26, ante una selecta concurrencia de técnicos del petróleo, tanto franceses como de otras nacionalidades.

El tiempo de que se disponía, no me permitió dar al tema la amplitud que yo hubiera deseado, viéndome forzado a dejar muchas lagunas, que pueden dificultar la comprensión del problema. Por otra parte, la «Association Française de Techniciens du Pétrole» ha publicado, en un volumen dedicado a este Congreso, los diferentes trabajos presentados, apareciendo éste también incompleto, sin duda, por dificultades de espacio.

Por estas razones, me parece interesante dar ahora a la imprenta el original español de la Conferencia desarrollada en Pau, ligeramente revisado.

Puesto que la finalidad del esquema que se expone, es la de establecer una comparación con la vertiente Norte, hubiera sido mi deseo poder sintetizar también las características geológicas de esta última y hacer resaltar las analogías y diferencias más sobresalientes; pero mi conocimiento de la vertiente septentrional pirenaica, es demasiado fragmentario para que pueda realizar una síntesis que verdaderamente recoja las características geológicas más interesantes.

Así pues, me he limitado a resumir los datos geológicos del Pirineo español, prescindiendo de aquellas formaciones que no tienen interés desde el punto de vista petrolífero; es decir, las rocas ígneas y los sedimentos primarios, comenzando la serie estratigráfica en el Permiano.

Igualmente se prescinde de los terrenos superiores al Oligoceno, ya que éstos quedan muy añejados del Pirineo o aparecen en isleos poco extensos y de débil potencia, que no afectan al problema que nos interesa.

Para cumplir el fin propuesto, se expone primero una síntesis estratigráfica de los terrenos en juego, des-

de el Permo-triás hasta el Oligoceno inclusive, cuya descripción puede seguirse en cualquiera de las dos últimas ediciones del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000; a continuación se resume la historia geológica de la región, haciendo resaltar sus características más interesantes, y por último se hacen algunas consideraciones sobre sus posibilidades petrolíferas.

SÍNTESIS ESTRATIGRÁFICA

Vamos a pasar breve revista a las principales características de la estratigrafía pirenaica, prescindiendo, pues desde nuestro punto de vista carece de interés, del núcleo paleozoico, y comenzando por las formaciones secundarias que limitan por el Sur este núcleo.

Permo-triásico.

Sobre el Paleozoico y con una discordancia muy acusada, descansa una potente serie de color dominante rojo tostado que, en líneas generales, tiene la siguiente composición: en la base, pudingas, muy duras, de cemento silíceo y cantos bien rodados de elementos paleozoicos; siguen areniscas de color rojo ladrillo con algún nivel verdoso y psamitas micáceas, todavía con algún banco de pudinga, y en la parte alta de la serie se ven pizarras y margas pizarreñas de color predominantemente rojo y, a veces, verdoso o blanquecino.

En los niveles inferiores, M. Dalloni encontró una flora permiana, mientras que en la parte alta cita alguna especie característica del Buntsandstein, pero como no resulta fácil establecer una separación entre estos

dos terrenos, se designa corrientemente este paquete rojo con el nombre de Permo-trías.

Normalmente este terreno descansa sobre diferentes formaciones paleozoicas, con una acusada discordancia, pero en algún caso, el yacente es el Carbonífero superior, Estefaniense (Sur de Seo de Urgel), y entonces el Permo-trías se encuentra concordante con aquel terreno.

Aparece de manera casi constante todo a lo largo del Pirineo, entre el Paleozoico y las formaciones más modernas, pero en algún caso puede no ser visible, porque la transgresión cretácea lo oculta, y este último terreno aparece localmente en contacto directo con el Paleozoico, aunque esto no es frecuente.

Sobre el Permo-trías, en la faja inmediata al Paleozoico, descansa normalmente el Muschelkalk, constituido en la parte inferior por calizas dolomíticas, de color oscuro, azoicas y fétidas a la percusión, en bancos gruesos, sobre los que descansan calizas tableadas de colores más claros, grises o amarillentos, que alternan con algún lecho de margas grises. En estas placas calizas, no es raro encontrar una abundante fauna gregaria de lamelibranquios y gasterópodos.

El Keuper aparece también de manera casi constante, constituido por las típicas arcillas y margas varioladas, con predominio de los colores rojos, violados o verdes, a las que acompañan yesos de colores variados y cuarzos bipyramidados.

Si nos alejamos del Paleozoico, hacia el Sur, vemos asomar de nuevo al Triásico frecuentemente en los ejes de los anticlinales violentos, y de manera casi constante, en los pliegues falla y en abundantes asomos diapí-

ricos, pero en todos estos casos, el Triásico está constituido sólo por las margas varioladas, caóticamente dispuestas en los diapiros, en donde arrastran muchas veces retazos de calizas del Muschelkalk que flotan en el Keuper. También son muy frecuentes en los diapiros los asomos de la clásica ofita, a veces en extensiones de alguna consideración.

Las calizas fétidas del Muschelkalk, en las orillas del río Cinca, cerca de Escanilla, contienen una impregnación bituminosa bastante intensa en algún sitio, lo que indujo a destilarlas, existiendo actualmente las ruinas de la pequeña fábrica que se montó con este objeto.

La potencia de la serie triásica es difícil de determinar, pues en la mayoría de los casos se presenta con violentos trastornos que no permiten obtener resultados de alguna garantía. Además, en muchos casos, no se ve la base de la serie. El paquete detrítico permotriásico, es el que ofrece una mayor regularidad y permite apreciar su potencia con alguna aproximación; ésta llega, en algunos sitios hasta mil metros, pero en otros puede descender hasta casi la mitad. La del Muschelkalk y Keuper reunidos, no debe exceder casi nunca de los 600 metros.

Jurásico.

Ofrece este terreno ciertas particularidades curiosas que es interesante hacer resaltar.

El Retiense se encuentra de manera constante descansando sobre el Keuper, allá donde estas margas no afloran de manera diapírica, sino normalmente. Está integrado por calizas tableadas, compactas, de colores

grises, rojizos o amarillentos, con bancos de calizas oscuras que, sobre todo hacia la base, son dolomíticas, brechoïdes, cavernosas y oscuras. Es el nivel que en España se denomina de las carniolas. Excepcionalmente en algún sitio (Camarasa), a mitad de la serie se intercala un nivel de yeso gris, fajeado, de aspecto muy característico, que puede llegar a tener una potencia de 200 metros. Normalmente el Retiense tiene una potencia de 60-100 metros.

Es curioso que estas carniolas vienen siempre íntimamente unidas a las margas del Keuper, mientras que sobre ellas, en grandes zonas, existe un importante hiato que, a veces, llega hasta el Neocretáceo. Este fenómeno se observa no sólo en el Pirineo, sino también en otros sitios de España, razón por la que se explica que aquí se conozca muchas veces el Retiense con el nombre de Suprakeuper.

Sobre las carniolas del Retiense, la serie liásica, cuando está bastante completa, se compone, de abajo a arriba, de un nivel de calizas grises bien estratificadas en bancos regularmente gruesos, pobre en fósiles, pero que a veces contienen alguna *Terebratula*, y encima la típica facies liásica compuesta de una alternancia de lechos finamente estratificados de calizas y margas grises, en que la proporción de unas y otras varía, pudiendo en muchos casos ser casi exclusivamente margas grises o amarillentas. Este nivel de margas o calizas y margas tableadas, es siempre muy fosilífero, conteniendo abundantes *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Spiriferina*, *Gryphaca*, *Ammonites* y *Belemnites* de diferentes especies. No se ha hecho todavía un estudio detallado y completo de los distintos niveles fosilíferos del Lías

pirenaico, lo que sería muy interesante, pues permitiría establecer la estratigrafía detallada de este sistema y extraer consecuencias paleogeográficas que para nosotros serían de gran interés, pues la serie no se encuentra igualmente completa en todas partes. Allá donde lo está, parece que no existe hiato alguno y que de las carniolas del Retiense se pasa de manera gradual al nivel de calizas que debe representar el conjunto de Hettangiense-Sinemuriense, mientras que el tramo margoso, rico en fósiles, pertenece al Charmudiense-Toarciense.

Pero la serie liásica dista mucho de ser uniforme en todo el Pirineo; por el contrario, existe un área muy extensa en la que faltan todos los niveles superiores a las calizas y carniolas del Retiense.

En todo el Pirineo catalán, puede decirse que aflora el Liásico fosilífero, desde Figueras hasta el Río Noguera Ribagorzana, que forma el límite entre Cataluña y Aragón, y si en algún sitio no aparece, es por razón tectónica. Pero a poco de entrar en Aragón, desaparece el Liásico, que falta en casi todo el Pirineo aragonés y gran parte del navarro, no volviéndose a encontrar depósitos entre el Retiense y el Cretáceo, hasta más allá del meridiano de Pamplona.

Dentro de la zona donde aflora el Lías, éste no siempre está compuesto por todos sus niveles, y los calizos inferiores suelen faltar, mientras que las margas y calizas tableadas fosilíferas son las que se encuentran de manera más constante. La potencia máxima de este paquete no suele llegar a 100 metros.

Sobre el Lías descansa en algunas zonas una serie de dolomías y calizas dolomíticas de colores oscuros y estratificación muy poco marcada, con escasísimos res-

tos de fósiles, que se atribuye al Dogger. En donde este nivel está mejor representado, es en la zona de Camarasa, en donde alcanza un espesor hasta de 100 metros. Allí descubrimos, mi compañero Ríos y yo, un nuevo campo bauxítico, en el que la bauxita se encuentra sobre estas dolomías y bajo el Cretáceo.

En todo el Pirineo, no tengo noticia de que se haya determinado ningún nivel jurásico superior al Dogger, excepto en el Montsech, en su extremidad oriental, en donde sobre las dolomías existe un nivel de calizas grises litográficas del tipo de las de Solenhoffen, y que que como allí, contienen abundantes restos fósiles muy bien conservados, de peces, insectos, reptiles, plantas, etcétera, que se atribuyen al Portlandés.

Cretáceo.

Este terreno ofrece a lo largo del Pirineo una sorprendente variedad de niveles y facies, que hace muy difícil resumir en pocas palabras sus caracteres más salientes. Para el que esté interesado en este problema y desee obtener una información más detallada, le recomiendo la lectura de un recientísimo trabajo de mi camarada Ríos, en el que se resamen las características del Cretáceo del Pirineo, en su sentido más amplio, es decir, desde el Mar Mediterráneo hasta la Cordillera Cantábrica.

Eocretáceo.—El Eocretáceo, puede decirse que no se encuentra en nuestro Pirineo, más que en la parte Oriental, Cataluña, y para eso no siempre. Comienza con niveles ya bastante altos, que por regla general son calizas con *Toucasia*, de facies urgoniana, que pue-

den tener en la parte alta alguna intercalación de margas con *Orbitolina*. A estas calizas siguen niveles de margas con intercalaciones calizas y también algunas *Orbitolinas*, que llegan hasta el Cenomanense.

Comenzando por el Este, el primer asomo aptense le tenemos en Figueras, constituido por calizas puras de color claro, con *Toucasia*, que descansan sobre calizas y margas liásicas fosilíferas. Este afloramiento ofrece caracteres parecidos a los de otro algo más extenso, existente al Sureste, en Torroella de Mongri, y también guarda relación con todo el Eocretáceo que existe en la costa mediterránea al Suroeste de Barcelona. Yo creo que todos estos afloramientos cretáceos deben estar relacionados a lo largo del Mediterráneo y son independientes de los que ahora veremos en el Pirineo, pues sus características son diferentes, y ya no volvemos a encontrar Eocretáceo hasta mucho más allá, cerca del Río Segre, en el macizo de Pedraforca, con calizas bastas y margas grises con *Orbitolina* y un espesor de 150 metros.

Reaparece el Cretáceo inferior al Sur de Seo de Urgel, sobre el Liásico y Triásico, y se extiende hacia el Sur hasta el Montsech y hacia el Oeste hasta poco más allá del Río Ribagorzana, extinguiéndose a poco de entrar en Aragón. Pero los afloramientos no son continuos debido a la violencia tectónica que han debido soportar.

De Norte a Sur muestra una rápida variación de espesor, muy visible en el corte que ofrece el Río Segre. Al Sur de Tost y Hostalets, sobre el Liásico, se ve una potente serie, que llega hasta cerca de los 1.000 metros, de caliza de facies urgo-aptense, pobre en fósiles, so-

bre la que se encuentra en Orgañá otra serie de margas grises con *Orbitolina*, que llega también hasta los 1.000 metros de potencia y representa el conjunto Aptense superior-Cenomanense. Más al Sur, en Coll de Nargó, aparece tras una falla el Neocretáceo, y cuando afloran los niveles más bajos, éstos son del Turonense que descansa sobre el Lías. Ha desaparecido toda traza de Eocretáceo y, en cambio, ha aumentado rápidamente el espesor del Neocretáceo.

Más al Oeste, en el corte del Río Noguera Pallaresa, se encuentra en Senterada el Eocretáceo más septentrional de la zona. En este afloramiento no existe el nivel inferior de calizas, porque una falla pone el tramo de margas en contacto con el Triás, pero en zonas próximas también está presente la caliza Urgo-aptense, pero con potencia menor que la que antes hemos visto. Sobre ella yace el nivel de margas con *Orbitolina*, todavía potente, con la intercalación de un paquete calizo. Este conjunto llega también aquí hasta el Cenomanense.

Si seguimos hacia el Oeste, la caliza urgoniana va disminuyendo de potencia y en el macizo del Turbón no excede de 50 metros, para desaparecer poco más allá. El nivel de margas sufre una disminución semejante y su facies se hace más litoral. Al Oeste de Pont de Strada aparecen las areniscas silíceas del Albense, tan típico de la cordillera ibérica, y al Sur de Castejón de Sos, en el Esera, el Albense tiene una fauna salobre y litoral, desapareciendo poco más allá todo indicio de Eocretáceo.

Al Sur de la zona descrita, vuelve a verse otra vez este terreno al pie de la Sierra del Montsech, constituido por un nivel de caliza de unos 100 metros de espesor, sobre el que se encuentran margas y areniscas bastas

con algún lecho de lignito, que se ha atribuido por algunos autores al Albense.

Más al Oeste desaparece en la vertiente Sur del Pirineo toda traza de Eocretáceo, pero poco antes de llegar a la altura de Pamplona, al Sur de Burguete, surge de nuevo este terreno en pequeño asomo en el eje de un anticlinal cortado por el Río Urrobi, descansando sobre el Triás y cubierto por el Cenomanense con *Orbitolina aperta*. Este afloramiento está integrado por conglomerado de cantos silíceos de mediano tamaño, areniscas amarillas y margas pizarreñas oscuras con lignito y restos vegetales carbonosos, y algún nivel de arenas blancas. El espesor aquí no es más que de pocas decenas de metros, pero algo más al Oeste, en el meridiano de Pamplona reaparece esta facies que se desarrolla de manera extraordinaria hacia el Oeste, alcanzando espesores enormes en las Vascongadas y Santander. Allí forma la facies flysch del Eocretáceo, en la que abundan los arrecifes de caliza de *Toucasia*, de irregular distribución.

Neocretáceo. - Este terreno muestra una mayor complejidad en sus distintos niveles, al mismo tiempo que se extiende por zona más amplia.

Si, como hemos hecho para el Eocretáceo, comenzamos la revisión por la costa mediterránea, veremos que en el afloramiento de Figueras, sobre la caliza urgo-aptense no se conocen depósitos neocretáceos, pero si nos desplazamos hacia el Norte, encontramos en Viure sedimentos cretáceos, en los que falta el Eocretáceo y gran parte del Neocretáceo, pues comienza por margas con rudistas del Campaniense, sigue un nivel detrítico maestrichtense y culmina en un Garumnense poco

potente. En total la serie no tiene más de 200 metros. Más al Norte, el Cretáceo está formado sólo por el Garumnense que reposa directamente sobre el Permian y se extiende en larguísima faja, con alguna interrupción, hasta cerca de Seo de Urgel. Se trata de una facies muy típica, con arcillas rutilantes, margas rojas y verdes, calizas grises lacustres y ocasionalmente niveles de conglomerados.

Esta faja cretácea, al Oeste de San Juan de las Abadesas se ve incrementada por niveles muy detríticos de conglomerados, areniscas y margas, y calizas muy arenosas que aparecen bajo el Garumnense y aumentan de espesor hasta unos 100 metros. Este nivel detrítico, que indica una facies muy costera, debe representar probablemente el Maestrichtense.

Al Sur de la faja descrita, surge en medio del Eoceno, de nuevo de Neocretáceo al Norte de Berga, constituido por una serie predominantemente caliza, de unos 600 metros de espesor, sobre la que reposa un Garumnense de más de 700 metros, en el que existen capas de lignito que dan lugar a una intensa explotación. Bajo este Cretáceo asoma el Keuper en diversos lugares.

Aquí se nos ha planteado un problema estratigráfico, pues en recientes trabajos de Ríos en la región, ha encontrado desde la base de la serie cretácea, foraminíferos que hemos determinado como *Orbitoides*, lo que incluiría todo el paquete calizo en el Maestrichtense. La cuestión la tenemos en estudio, en espera de nuevos reconocimientos más detallados, pero en todo caso, el hecho no parece extraordinario, pues ya Boissevain afirma que en la Sierra del Cadí, algo más al Oeste, todos los sedi-

mentos de facies marina del Cretáceo, son maestrichtenses, a pesar de su gran espesor.

Más al Oeste, en el Río Segre, ya hemos visto que en Orgañá, sobre las calizas del Urgo-aptense, se encuentra una serie de margas con *Orbitolina*, que llega hasta el Cenomanense, sobre las que se desarrolla el Neocretáceo, desde el Turonense hasta el Maestrichtense, en una serie de calizas arenosas, margas y areniscas, todo ello con espesor reducido. En cambio, más al Sur, a partir de Coll de Nargó, la serie es ya mucho más potente, y sobre el Lías se ve un tramo de calizas arenosas del Turonense y tal vez también Cenomanense; el Coniaciense-Santonense margo-calizo; un tramo potente de calizas del Campaniense, y encima el Maestrichtense compuesto de un nivel grueso de margas, sobre el que aparecen areniscas con menor potencia. En el fondo del valle se ve un Garumnense muy potente de arcillas rojas con conglomerados en la parte alta, interrumpidos bruscamente por una falla importante. El espesor del Neocretáceo aquí es ya grande, pues el Cenomanense-Santonense tiene unos 400 metros, las calizas del Campaniense 400 metros, el Maestrichtense 1.400 metros y el Garumnense hasta la falla 1.000 metros. En total más de 3.000 metros.

El Río Noguera Pallaresa, muestra más al Oeste un magnífico corte del Neocretáceo, desde Tremp hasta la Sierra del Montsec, con una composición semejante a la anterior. En la zona de Tremp, el Garumnense ocupa un área extensa formando un amplio y suave sinclinal, en el que además de los niveles típicos, se encuentran algunas intercalaciones marinas con rudistas.

Al Sur del Montsec, el Eocretáceo ha desaparecido

por completo y del Neocretáceo faltan también los tramos inferiores, comenzando la serie probablemente en el Santoniense, pero con espesores muy reducidos. El Garumnense que en Tremp y Coll de Nargó era tan potente, aquí apenas pasa de los 50 metros.

Desde el Río Noguera Ribagorzana hacia el Oeste el Neocretáceo va perdiendo los niveles inferiores y se hace predominantemente calizo. En la zona del Turbón, comienza por un tramo calizo Santoniense y tal vez Turoniense, sobre el que existe el nivel margoso del Campaniense y encima el calizo-arenoso, que llega a ser realmente arenoso, del Maestrichtense; arriba de todo, el Garumnense con las arcillas rutilantes, no excede de 50 metros. En Arén, el Maestrichtense, constituido por francas areniscas, tiene unos 100 metros, y encima el Garumnense poco potente muestra su facies típica.

Hacia el Oeste, el Neocretáceo se hace más calizo, constituyendo espesores hasta de 1.000 metros de calizas en Cotiella y Monte Perdido; el Maestrichtense, siempre muy arenoso, está aquí formado por una serie de margas arenosas, calizas arenosas y areniscas con *Orbitoides*, que en el Valle de Ordesa llegan a más de 1.000 metros de espesor. La serie empieza en el Senonense.

El Garumnense, al llegar al Río Esera, en la zona de Campo, pasa gradualmente de su facies típica, a caliza de facies marina del Danés, de color blanco.

En la zona de Biescas, el Neocretáceo, predominantemente calizo, se compone, de abajo a arriba, de: unos 60 metros de caliza gris de grano fino, probablemente Coniaciense; calizas arenosas rojizas de poco espesor y margas con niveles calizos con abundantes *Hippurites*,

del Santoniense-Campaniense, con una potencia de 200 metros; 500 metros de margo-calizas arenosas tableadas con Orbitoides, del Maestrichtense, y 50 metros de calizas blancas del Danés. A continuación sigue el Eoceno.

Esta faja cretácea se continúa hacia el Oeste, atraviesa la frontera y va a enlazar sin solución de continuidad con el Cretáceo de Laruns, recubriendo en magnífico anticlinal el núcleo paleozoico. Un curioso testigo de este recubrimiento cretáceo de la extremidad occidental del Pirineo, se encuentra en la misma cumbre del pico Balaitus, a 3.151 metros de altura, donde se ve una delgada lámina de Senonense que reposa aislada sobre el cristalino.

Al Sur de este Cretáceo y separado de él por un amplio sinclinal eoceno, asoma en la zona central de la provincia de Huesca, en apretados y violentos pliegues, de nuevo el Cretáceo superior, reposando en aparente concordancia sobre el Retiense. Está integrado por una serie predominantemente caliza que se inicia en el Santoniense y que en la parte alta se hace muy arenosa, correspondiendo al Maestrichtense. A continuación un Garumnense rojo, de espesor reducido, y sobre él un Eoceno de mucha potencia.

En los confines de Navarra, vuelve a asomar el Cretáceo superior en el núcleo de unos anticlinales eocenos, pero no se ve su base, por lo que no podemos asegurar que aflore la serie completa. La parte visible se compone de 100 metros de calizas grises, 250 metros de margas y calizas, todo ello del Campaniense, y 200 metros de calizas arenosas del Maestrichtense. Sobre esta serie se ve aún un débil espesor de Garumnense rojo, que no excede de 40 metros.

Al acercarnos a Pamplona, vuelve a aparecer el Neocretáceo al Norte de Aoiz, también entre un potente Eoceno plegado. Es muy interesante esta zona, porque muestra el tránsito a las facies cantábricas que se desarrollan más al Oeste.

Ya hemos dicho que en el núcleo de uno de los anticlinales, aparece en la base del Cretáceo un débil espesor de Eocretáceo de facies cantábrica, y sobre él se acusa también de nuevo un Cenomanense calizo o margoso con *Orbitolina aperta* y *Pracalvcolina*. Encima siguen 600 metros de margas grises fosilíferas que deben comprender el Turonense y Senonense, hasta el Maestrichtense inclusive, pues este último y quizá también el Danés, están representados por 300 metros de calizas arenosas grises y rojizas. Desde aquí hacia el Oeste, por toda la Cordillera Cantábrica, se extiende de manera cada vez más amplia, un Cretáceo que rápidamente aumenta de potencia y se va haciendo más completo y complejo, llegando a espesores hasta de 12.000 metros.

Eoceno.

Nos hemos detenido mucho en la descripción del Cretáceo, porque considero de sumo interés sus múltiples variaciones, y será forzoso ahora sintetizar todo lo posible la descripción del Eoceno, que muestra una mayor uniformidad de caracteres.

La extremidad oriental del Pirineo está limitada al Sur por una extensa zona eocena, que avanza hacia el Sur bordeando la parte interna de la Cordillera Litoral Catalana, en donde muestra muy claramente la disminu-

nución de su potencia y la desaparición final de este terreno, razón por la que nos parece esta región de sumo interés.

Desde Figueras hasta la zona de Berga, sobre los afloramientos cretáceos citados, descansa constantemente un Eoceno que comienza por calizas grises o blanquecinas, puras, con gran cantidad de *Alveolina subpyrenaica* y otras especies de pequeño tamaño. Es muy típico de este nivel, que representa el Eoceno inferior, no encontrar en él más que las *Alveolinas*, y éstas en gran cantidad. Como excepción se encuentran algunos *Milolites* y muy raros *Nummulites*. A continuación el Luteciense suele estar representado por un nivel de caliza gris con abundantes *Nummulites perforatus* y algunas otras especies, y otro superior de margas grises azuladas, bastante puras y pobres en fósiles.

El tránsito del Luteciense al Bartonense en esta región está formado por un nivel lacustre de margas y areniscas rojas, con bancos de conglomerado, sobre el que sigue otro nivel de margas grises algo arenosas, ya del Bartonense inferior, con abundantes fósiles muy variados. Con las margas suelen alternar bancos de calizas arenosas con abundantes *Discocyclina*. El Bartonense superior es calizo-arenoso, también con fauna rica. La potencia total de este Eoceno llega hasta 2.000 metros.

Si nos alejamos hacia el Sur, al llegar al macizo granítico del Montseny, vemos que sobre éste o sobre el Siluriano reposa el Eoceno, pero no comienza aquí por la caliza de *Alveolina*, sino por un nivel lacustre de margas rojas y areniscas, de aspecto parecido al que se cita antes. Sobre estas capas rojas sigue la serie Luteciense-Bartonense, pero sin el tramo lacustre intermedio que

se ha reducido y desaparecido antes. Desde Vich hacia el Suroeste, el Eoceno va reduciendo su espesor, conservando en la base el nivel lacustre, bajo el cual todavía se ve un nivel de caliza de *Alveolina* no muy potente.

Poco antes de llegar a Montblanch, el Eoceno que ha ido perdiendo potencia, queda reducido al nivel lacustre de la base, el cual desaparece también, y en contacto con el Triás o el Paleozoico queda el Oligoceno lacustre.

Continúa el Eoceno con estas o parecidas características, entre el Cretáceo y el Oligoceno, hasta cerca del Río Segre, en donde se oculta bajo los conglomerados oligocenos transgresivos. En Oliana aflora de nuevo en ojal bajo el Oligoceno, pero allí sólo se ven las margas y calizas arenosas del Bartonense, con fauna muy abundante.

Al Sur del Montsech está el Eoceno en varios asomos de desigual importancia, pero muy interesantes, porque ponen de manifiesto su progresiva simplificación y reducción.

Al pie de la Sierra, todavía el Eoceno tiene una regular potencia y relativa complejidad, aunque la facies muestra ya una mayor proximidad a la costa. Sobre el Garumnense rojo, que tal vez comprende también una parte del Eoceno inferior, descansa un nivel de calizas y margas muy arenosas: las primeras con algunas *Alveolinas*, y las segundas con *Ostrea*; siguen a continuación calizas más puras con abundantes *Alveolinas*, y por último un nivel de margas y areniscas alternantes en lechos finos, de tipo flysch, con fósiles abundantes.

En Alós de Balaguer, el Eoceno se ha simplificado más todavía y se compone solamente de un nivel inferior de caliza de *Alveolina* y otro superior de facies flysch,

pero todo con espesor reducido, y en el borde Sur de estas sierras, las varias manchas eocenas que existen, se componen exclusivamente de caliza clara, pura, con abundantes *Alveolinas*, entre las que son frecuentes las *A. gigantea* de enorme tamaño. El Eoceno ha quedado, pues, reducido al nivel de caliza de *Alveolina* del Luteciense inferior y faltan los demás niveles. Esto hace suponer que el límite de la sedimentación eocena, no debe encontrarse muy lejos por el Sur.

En Tremp aparece de nuevo el Eoceno, sobre el Garumnense ya citado, en una muy extensa mancha, que sin solución de continuidad llega hasta más allá de Pamplona.

La mitad oriental descansa sobre el Garumnense rojo, y es posible que esta formación no represente sólo el nivel superior del Cretáceo, sino también la base del Eoceno, pero la falta de fósiles no permite establecer una separación.

Comienza por las calizas con *Alveolina subpyrenaica* y sin *Nummulites*, del Eoceno inferior, a las que siguen calizas que suelen ser más grises y tienen ya abundantes *Nummulites* lutecienses y *Alveolinas*, entre las que son frecuentes la *A. elongata* y la *A. gigantea*, de enorme tamaño (hasta 7 cm. de longitud). Siguen margas con intercalaciones de calizas arenosas del Bartonense, con fauna muy abundante y variada en toda la provincia de Huesca, y la serie suele terminar con unos niveles de calizas arenosas.

Al Norte de Jaca y del Río Aragón, sobre el Luteciense calizo, descansa una serie muy potente de flysch, de aspecto muy uniforme, en la que es difícil establecer

separaciones y que debe comprender parte del Luteciense y el Bartonense.

En la zona de Pamplona, el Eoceno, que en la Sierra de Alaiz descansa sobre unos asomos cretáceos de pequeña extensión, consta de un nivel inferior de calizas grises bastante puras, con *Alveolina* y *Nummulites*, sólo visible en los núcleos de los anticlinales erosionados, y sobre él, una potente serie de margas grises, en unos sitios bastante puras y en otros, especialmente en la parte superior del tramo, más arenosas, en tránsito a la facies flysch. Estas margas que se extienden a un lado y otro de Pamplona, representan el Luteciense superior y el Bartonense, habiendo proporcionado en esta zona una fauna bastante abundante del Bartonense.

Esta extensa área eocena, tiene una ramificación meridional a partir de Boltaña, debido a un amplio sinclinal oligoceno que hace que el Eoceno vuelva a aparecer en larga alineación en las sierras centrales de la provincia de Huesca, juntamente con el Secundario.

El Eoceno de esta banda, termina por el Oeste sumergiéndose periclinalmente bajo el Oligoceno, en un espectacular cierre de estructura.

El interés que ofrece esta terminación, es también la disminución de espesor del Eoceno, pues éste se compone allí de un tramo inferior de caliza gris con *Alveolina* de tamaño grande (*A. elongata*) y *Nummulites*, de un espesor de unos 200 metros, y otro superior de margas, de unos 300 metros de potencia, que hacia la parte alta se hacen arenosas y pasan a la facies flysch. Vemos, pues, que también aquí el Eoceno reduce su potencia hacia el Sur y debe terminarse pronto, pues en la otra vertiente

del Valle del Ebro, al pie de la Cordillera Ibérica, no se conocen trazas de Eoceno marino.

Ludiense-Oligoceno.

El Eoceno marino termina en el Bartonense con *Nummulites* de las especies *striatus*, *contortus* y *fabianii*, típicos de este tramo, y no se conoce en España un Ludiense marino. Como en muchos sitios se aprecia la continuidad de sedimentación entre el Eoceno y el Oligoceno, y este último es siempre lacustre en la cuenca del Ebro, consideramos necesario incluir el Ludiense en la serie lacustre que tradicionalmente ha venido denominándose Oligoceno.

Por otra parte, en Cataluña se han encontrado recientemente en los niveles inferiores, restos fósiles de mamíferos que se atribuyen al Ludiense, y el nivel salino que en el centro de la cuenca existe en la base de la serie, se considera generalmente como Ludiense; pero la casi total ausencia de fósiles y la identidad de facies hace muy difícil establecer una separación entre el nivel superior Eoceno y el inferior Oligoceno, por lo que los reunimos bajo una misma denominación.

La serie comienza en el centro de la cuenca por un nivel de sales sódicas y potásicas, con yesos, que se explota en Cardona y al Sur de Pamplona. Fuera de estas dos zonas, la parte central de la cuenca está formada en su base por una potente masa de yeso y margas yesíferas, que afloran en superficie en muchos sitios, en los ejes de varios anticlinales, cuyo núcleo yesoso se extiende en corridas de muchos kilómetros.

A continuación viene una potentísima serie, muy mo-

nótona en su conjunto, aunque variada en el detalle, compuesta de margas rojas o rosadas, areniscas rojas o grises en bancos gruesos, y conglomerados de cantos predominantemente calizos, que alternan en proporciones variables según estemos en zona más o menos próxima al borde de la cuenca. Hacia el centro son casi exclusivamente margas, todavía con niveles de yeso gris, que suben bastante en la serie estratigráfica, y algunos bancos de arenisca. Pero a medida que nos acercamos al borde, aumenta la proporción de areniscas y empiezan a intercalarse lechos de conglomerado, que cada vez son más frecuentes, hasta llegar a formar en determinados lugares del borde, grandes masas de conglomerado, de estratificación poco o nada visible. En algún sitio se intercalan pocos lechos de caliza lacustre con algunos gasterópodos y excepcionalmente restos de vertebrados (Tárrega).

Esta monótona formación, con un color rojizo muy característico, se extiende por toda la cuenca del Ebro en su parte central, y con ella termina la serie estratigráfica que a nosotros nos interesa, pues para encontrar niveles superiores miocenos, hay que descender mucho hacia el Ebro, cerca del límite de la provincia de Zaragoza. La delimitación de estos dos terrenos es además muy incierta, pues la facies es semejante, los fósiles escasísimos y la sedimentación continua. Así, pues, el límite que hemos marcado en nuestros mapas es incierto y sujeto a rectificación.

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA HISTORIA GEOLÓGICA

Hay algunos hechos curiosos en relación con la historia geológica de la cuenca del Ebro, que considero interesante hacer resaltar (1).

En primer lugar, la variabilidad de las series estratigráficas en el Secundario, indica una inestabilidad de la corteza, que no se traduce en plegamientos de importancia, puesto que no se observan discordancias angulares apreciables entre los distintos niveles.

El Permo-trías, con potencia considerable y alguna flora permiana en los niveles inferiores, sólo se conoce en la zona inmediata al núcleo paleozoico, tanto en el Pirineo como en la Cordillera Cantábrica. Pero al Norte de Aoiz, en el núcleo de un anticlinal cretáceo, aflora el Paleozoico y sobre él, en acusada discordancia, se ve un Triás inferior de areniscas rojas, poco potente y con las características que tiene este nivel en todo el Norte y Centro de España. Lo mismo sucede en extensos afloramientos triásicos en la Cordillera Catalana.

El Muschelkalk y Keuper parece que indican ya una pequeña regresión, pues hay áreas, como desde el Monte Perdido hasta los confines de Navarra, en donde el Neocretáceo descansa directamente sobre el Permo-trías. Esto puede interpretarse como un fenómeno erosivo, que ha hecho desaparecer el Keuper, pero es una zona muy extensa la que muestra de manera constante la ausencia de este nivel, y parece más lógico que la erosión lo hubiera respetado en algún sitio. En el resto de la zona,

(1) Para ahorrar al lector la molestia de buscar en publicaciones anteriores, reproducimos aquí algunos cortes ya publicados, que ilustran los fenómenos que se citan.

el Trías superior aparece constantemente en la base de la serie secundaria, y cuando coexiste con el nivel de areniscas, no se aprecia discordancia alguna.

Sobre las margas rojas del Keuper, allá donde éste no sale por acción diapírica, se encuentra constantemente el nivel de caliza dolomítica del Retiense (Sierras Centrales de Huesca), pero sobre él, sólo en Cataluña se ven los restantes niveles del Lías y Dogger, que aparecen en sedimentación continua y sin discordancia. En Huesca y gran parte de Navarra, el resto del Jurásico (Lías, Dogger y Malm), faltan por completo, y el Jurásico superior en toda la zona, excepto en el Montsech, en donde existe un pequeño isleño de Portlandés.

El Eocretáceo (incluyendo en él el Cenomanense), no existe más que en un pequeño isleño en Figueras, de carácter calizo; y en el área comprendida entre el macizo de Pedraforca, el Montsech y el Río Esera, calizo y margoso. En esta zona se ve que disminuye su potencia de Norte a Sur, y al Sur del Montsech ha desaparecido totalmente, así como en el resto del Pirineo, no volviendo a encontrarse más que cerca de Pamplona, ya con la típica facies cantábrica.

En cambio, el Neocretáceo se extiende por un área mucho mayor, pero muestra una gran variabilidad en sus series. Al Norte de Figueras está sólo constituido por el Garumnense lacustre; en seguida se le agrega el Maestrichtense, que aumenta rápidamente de potencia, y aparecen luego los demás niveles, estando la serie completa con espesores mayores o menores, allá donde existe también el Eocretáceo.

Al llegar al río Esera, en la zona de Campo, el Garumnense da paso a la facies caliza del Danés y al mismo

tiempo empiezan a disminuir y simplificarse las series neocretáceas que se hacen predominantemente calizas en el Pirineo aragonés, reduciéndose al Senonense y Danés. Ya en Navarra, el Senonense vuelve a hacerse margoso y calizo, con predominio de las margas.

Las Sierras Subpirenaicas de Huesca, son sumamente interesantes por varios conceptos, y en especial por su serie estratigráfica, que muestra sobre las calizas dolomíticas del Retiense, el Senonense predominantemente calizo y el Garumnense lacustre de color rojo vivo, sin que se observe una discordancia angular entre formaciones tan distintas. Todavía se ofrece este fenómeno con caracteres más acusados en la Cordillera catalana, al Oeste de Barcelona, en donde el Eoceno inferior en afloramientos muy extensos, parece concordante con el Trías sobre el que reposa. Sólo que allí el Trías, que tiene un Muschelkalk potente de calizas y calizas dolomíticas, en unos sitios conserva aún el Keuper margoso y en otros lo ha arrastrado la erosión, y el Eoceno descansa sobre las calizas.

Este curioso fenómeno plantea el problema de si los niveles que faltan, no se han depositado, o la erosión los ha eliminado, o bien que se han depositado sólo algunos y la erosión los ha arrasado después.

Por lo que se refiere al Cretáceo, los caracteres litológicos que rápidamente acabamos de ver, parece que indican claramente que en la zona en que falta el Eocretáceo y parte del Neocretáceo, es ello debido a que no se han depositado. Pero el Lías ofrece unas características litológicas tan constantes, que no inclinan a admitir la existencia de una línea de costa próxima.

Por otra parte, si se pretende explicar el caso por la

erosión, no se concibe fácilmente que ésta haya quitado en una zona extensa todo el Lias, con niveles calizos duros, y se haya detenido precisa y constantemente en un nivel de caliza dolomítica mucho menos resistente que la liásica que debía soportar, sin que en algún sitio desaparezca también en mayor o menor proporción el Retiense e incluso el Keuper. Así por lo menos pasa en la Cordillera catalana, en donde existe en mayor o menor proporción el Keuper y a veces falta en absoluto.

Sí, en cambio, se admite que la zona ha estado emergida desde la deposición del Retiense, hasta el Senonense, se hace difícil creer que en un periodo tan largo, la acción erosiva no haya arrastrado total o parcialmente unos niveles que no ofrecen una resistencia extraordinaria a la erosión.

Personalmente, y reconociendo las graves objeciones que se pueden oponer, me inclino más por esta última interpretación, pues me resulta más fácil admitir que por razones paleotopográficas y climatológicas, se ha producido sólo una débil erosión, que, por el contrario, haya existido una intensa erosión, detenida exactamente siempre en el mismo nivel, que no es de los más resistentes. En todo caso, ahí queda planteado un problema que me parece altamente sugestivo y digno de que se le preste una cuidadosa atención.

Vemos pues, que a lo largo de la Era Secundaria, ha habido una serie de movimientos, que han modificado las áreas de sedimentación y las facies de los sedimentos, pero dando lugar solamente a epirogénesis o abombamientos suaves, sin que se formen pliegues acusados, ni se puedan apreciar discordancias angulares entre los estratos, incluso los separados por extensos hiatos.

El Eoceno, en la mayor parte de la región, aparece muy completo, sin discontinuidad de sedimentación con el Cretáceo y perfectamente concordante con él. En la mitad occidental de la cadena, en donde el último nivel cretáceo es lacustre, es posible que las hieladas más altas deban incluirse ya en el Eoceno, cosa que no se puede asegurar por ahora, debido a la falta de fósiles. Pero inmediatamente vienen niveles de calizas y margas marinas en sedimentación continua y sin discordancia alguna todo a lo largo de la serie eocena. Desde Campo hacia el Oeste, en donde el Cretáceo termina con las calizas marinas del Danés, el Eoceno que soporta es también calizo y marino, y resulta difícil delimitar con precisión los dos terrenos.

En las zonas más meridionales, como en Camarasa, donde los niveles eocenos se simplifican y llegan a reducirse tan sólo a la caliza luteciense de *Alveolina*, tampoco se puede observar discordancia angular con el Cretáceo.

Por excepción, en las Sierras Subpirenaicas que corren de Este a Oeste por la parte central de la provincia de Huesca, se observa entre el Bartoniense marino y el Ludiense, una discordancia, a veces bastante acusada en la extremidad oriental de las sierras, pero que llega a desaparecer totalmente en el extremo occidental, ocasionada por unos curiosos pliegues de dirección Norte-Sur que se han producido durante el Bartoniense.

Salvo aquí, el paso de la serie marina a la lacustre Ludiense-oligocena, allí donde las dos están completas, es rápido pero continuo, y tampoco existe discordancia alguna entre las dos formaciones. Pero, en cambio, es muy frecuente ver, tanto en la región más septentrional,

como en las Sierras Subpirenaicas, masas de conglomerados horizontales o poco plegados, que avanzan transgresivas y en total discordancia sobre formaciones más antiguas.

Esto ha dado lugar a que en ocasiones se haya interpretado como Oligoceno los estratos inferiores a la discordancia y como Mioceno los superiores.

Pero Ashauer, en su magnífico estudio sobre la zona oriental del Pirineo, hizo resaltar un interesante fenómeno, que posteriormente hemos podido comprobar nosotros, tanto en el lugar por él señalado, como en otros diferentes.

El fenómeno es el siguiente: en la profunda garganta abierta por el Río Cardener, al Sur de San Lorenzo de Morunys, se ve el Bartonense marino algo volcado hacia el Sur, y a continuación la serie lacustre Ludliense-Oligoceno, en tránsito gradual pero rápido, sin discordancia alguna. Estos niveles lacustres, compuestos de areniscas, margas y conglomerados, a medida que avanzamos río abajo, van girando en abanico y poniéndose cada vez más tendidos, hasta el momento en que llegan casi a la horizontal, y avanzan transgresivos sobre todos los niveles inferiores. La discordancia es máxima entre los estratos extremos, pero inapreciable entre dos consecutivos, de modo que no existe argumento alguno válido, para marcar un límite y separar, dentro de esta serie tan uniforme, un Mioceno de un Oligoceno.

Este fenómeno, lo hemos visto repetir nosotros en muchos sitios a lo largo de los bordes de la cuenca terciaria del Ebro y en las Sierras Subpirenaicas de Huesca, aunque no siempre de manera tan neta como en el primer sitio, señalado por Ashauer. En otras zonas, en

cambio, se observan discordancias netas, más o menos grandes, entre niveles de la misma facies lacustre, que por esta razón se han venido atribuyendo al Oligoceno los inferiores y al Mioceno los superiores. Pero es indudable, vista la frecuencia con que se presenta el fenómeno descrito, que si nosotros pudiéramos cortar el terreno con una profunda garganta, veríamos que la total discordancia que se observa en superficie, se resolvía en una discordancia progresiva, inapreciable entre dos estratos contiguos, que no nos permitía señalar una línea de separación entre dos formaciones.

Por esta razón, y sin dejar de reconocer que los estratos más altos de la serie pueden ser ya miocenos, nosotros venimos incluyéndola en su totalidad en el Oligoceno.

Estas observaciones tienen un gran interés para explicar la orogenia pirenaica. Creemos, y así venimos sosteniendo en diversos trabajos, que para nuestro Pirineo no son aplicables las fases de plegamiento, tal y como las establece Stille, con unos paroxismos en determinados momentos.

A mi juicio, la evolución pirenaica, según las observaciones que tenemos realizadas en la totalidad de la cuenca del Ebro, se puede establecer de la manera siguiente:

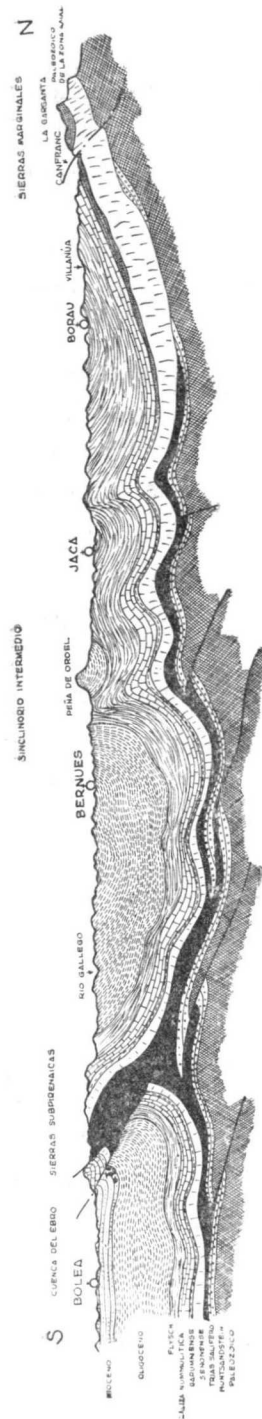
Al comienzo del Eoceno, se produce una transgresión, en especial sobre el borde occidental del macizo emergido de la Cordillera Costera Catalana, depositándose niveles eocenos, indistintamente sobre formaciones paleozoicas, triásicas o liásicas. La costa eocena debía estar aproximadamente en la línea Montblanch-Lérida-Huesca-Tafalla.

A lo largo del período Eoceno, el surco Sur-pirenaico constituye una cuenca de subsidencia, en la que se depositan grandes espesores de Eoceno, de facies menos profunda a medida que nos desplazamos hacia el Oeste. En el borde Sur de la cuenca, un movimiento de báscula, hace que el área de sedimentación se retire paulatinamente hacia el Norte.

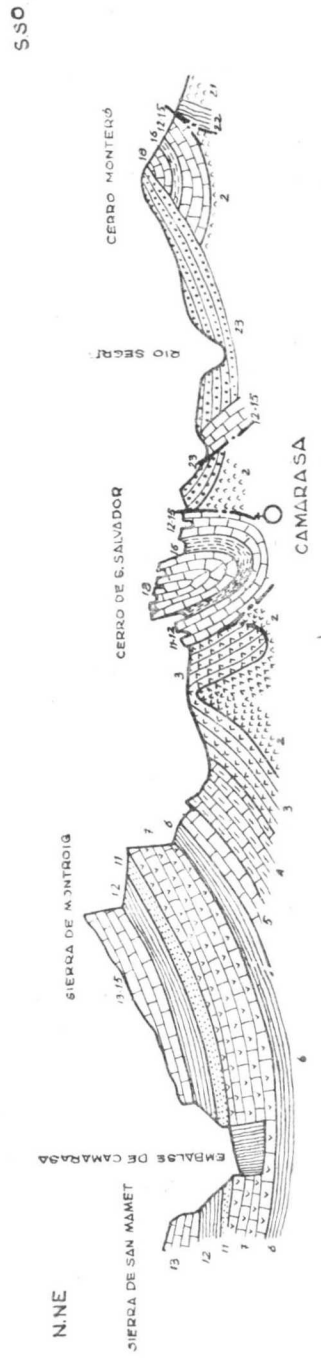
En el Bartonense se producen los primeros empujes orogénicos, todavía muy débiles y orientados perpendicularmente (*grosso modo*) a los que se iniciarán después, que dan lugar a la formación de varios anticlinales, los más violentos volcados al Oeste, que van siendo en este sentido cada vez más suaves. Como consecuencia aparece una discordancia entre el Bartonense y el Ludense, pero la onda orogénica se desplaza con retardo hacia el Oeste, por cuya razón, en el último de los anticlinales, ya no es observable la discordancia, muy neta en la extremidad oriental. Estos accidentes se observan a lo largo de las Sierras Subpirenaicas de Huesca, pero son también visibles, con poca intensidad en algunos puntos de la Cordillera Cantábrica.

Al final del Bartonense, se cierra la comunicación con el mar, de la cuenca eocena y se forma el extenso lago del Ebro, en el que comienza la sedimentación continua de la potente serie ludiense-oligocena.

Al mismo tiempo que se cierra la comunicación con el mar, se hunde el Macizo del Ebro y el área de sedimentación se extiende hasta el actual borde de la Cordillera Ibérica, depositándose en el centro las sales sódicas y potásicas con los yesos, y hacia los bordes rocas cada vez más detríticas, hasta llegar a ser en muchos sitios conglomerados en masa.



Relaciones entre las cadenas marginales y las subpirenaicas a la altura de Jaca. (Según Selzer).



Corte por Camarasa. (Según Rios). Misma explicación de la figura de la página 35.



Al mismo tiempo que se produce el continuo hundimiento de la cuenca, y debido, sin duda, al desequilibrio de fuerzas que ello produce, se crean unos empajes todo alrededor de acá y hacia su centro, que pliegan de manera continua a lo largo de todo el período Oligoceno, los sedimentos anteriormente depositados, y los que se van depositando sucesivamente.

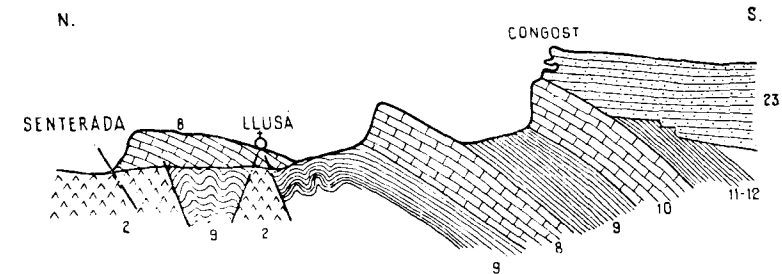
De esta manera, los últimos niveles oligocenos, poco o nada afectados por la orogenia, avanzan transgresivos sobre los más antiguos del mismo período, e incluso del Eoceno y Secundario, formando grandes masas de conglomerados subhorizontales en varios sitios, entre ellos al Norte de Tremp.

Al final del Oligoceno, se produce una surrección general de la cuenca, quedando un lago mucho más reducido en la parte Sur, en el que continúa la sedimentación miocena sin solución de continuidad.

El plegamiento, por lo que se refiere a la mitad Norte de España, termina al final del Oligoceno, por lo que los niveles superiores de este terreno están muy poco o nada plegados, y el Mioceno, si muestra algún suavísimo buzamiento, es sólo de deposición.

Así pues, para mí, la fase pirenaica propiamente dicha, comienza hacia el final del Bartonense y se continúa sin interrupción durante toda la sedimentación del Ludense-Oligoceno, terminando aquí toda acción orogénica (salvo ligeros movimientos epirogénicos), y quedando los sedimentos miocenos continentales completamente horizontales.

La fase pirenaica da lugar en la vertiente Sur de la Cordillera, a una serie de pliegues y pliegues falla, con roturas y laminaciones, a veces muy violentas, como por



Corte por Llusà. (Según Ríos).

- 1.—Muschelkalk. Calizas tableadas.
- 2.—Keuper. Margas yesíferas.
- 3.—Rético. Yesos.
- 4.—Rético. Dolomias y carniolas.
- 5.—Liásico. Calizas.
- 6.—Liásico. Margas posilíferas.
- 7.—Dogger. Dolomias.
- 8.—Urgo-aptense. Calizas.
- 9.—Urgo-aptense. Margas.
- 10.—Cenomanense. Margas y calizas.
- 11.—Turonense. (?) Areniscas y calizas arenosas.
- 12.—Ceniacense-Santonense. Areniscas calizas arenosas y margas.
- 13.—Campanense. Calizas.
- 14.—Maestrichtense. Margas.
- 15.—Maestrichtense. Areniscas.
- 16.—Garumnense. Arcillas y margas rojas.
- 17.—Ipresense. Arcillas y margas rojas.
- 18.—Luteciense Inf. Calizas de alveolinas.
- 19.—Luteciense Sup.-Bartonense. Margas y flysch.
- 20.—Oligoceno. Conglomerados basales.
- 21.—Oligoceno. Yesos de la base.
- 22.—Oligoceno. Facies normal.
- 23.—Oligoceno. Conglomerados marginales.

ejemplo las que dan origen a los Montsechs. En general existe una zona marginal, de tectónica violenta, junto al núcleo paleozoico; una zona media de tectónica más suave, con anticlinales y sinclinales en general completos, y una zona frontal, meridional, en la que de nuevo dominan las fallas y cobijaduras. A partir de aquí, el Oligoceno queda muy pronto tranquilo y subhorizontal, alterado solamente por varios anticlinales de muchos kilómetros de recorrido. De estos pliegues, los más septentrionales, obedecen, sin duda, a la orogenia pirenaica, pero los restantes, muestran su núcleo constituido por los yesos y margas yesosas de la base de la serie y es muy probable que el levantamiento de las capas sea más bien debido a presión inferior, por el aumento de volumen experimentado por las anhidritas al absorber agua, ya que varios de los anticlinales se encuentran lejos de las zonas de trastorno.

CONSIDERACIONES PETROLÍFERAS

Para terminar, vamos a hacer algunos comentarios sobre las posibilidades petrolíferas de la cuenca del Ebro.

Son muchos los sitios y variados los terrenos en los que se encuentran indicios petrolíferos en la vertiente Sur del Pirineo.

En la orilla del Río Cinca, cerca del pueblo de Escanilla, existen unas calizas tablerdas del Muschelkalk, pertenecientes a un extenso afloramiento triásico, con una impregnación bituminosa de alguna consideración, que dió lugar a que en tiempos se intentara su explota-

ción y se montara una pequeña fábrica que hoy está en ruinas, porque la cantidad de materia bituminosa y pequeña cubicación del yacimiento no lo hacían explotable.

El Cretáceo ofrece algún indicio, como es el que existe en Boixols, en donde las margas de este terreno tienen igualmente una impregnación. Más al Oeste, en la Cordillera Cantábrica, los indicios en el Cretáceo son más abundantes y llamativos.

Pero, sobre todo, es el Eoceno el que da mayor cantidad de indicaciones bituminosas en el Pirineo. Vallfogona, Oix, San Juan de las Abadesas, San Lorenzo de Morunys, Brocá, San Lorenzo de la Muga y otros sitios, ofrecen impregnaciones bituminosas o petrolíferas en las calizas o margas del Eoceno, algunas de ellas muy llamativas.

Esto ha dado lugar a que se dedique una especial atención y se realicen reconocimientos y sondeos en la vertiente Sur del Pirineo, que por desgracia hasta ahora no han dado resultado positivo.

El primer sondeo profundo realizado en esta zona, se perforó en Oliana, en un precioso ojal anticlinal, en el que afloran las margas bartonienses por debajo de la serie lacustre concordante. Se rebasó ampliamente la profundidad de 2.000 metros, encontrándose una potentísima serie de margas lutecienses-bartonienses, sin indicios. Este resultado imprevisto, se debe probablemente a que la violencia del pliegue, no muy grande en superficie, pero seguramente mucho más intensa en profundidad, hace que se haya acumulado en el núcleo del anticlinal, un espesor anormal de este nivel de margas.

Otro sondeo perforado fué el de Boltaña, situado

junto al Río Ara, en el flanco oriental de un magnífico anticlinal en la caliza luteciense, orientado Norte-Sur y perteneciente al sistema de pliegues de las Sierras Subpirenaicas antes citado. La rama occidental es mucho más abrupta que la oriental y en profundidad debe complicarse más la estructura, por lo que, después de encontrar el Cretáceo bajo el Eoceno, se volvió a entrar en éste, dispuesto en capas muy levantadas, por cuya razón se rebasó también la profundidad de 2.000 metros sin salir del Eoceno.

Estos dos sondeos, han demostrado lo que ya se suponía, que la estructura en profundidad es más compleja que en superficie, pero aunque no han dado resultados, no se puede decir que sean negativos, pues en realidad no se ha conseguido llegar hasta los niveles que se consideraba que podían contener petróleo y, por tanto, estimo aconsejable insistir en los reconocimientos en ambas zonas.

Un tercer sondeo profundo realizado en la cuenca del Ebro, es el denominado de Marcilla, situado en el centro de la cuenca, ya cerca del río, aproximadamente en el meridiano de Pamplona.

Este se situó en un bonito anticlinal oligoceno, de flancos suaves y se llegó a una profundidad de cerca de 3.000 metros sin salir de esta formación. Nuestra experiencia, por estudios anteriores sobre el Oligoceno, nos ha hecho suponer siempre que esta formación en la cuenca del Ebro es sumamente potente, razón por la que nunca nos hemos decidido a aconsejar la ejecución de sondeos en su zona central, sin disponer de maquinaria susceptible de llegar a profundidades grandes.

Un estudio detallado que realizamos en aquella zona mi colega Ríos y yo, nos hizo ver que allí la serie lacustre debe tener un espesor de unos 5.000 metros, y que en el emplazamiento del sondeo, descontando la parte atrastrada por la erosión, habría que atravesar de 3.500 a 4.000 metros antes de llegar a niveles marinos susceptibles de contener petróleo.

El sondeo realizado confirmó que estábamos en lo cierto en nuestras previsiones, pero en todo caso ha tenido una evidente utilidad, al comprobar los grandes espesores que en el centro de la cuenca tiene la serie lacustre.

No se puede negar la posibilidad de que en ella existan estructuras capaces de almacenar petróleo, recubiertas por los sedimentos terciarios, pero los resultados obtenidos muestran claramente la necesidad de realizar estudios geofísicos sistemáticos en la cuenca del Ebro, capaces de poner de manifiesto la existencia de posibles estructuras, a profundidades asequibles con los actuales métodos de perforación, antes de iniciar nuevos sondeos.

Por último, hay que citar el más moderno de los sondeos profundos perforados en la vertiente Sur pirenaica, ubicado en la provincia de Barcelona, al Este del pueblo de Puigreig. Se situó sobre un anticlinal del Oligoceno lacustre, y a la profundidad de 67 metros se entró en el Eoceno; pero después de los 3.000 metros se encontró el Paleozoico sin haber cortado nada de Secundario y a los 3.192 metros se suspendió el sondeo sin haber encontrado indicios de petróleo.

Este sondeo se perforó a unos 17 kilómetros en línea recta al Sur del borde septentrional del Eoceno y a poco más del doble de distancia de su borde Sureste. En el pri-

mer sitio, bajo el Eoceno, aparece un Neocretáceo potente, mientras que en el segundo, el Eoceno descansa sobre el Triásico y poco antes sobre el Paleozoico, razones por las que no parecía probable que en el sondeo faltase todo indicio de terrenos secundarios.

Así, la consecuencia a extraer es que durante el Secundario, existió un macizo paleozoico emergido, prolongación del del Montseny, y mucho más extenso, que alcanzó hasta la zona de Puigreig y tal vez más a Poniente, que se hundió al comienzo del Eoceno.

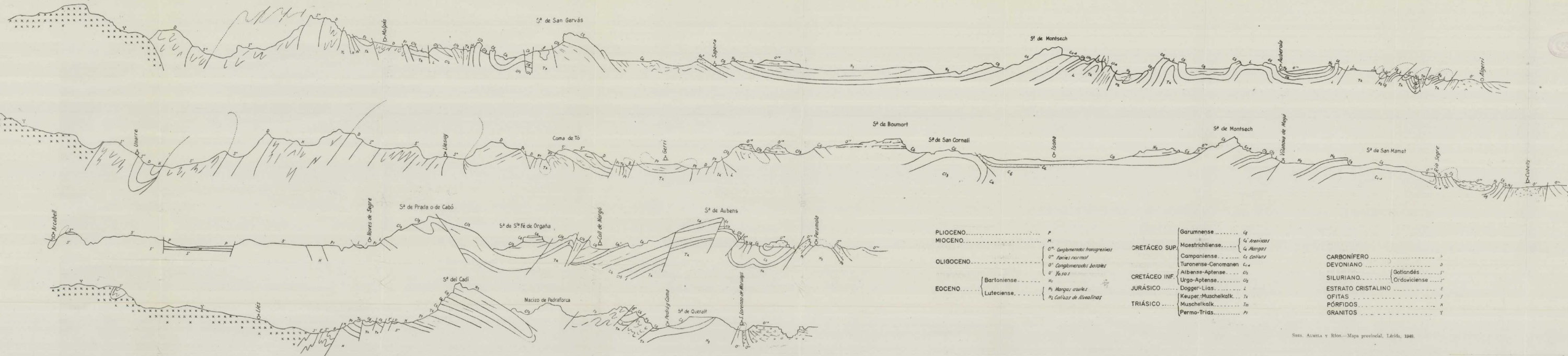
Dejando aparte algunos pequeños sondeos realizados en diferentes sitios, sin una base científica para su ubicación, éstas son las únicas perforaciones ejecutadas hasta este momento en la vertiente Sur pirenaica, pues otra serie de sondeos que está en ejecución, de Estella hacia el Oeste, no corresponden ya exactamente a la región pirenaica, sino a la cantábrica, y aunque son sumamente interesantes, no considero indicado enumerarlos aquí.

De los resultados obtenidos en las investigaciones mencionadas, sólo el último puede considerarse como negativo, pues los tres sondeos anteriores, no han podido llegar a resolver el problema de la existencia de depósitos de petróleo, bien por no tener la sonda potencia suficiente, o por la disposición tectónica.

Ni aún en el caso de que todos los sondeos hubieran sido netamente negativos, sería argumento válido para abandonar las investigaciones petrolíferas en una región tan extensa y con tan abundantes indicios en diferentes terrenos, algunos de ellos francamente llamativos.

Es necesario continuar el estudio geológico detallado de esta interesante zona y seguir perforando muchos más sondeos en aquellos sitios que las proyecciones geológi-

Cumbres de Comala forma



PLIOCENO.....	P
MIOCENO.....	M
OLIGOCENO.....	0 ^o Conglomerados transgresivos 0 ^o Facies normal 0 ^o Conglomerados basales 0 ^o Yesos
EOCENO.....	Bartoniense..... N ₂ Luteciense..... N ₁ Margas azules N ₂ Calizas de Alveolinas

CRETÁCEO SUP.	Garumnense..... G ₂ Maestrichtiense..... G ₁ Arancas Campaniense..... C ₂ Margas Turonense-Cenomanen..... C _{1a} Albense-Aptense..... C ₁ Urgo-Aptense..... C ₂
CRETÁCEO INF.	Dogger-Lias..... L Keuper-Muschelkalk..... T ₂
JURÁSICO.....	Muschelkalk..... T ₁
TRIÁSICO.....	Permo-Triás..... P ₁

CARBONÍFERO.....	C
DEVONIANO.....	D
SILURIANO.....	Gotlandés..... S ₁ Ordoviciense..... S ₂
ESTRATO CRISTALINO.....	E
OFITAS.....	F
PÓRFIDOS.....	N
GRANITOS.....	Y

cas y geofísicas lo aconsejen, pues es esta la única manera de poder llegar a saber si la vertiente Sur pirenaica ha sido también favorecida por la Providencia con reservas de petróleo y gas, como sucede en la vertiente Norte, o si, por el contrario, se ha sentido avara con nosotros.

Recibido el 5-V-1958.

Investigaciones de niobio y tántalo en la zona
de Noya (Coruña)

POR

J. M. LOPEZ DE AZCONA y A. COMBA SIGÜENZA

J. M. LOPEZ DE AZCONA y A. COMBA SIGÜENZA

INVESTIGACIONES DE NIOBIO Y TANTALO EN LA ZONA DE NOYA (CORUÑA)

INTRODUCCIÓN

Ultimada en el año 1955 la investigación de la reserva de la zona 2.^a de La Coruña (Boiro), correspondiente a niobio y tántalo, que era la que se había considerado como la más rica, se proyectó para el año 1956 la investigación de la zona 1.^a (Noya), que es la más extensa.

Según la Orden del Ministerio de Industria y Comercio de 3 de diciembre de 1947, los límites de esta zona son el mar y la línea poligonal Punta Carreiro, Puerto Ventoso, Vértice Medoña, Iglesia de Cornado, Iglesia de Arzón, Iglesia de Lousame y Portosín.

La sucesión de terrenos geológicos correspondientes a dicha zona es análoga a la de la zona 2.^a, tanto es que puede considerarse a ésta como la prolongación Sur de aquélla. La mayor parte de los terrenos corresponden a una serie de formaciones en arco que al Norte parten de Malpica, terminan sus últimas manifestaciones provinciales en Abanqueiro, atraviesan la provincia de Pontevedra y penetran en Portugal, para terminar al Sur en el Duero.

En los reconocimientos de la zona 2.^a, realizados por los autores de este trabajo, auxiliados por el Ayudante de Minas García Peña, se aprecia que las manifestaciones más interesantes desde el punto de vista de niobio y tántalo corresponden a los diques pegmatíticos que armas en los néises y esquistos metamórficos, y principalmente en las proximidades de las zonas de contacto con el granito, de dos micas de grano medio. Con esta experiencia se efectuaron los reconocimientos de la parte de Noya; para ello se fijaron los límites de las diversas formaciones graníticas, gneísicas y esquistosas, y en los arroyos con aguas procedentes de sus contactos se iniciaron las investigaciones de sus aluviones, y después en los diques pegmatíticos, habiendo logrado en algunos concentrados densos con pentaóxidos de niobio y tántalo, leyes del orden del 45 por 100, los que se obtenían con un fácil lavado en batea.

En los 366 kilómetros cuadrados estudiados, el número de calicatas y pocillos practicados durante la campaña 1956 es de 1.628, de los cuales dieron resultado satisfactorio, o indicio de niobio y tántalo, cerca del 50 por 100, y los pocillos, en que las leyes correspondían a 0,001 gramo de pentaóxidos por kilogramo de tierra o más, representan el 15 por 100; aunque desde el punto de vista industrial esas riquezas mínimas carecen hoy de interés, puede que en alguna ocasión lo tengan como subproducto o como resultado de una explotación masiva de todos los esquistos.

Como consecuencia de esta investigación, cuyos límites de reducción de reserva a 82 kilómetros cuadrados se proponen a la Superioridad, se ha descubierto una zona rica en oro, que alcanza en algunas muestras,

como la 1.198, los 9.725 gramos por tonelada; la 1.569, los 163 gramos por tonelada, y la 1.571 dió 139 gramos por tonelada; pero sus reservas son pequeñas, dado la reducida superficie de la zona aurífera.

También es digno de destacar el haber encontrado berilos en muchos de los diques reconocidos, así como cantidades importantes de circones, lo que es motivo de las valoraciones que se efectúan actualmente de berilio y circonio para situar las zonas más interesantes de sus formaciones, así como las rocas más aptas para su investigación.

NIOBIO Y TÁNTALO

La importancia del estudio de los aluviones pesados es cada vez mayor; en ellos se encuentran las monacitas, rutilos, circones, ilmenitas, cianitas, estaurolitas y niobitas, minerales que se pueden considerar como menas de elementos tan interesantes como el torio, circonio, titanio, niobio, tántalo, y los del grupo denominado de las tierras raras. En las disposiciones que se han dictado de varios países sobre los minerales del grupo de los pesados, se encuentran muchas, prohibiendo o restringiendo su exportación, principalmente de las monacitas, por la esperanza de que en plazo breve sea considerado el torio como un elemento fértil de los reactores nucleares.

El beneficio mundial de los minerales de niobio y tántalo progresa rápidamente; durante el año 1956, en que se efectuó esta investigación, se industrializó un interesante procedimiento de obtención del niobio y del tántalo, a base de minerales de ley baja o escorias con

pequeños contenidos. Hoy se llegan a obtener óxidos de niobio y tántalo con purezas superiores al 99 por 100. La obtención económica del niobio y tántalo, así como el beneficio de minerales pobres tan abundantes en Galicia, es de una importancia fundamental para el consumo futuro de ambos metales, tanto en los reactores nucleares como en las turbinas de gas.

LA GEOLOGÍA

La zona de Noya, que se ha estudiado, tiene cuatro grupos fundamentales de rocas: al Oeste, en la zona de Carnota, donde se encuentran los granitos modernos; a continuación, hacia el Este, el grupo que ocupa más extensión del Occidente de la provincia de La Coruña, que es el que denominamos de Lage, por presentarse en dicha localidad de una forma característica como granito; después se halla el grupo trondjemítico, y, por último, el que denominamos complejo antiguo, en el cual se encuentran las manifestaciones de niobio y tántalo más importantes de la zona considerada, figurando nuevamente en nuestra marcha hacia Oriente el denominado del grupo de Lage. En la representación cartográfica, dividimos todos estos terrenos en sólo dos grupos: el antiguo, en puntos y el de Lage, en línea continua, para distinguir fácilmente el primero, que es el más apto para el niobio y tántalo.

La playa de Carnota, como indicamos, y su prolongación hasta el límite Norte del croquis, es de granito de biotita, existiendo un dique muy marcado, tanto en el terreno como en las fotografías aéreas, en la playa de San Pedro, al Sur del Pindo. En este granito se apre-

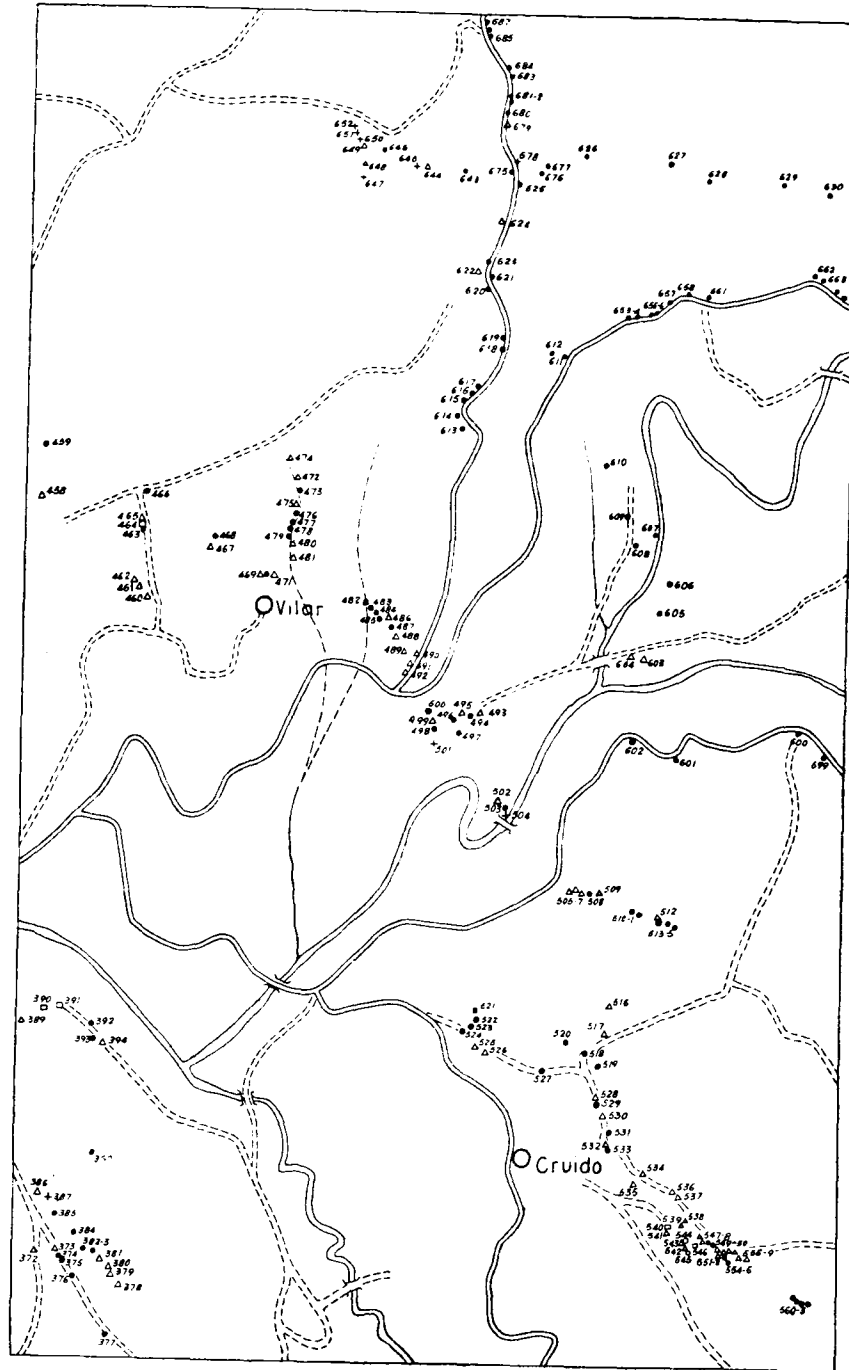
cia con insistencia un sistema de diaclasas en ángulo recto, con direcciones N.-60°-E. y N.-30°-W. El granito de Carnota limita al Este con un granito neísico de dos micas, en el cual se han apreciado algunas variedades, como la inmediata a Muros, de grano más fino, con un aspecto más compacto en las fotografías aéreas y la de Miñarzo a Susiños que está más diaclasado.

Esta faja granítica cruza la Ría de Noya, en ella se encuentran muchos enclaves de esquistos biotíticos de dirección N.-20° E., que aumentan hacia Oriente, mientras que en Occidente y próximo al granito de biotita se aprecian zonas de este granito.

En el recorrido de la costa se ven claramente una sucesión de posibles rasas que se confirman con las fotografías aéreas, que no las hemos cartografiado por carecer de interés para nuestro estudio. Aunque alguna muestra del granito neísico de dos micas dieron resultados de interés por excepción desde el punto de vista de niobio y tántalo, como la correspondiente al número 1.415, puede considerarse ésta como un fenómeno local sin importancia industrial.

El granito neísico glandular que pasa por la Ensenada de Esteiro, forma límite al Norte de la parte representada con un granito porfiroide de dos micas, está interrumpido por el granito de biotita de la parroquia de Solleiros, cruza la Ría de Noya, limitando al Oeste con el granito de dos micas equigranular de Son y al Sur con el granito neísico de dos micas de la zona de Moimenta.

El granito de Solleiros tiene dos direcciones dominantes de diaclasado N.-70° E. y N.-20° W., o sea diez



Detalle de las labores de la zona de Vilar

grados girados hacia el Este con relación a las de Carnota. En los cauces de sus arroyos hemos encontrado muestras como la 1.334, que tienen cantidades de niobio y tántalo superior a las anteriormente encontradas, aunque también sin interés industrial.

El granito néisico glandular es limitado por el Este con una faja de esquistos biotíticos que pasa por Punta Corbeira y Punta Boa. La que limita al Este unas veces directamente con la gran faja de diorita biotítica que Corbeira y Punta Boa. La que limita al Este, unas veces pasa por Outeiro, otras con intercalaciones de granito de dos micas equigranular como en el Tremuzo y otras de granito néisico de dos micas como en Sabardes.

Al Este de la diorita, sigue la única zona que dió muestras que pueden tener verdadero interés industrial, tanto por el número de resultados satisfactorios, como por la riqueza de las mismas, que es la correspondiente al denominado complejo antiguo, cuya prolongación hacia el Sur, forma la parte interesante de la zona de Boiro. Tres tipos generales de rocas hemos encontrado en este complejo antiguo: los neises de grano grueso, los neises de grano fino y los esquistos biotíticos, pasándose insensiblemente y sin límite neto de un tipo al otro. Esta corrida está limitada al Sur del croquis por un enclave de granito de biotita trodgemítico.

El complejo antiguo limita al Este, en unos sitios, con el granito de dos micas equigranular, y en otros con los esquistos migmatíticos.

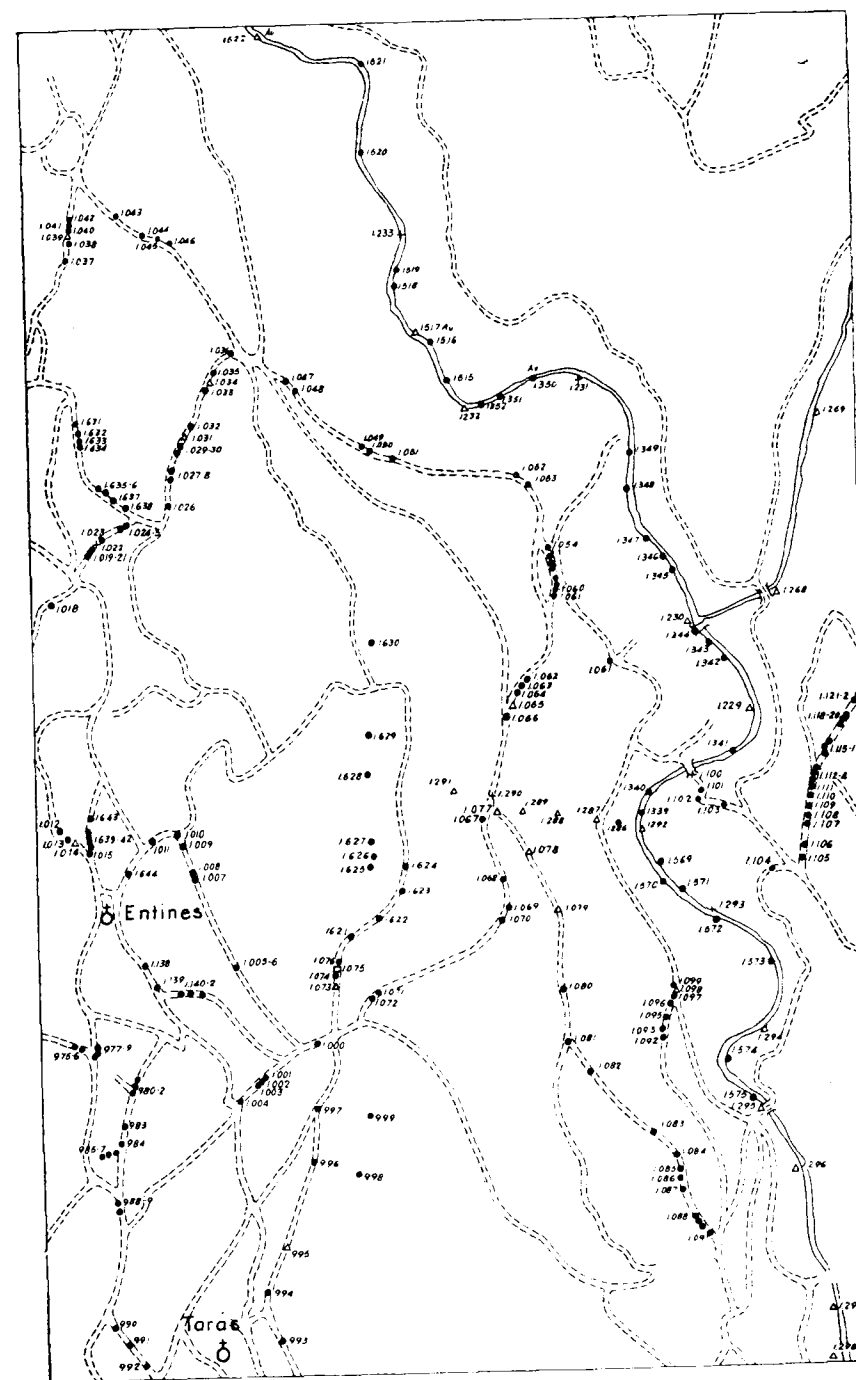
EL DESMUESTRE

Para la fijación de esta reserva, sirvió de base al estudio iniciado por el Instituto Geológico y Minero en 1945, de los arenales de las playas de la Provincia de La Coruña.

Con dichos datos y el reconocimiento geológico se pudo establecer rápidamente un programa de labores a efectuar, que comprendió los pocillos y calicatas numerados del 301 al 1.690, representados en el adjunto plano, correspondiendo algunas labores al mismo número con la adición de bis. Los números 1 a 299 corresponden a las labores de la zona de Boiro.

Los pocillos se procuró profundizarlos hasta el terreno firme, dado que como los minerales que investigamos son del grupo de densidades elevadas, tienden a concentrarse en la parte inferior. Cuando por razones del agua se veían obligados los prospectores a suspender la profundización con los medios de que disponían, la toma de muestra se efectuó en la parte inferior del nivel alcanzado.

El peso de las fracciones densas es muy variable; en algunos casos llegó a varias decenas de gramos por kilogramos de tierras: tal ocurre con el pocillo 353 que dió más de 45 gramos; el 397 y 398 que dieron 31,8 y 30,6, respectivamente; el 406, 32,3 gramos, el 503, 32,4 gramos, el 504, 69,3 gramos, el 527, 37,6 gramos, el 544, 31,7 gramos, el 1.187, 29,0 gramos, el 1.444, 28,4 gramos, el 1.448 dió 22,0 gramos, los 1.493 y 1.499 concentrados superiores a 30 gramos, el 1.508, 31 gramos, el 1.509, 25,9 g./Kg y el pocillo 1.566, 34,4 gramos.



Detalle de las labores de la zona de Taras

Estas fracciones densas, una vez preparadas, se remitían a los laboratorios del Instituto para su análisis y estudio.

LOS ANÁLISIS

A todas las muestras se les hizo primeramente un análisis espectral para ver qué elementos metálicos contenían, y cuando la Ley de niobio y tántalo era interesante, se separaban químicamente estos dos elementos bajo la forma de pentaóxidos y después se efectuaba la valoración atómica de ambos para establecer su relación en esta zona.

El análisis espectral previo se efectuó directamente con excitación por arco continuo con corriente continua. Los elementos que aparecieron persistentemente en la mayor parte de las fracciones densas fueron bismuto, berilio, níquel, estaño, titanio, volframio y circonio. También se encontró oro en varias muestras.

Los datos semicuantitativos se adjuntan en el cuadro I, obtenidos espectralmente, salvo el oro (cuadro II), que está en gramos por tonelada, son en tanto por ciento, al seguir sus valores se aprecia claramente la razón de los pesos importantes de algunas fracciones densas que se mencionan en el capítulo anterior.

Las muestras que dieron oro como elemento para genético de otros elementos encontrados en esta prospección, fueron las del cauce del Río del Rial, figurando en el croquis con las iniciales Au al costado del número. El berilio es un elemento que se ha encontrado en la casi totalidad de las muestras, claro que es preciso indicar que su línea 2.348,610 Å es de una sensibilidad extraordinaria, pero sólo lo hemos consignado cuando está en

CUADRO I

Valoraciones espectro-químicas en %

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
301	—	—	—	20	5	—	—
302	—	—	—	> 20	20	—	—
303	—	—	—	> 20	20	0,1	—
304	—	—	—	> 20	20	5	—
305	0,03	—	—	15	> 20	—	—
306	—	—	—	20	> 20	10	—
307	—	—	—	> 20	> 20	0,1	—
308	0,005	—	—	> 20	15	0,1	—
310	—	—	—	5	> 20	—	—
312	0,6	—	—	20	20	—	—
313	—	—	—	20	10	0,1	—
315	—	—	—	> 20	> 20	0,1	—
316	0,08	—	—	> 20	> 20	—	—
317	0,7	—	—	> 20	> 20	0,5	—
318	—	—	—	> 20	> 20	0,5	—
319	—	—	—	20	> 20	0,5	—
320	—	—	—	> 20	> 20	3	—
321	1	—	—	5	> 20	—	—
322	—	—	—	> 20	> 20	> 20	—
324	0,2	—	—	10	> 20	0,5	0,5
325	—	—	—	20	> 20	0,5	—
326	0,005	—	—	1	> 20	0,1	—
328	0,004	—	—	15	> 20	0,5	1
329	1	—	—	20	> 20	0,5	—
331	—	—	—	20	> 20	—	0,8
333	3	—	—	> 20	1	—	—
336	—	—	—	20	> 20	2	—
338	3	—	—	10	15	0,1	—
347	—	—	—	20	> 20	—	—
348	0,005	—	—	> 20	15	—	—
349	—	—	—	20	> 20	0,1	—
351	0,4	—	—	20	0,5	—	0,5
352	0,4	—	—	> 20	0,5	—	1
353	—	—	—	> 20	> 20	—	—
355	0,06	—	—	20	20	—	0,2
356	0,4	—	—	> 20	15	—	0,1
357	0,3	—	—	> 20	1	—	0,5
360	0,5	—	—	> 20	1	—	0,8
361	0,5	—	—	> 20	1	—	0,8
363	1	—	—	> 20	> 0,5	—	0,8

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
364	0,03	—	—	20	1	—	8,8
366	—	—	—	20	0,5	—	0,05
367	0,3	—	—	20	2	—	0,8
369	0,4	—	—	20	20	—	0,1
371	—	—	—	20	0,5	—	0,1
372	1	—	—	20	2	—	3
373	—	—	—	20	15	—	—
378	1	—	—	20	1	—	0,5
379	1	—	—	20	0,5	—	0,05
380	1	—	—	20	0,5	—	1
381	0,4	—	—	20	0,5	—	1
386	1	—	—	20	0,5	—	1
387	0,5	—	—	20	0,5	—	1
388	1	—	—	20	0,5	—	2
389	1	—	—	20	0,5	—	7
390	2	0,01	—	0,5	0,5	—	2
391	1	0,001	—	0,5	0,5	—	3
394	—	—	—	20	0,5	—	0,2
395	—	—	—	20	20	5	—
396	—	—	—	20	20	10	—
397	—	—	—	2	20	—	—
398	—	—	—	1	1	—	1
400	—	—	—	1	3	—	0,2
401	—	—	—	1	3	—	2
402	—	—	—	1	5	—	0,5
403	—	—	—	1	5	—	0,4
404	0,2	—	—	1	20	—	2
405	0,2	—	—	1	15	—	1
406	—	—	—	1	20	—	—
—	—	—	—	1	—	5	—
407	0,4	—	—	0,5	20	—	10
408	0,5	—	—	0,1	30	—	10
409	0,005	—	—	0,005	20	—	6
410	0,2	—	—	0,005	20	—	6
411	—	—	—	0,005	20	—	6
412	0,2	—	—	0,005	20	—	6
413	0,3	—	—	0,005	20	—	4
415	0,5	—	—	20	20	0,1	2
418	0,2	—	—	10	10	—	—
419	0,1	—	—	5	20	—	0,5
426	0,1	—	—	0,01	15	—	1
427	—	—	—	0,01	20	—	4
429	2	—	—	20	0,7	—	—
430	1	—	—	20	20	0,1	0,1
431	2	—	—	20	20	0,1	0,2
432	0,5	—	—	20	1	—	0,8
433	15	—	—	20	1	—	2

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
434	—	—	—	0,1	20	—	—
437	—	—	—	20	1	—	0,5
438	1	—	—	20	1	—	2
439	—	—	—	20	1	—	0,8
440	2	—	—	20	1	—	3
441	—	—	—	20	20	—	1
442	—	—	—	20	15	—	0,5
444	1	—	—	20	20	—	0,5
445	—	—	—	20	20	—	0,5
446	2	—	—	20	10	—	3
447	—	—	—	20	5	—	1
448	2	—	—	20	1	—	0,8
449	1,5	—	—	20	0,8	—	0,8
450	2,5	—	—	20	1	—	0,8
451	1	—	—	20	0,8	—	1
452	1	—	—	20	0,8	—	0,8
454	2	0,001	—	20	1	—	—
456	6	0,005	—	—	—	—	—
458	1	—	—	—	0,5	—	—
460	—	0,001	—	20	1	—	1
461	1,5	0,005	—	20	5	—	1
462	1,5	0,005	—	20	3	—	2
464	1,5	0,001	—	20	1	—	1
465	1,5	—	—	3	20	—	0,5
466	1,5	—	—	0,5	2	—	—
467	1,5	—	—	20	0,5	—	2
471	8	—	—	20	5	—	0,8
472	15	—	—	5	5	—	—
473	3	—	—	1	5	—	1
474	3	—	—	10	20	—	0,2
475	0,006	—	—	20	20	—	0,5
480	5	—	—	5	5	—	—
481	0,1	—	—	20	20	—	0,8
486	0,1	—	—	20	20	—	0,5
488	4	—	—	5	20	—	2
489	0,5	—	—	10	20	—	2
490	1	—	—	20	20	—	2
491	2	—	—	20	1	—	0,05
492	4	—	—	10	5	—	0,05
493	0,001	—	—	5	20	—	—
495	0,5	—	—	5	20	—	0,3
499	2	—	—	5	1	—	—
501	2	—	—	5	1	—	0,2
502	0,5	—	—	1	0,5	—	0,2
504	0,5	—	—	0,1	10	—	0,2
505	1,5	—	—	10	0,5	—	0,3
506	4	—	—	2	15	—	1

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Tl	W	Zr
507	0,003	—	—	20	> 20	> 10	0,8
509	2	—	—	1	10	5	0,8
512	2	—	—	1	0,5	0,1	0,8
516	2,5	—	—	1	10	—	—
518	10	—	—	2	15	—	—
525	1	—	—	0,1	1	0,5	8
526	1	—	—	10	10	0,01	8
528	1	—	—	> 20	0,5	—	1
530	1	—	—	> 20	0,5	0,05	0,5
532	1	—	—	> 20	0,5	0,8	0,8
533	0,1	—	—	> 20	> 20	—	—
534	0,03	—	—	15	> 20	4	0,2
535	0,8	—	—	20	> 20	5	0,2
536	1	—	—	20	> 20	—	—
537	0,1	—	—	20	> 20	3	0,1
538	0,002	—	—	20	> 20	0,1	0,2
539	1	—	—	20	> 20	0,1	1
540	3	—	—	20	> 20	0,05	1
541	1,5	—	—	> 20	20	0,01	0,2
542	2	—	—	20	> 20	—	0,1
543	0,5	—	—	20	> 20	8	0,1
544	0,003	—	—	20	> 20	0,05	0,1
545	0,001	—	—	20	> 20	0,05	0,1
546	—	—	—	20	> 20	0,05	0,1
547	—	—	—	20	> 20	0,05	0,1
548	—	—	—	20	> 20	0,05	2
551	0,0007	—	—	15	> 20	0,2	0,5
552	0,8	—	—	15	> 20	0,1	0,5
553	0,002	—	—	> 20	> 20	0,05	0,3
556	2	—	—	0,5	15	—	0,5
557	0,6	—	—	5	20	2	—
559	0,004	—	—	> 20	> 20	—	—
564	6	—	—	0,5	3	0,1	0,1
565	1,5	—	—	5	3	—	—
569	1	—	—	5	20	7	—
573	1	—	—	0,5	4	—	—
574	1,5	—	—	> 20	20	3	1
578	1,5	—	—	1	10	0,05	0,2
579	0,3	—	—	> 20	> 20	0,05	0,2
580	0,3	—	—	0,1	20	0,05	0,2
581	2,5	—	—	1	20	0,05	0,3
583	2,5	—	—	> 20	> 20	—	—
584	2,5	—	—	> 20	> 20	—	—
585	2,5	—	—	5	20	0,05	4
587	2,5	—	—	3	10	0,1	0,7
588	2	—	—	0,5	20	—	—

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Tl	W	Zr
600	3	—	—	4	> 20	0,5	0,1
604	0,2	—	—	5	0,1	—	—
622	3	0,05	—	—	—	—	—
624	0,4	—	—	0,1	0,5	0,5	0,5
644	1	—	—	0,05	10	8	—
645	0,5	—	—	0,01	—	8	—
647	2	—	—	5	0,5	10	—
648	2	—	—	3	0,5	10	—
649	0,5	—	—	0,05	0,5	10	—
650	0,2	—	—	5	0,5	10	—
651	0,8	—	—	0,05	0,5	10	—
652	1	—	—	0,05	0,5	10	—
666	0,1	—	—	0,1	20	0,5	—
678	1	—	—	0,05	20	0,5	—
679	4	—	—	0,005	10	0,1	—
698	3	—	—	0,05	0,5	0,5	0,75
699	3	—	—	0,1	0,5	0,1	0,75
700	1	—	—	—	2	0,1	1
701	16	—	—	0,1	20	—	0,5
702	5	0,01	—	> 20	> 20	0,1	—
763	4	—	—	0,1	0,1	0,1	3
764	1	—	—	0,01	0,1	—	—
765	0,5	—	—	0,01	0,01	0,1	—
766	0,05	—	—	0,05	0,2	0,05	3
767	4	—	—	0,05	0,2	0,05	1
768	2	—	—	0,1	0,2	10	—
770	2	—	—	0,05	0,1	—	—
771	4	—	—	5	10	—	3
775	0,5	—	—	20	5	—	—
778	1	0,03	—	5	—	5	0,5
787	—	—	—	10	20	0,1	—
791	0,1	—	—	5	20	0,05	—
793	—	—	—	0,5	20	0,05	—
794	—	—	—	> 20	—	—	—
795	10	—	—	0,5	0,2	—	—
796	6	—	—	0,5	0,2	—	—
798	0,2	—	—	1	20	0,05	—
799	—	—	—	—	20	0,00	—
800	—	0,02	—	1	20	10	—
801	—	0,03	—	1	20	10	—
803	1	0,05	—	1	20	10	—
805	1	0,05	—	5	15	3	—
806	1	—	—	5	20	0,5	—
807	1	—	—	0,5	20	0,1	—
808	—	—	—	1	20	—	—
809	1	0,02	—	1	20	10	—
810	0,3	0,01	—	—	—	—	—

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
811	0,3	—	—	∇ 20	∇ 20	3	0,5
815	0,5	—	—	∇ 20	5	10	—
816	0,5	—	—	∇ 20	2	10	—
817	0,5	—	—	∇ 20	∇ 20	10	—
819	0,5	0,005	—	∇ 20	∇ 20	10	—
820	0,1	0,001	—	1	20	10	—
821	0,4	0,005	—	∇ 20	∇ 20	10	0,01
822	0,008	0,001	—	∇ 20	20	10	—
823	0,2	—	—	∇ 20	20	10	—
824	0,1	—	—	∇ 20	∇ 20	10	—
846	0,3	—	—	∇ 20	20	0,1	—
847	0,5	—	—	∇ 20	∇ 20	0,1	—
848	0,1	—	—	∇ 20	∇ 20	0,1	—
849	0,6	—	—	∇ 20	20	0,05	—
850	0,4	—	—	∇ 20	∇ 20	0,05	—
853	0,4	—	—	0,05	1	0,05	—
854	0,5	—	—	1	1	0,01	—
855	3	—	—	0,3	1	0,01	—
856	2	—	—	0,1	0,5	0,05	—
857	2	—	0,01	0,2	0,5	0,01	—
858	1	—	—	0,2	0,5	0,05	—
860	0,5	—	—	0,5	20	0,2	—
861	0,5	—	—	5	20	0,1	—
862	0,08	—	—	30	20	0,2	—
863	—	0,02	—	∇ 20	1	10	—
864	0,3	0,01	—	1	10	5	—
865	0,7	—	—	0,5	20	5	—
866	—	—	—	0,1	5	0,1	—
867	0,1	0,03	—	∇ 20	5	10	—
868	—	—	—	0,5	5	5	—
870	—	0,02	—	∇ 20	5	10	—
872	—	0,01	—	∇ 20	5	10	—
875	0,5	0,01	—	∇ 20	5	10	—
876	0,1	0,05	—	∇ 20	8	10	—
879	0,1	0,02	—	∇ 20	8	10	—
880	0,1	0,02	—	0,1	∇ 20	10	—
881	1	—	—	0,5	4	0,5	—
882	0,05	—	—	0,1	20	0,5	—
883	0,08	0,02	—	∇ 20	1	10	—
884	—	—	—	0,1	1	0,05	—
885	—	—	—	∇ 20	1	0,5	—
886	—	—	—	∇ 20	2	5	—
889	—	—	—	10	20	5	—
890	—	0,005	—	∇ 20	1	10	—
899	1	0,02	—	∇ 20	0,5	10	—
900	—	0,01	—	∇ 20	0,5	10	—
901	0,05	0,002	—	∇ 20	0,5	5	—

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	w	Zr
992	—	0,001	—	∇ 20	0,1	5	—
910	0,05	—	—	0,5	1	—	—
911	0,6	—	—	∇ 20	5	1	1
940	0,1	—	—	10	5	—	—
941	1	—	—	1	5	0,05	1
943	0,001	—	—	3	1	—	—
947	0,2	—	—	5	1	—	—
951	0,1	—	—	5	1	—	—
955	0,3	—	—	5	1	—	—
958	1	—	—	20	∇ 20	0,05	1,5
967	1	—	—	20	∇ 20	0,01	—
987	1	—	—	10	∇ 20	0,01	—
995	1	—	—	10	∇ 20	—	—
1.002	1	—	—	10	∇ 20	0,04	—
1.014	1	—	—	10	∇ 20	0,05	—
1.022	10	—	—	5	∇ 20	0,5	3
1.023	0,8	—	—	0,05	∇ 20	—	7
1.027	0,1	—	—	∇ 20	15	—	1
1.031	0,1	—	—	0,1	1	—	2
1.034	10	—	—	5	∇ 20	0,05	1
1.039	7	—	—	5	∇ 20	0,05	1
1.065	1	—	—	10	∇ 20	0,1	1
1.073	0,6	—	—	0,05	5	—	1
1.075	1	—	—	0,5	∇ 20	—	4
1.077	1	—	—	0,05	∇ 20	—	—
1.078	0,8	—	—	0,05	2	—	1
1.079	4	—	—	1	∇ 20	—	3
1.098	0,5	—	—	0,001	∇ 20	1	0,8
1.100	1	—	—	0,001	∇ 20	1	1
1.143	0,5	—	—	10	∇ 20	0,05	4
1.144	—	—	—	5	∇ 20	0,05	—
1.145	—	—	—	5	∇ 20	0,05	—
1.146	—	—	—	10	∇ 20	—	—
1.147	0,005	—	—	10	∇ 20	—	—
1.148	0,005	—	—	10	∇ 20	—	5
1.149	0,005	—	—	10	∇ 20	—	5
1.150	0,5	—	—	10	∇ 20	—	5
1.151	0,01	—	—	10	∇ 20	—	5
1.152	0,01	—	—	1	∇ 20	—	5
1.153	0,01	—	—	∇ 20	∇ 20	—	5
1.154	0,01	—	—	1	∇ 20	—	5
1.155	0,01	—	—	5	∇ 20	—	5
1.156	0,01	—	—	10	∇ 20	—	—
1.157	—	—	—	5	∇ 20	—	—
1.158	—	—	—	10	∇ 20	—	—
1.159	—	—	—	10	∇ 20	—	—
1.160	0,005	—	—	10	∇ 20	—	—

Nº	Be	Bi	Ni	Sn	Tl	W	Zr
1.214	1	—	—	5	20	—	8
1.215	0.1	—	—	0.1	20	—	10
1.216	—	—	—	0.05	20	—	—
1.219	—	—	—	20	20	—	—
1.220	0.08	—	—	10	20	—	—
1.223	0.08	—	—	0.1	20	—	—
1.224	1	—	—	0.5	20	—	7
1.225	0.1	—	—	0.05	20	—	10
1.226	0.1	—	—	0.1	20	—	10
1.227	0.1	—	—	0.05	20	—	4
1.229	1	—	—	0.5	20	—	2
1.230	—	—	—	0.5	20	—	10
1.231	—	—	—	0.5	20	—	10
1.232	—	—	—	0.5	20	—	10
1.233	—	—	—	0.5	20	—	10
1.234	1	—	—	0.5	20	—	13
1.235	0.05	—	—	0.3	20	—	13
1.236	0.5	—	—	0.3	20	—	13
1.237	—	—	—	0.5	20	—	—
1.238	—	—	—	0.1	20	—	5
1.239	0.004	—	—	20	20	—	5
1.241	0.002	—	—	20	20	—	—
1.242	—	—	—	0.05	20	—	8
1.244	—	—	—	0.05	20	—	8
1.245	—	—	—	0.05	20	—	6
1.246	—	—	—	0.01	20	—	7
1.247	—	—	—	0.005	20	—	4
1.248	—	—	—	0.01	20	—	4
1.249	—	—	—	0.05	20	—	4
1.250	—	—	—	0.05	20	—	3
1.251	—	—	—	0.005	20	—	13
1.252	—	—	—	0.1	20	—	3
1.253	—	—	—	0.1	20	—	13
1.254	—	—	—	0.1	20	—	6
1.255	—	—	—	0.005	20	—	10
1.256	—	—	—	0.01	20	—	10
1.257	—	—	—	0.01	20	—	7
1.258	—	—	—	0.1	20	—	10
1.259	1	—	—	1	20	—	16
1.260	0.004	—	—	0.01	20	—	10
1.261	—	—	—	0.01	20	—	10
1.262	0.5	—	—	0.05	20	—	14
1.263	0.03	—	—	0.1	20	—	14
1.264	—	—	—	0.1	20	—	14
1.265	—	—	—	0.05	20	—	14
1.266	—	—	—	1	20	—	14
1.268	1	—	—	0.01	20	—	4

Nº	Be	Bi	Ni	Sn	Tl	W	Zr
1.161	0.1	—	—	1	20	—	12
1.164	0.05	—	—	20	20	—	2
1.166	0.3	—	—	5	20	—	4
1.167	0.2	—	—	20	20	—	5
1.168	0.2	—	—	0.01	20	—	7
1.169	0.1	—	—	20	20	—	9
1.170	0.1	—	—	0.5	20	—	9
1.173	—	—	—	0.5	20	—	4
1.174	—	—	—	20	20	—	—
1.175	—	—	—	5	20	—	4
1.176	—	—	—	10	20	—	2
1.177	0.1	—	—	20	20	—	10
1.178	0.1	—	—	1	20	—	10
1.179	0.2	—	—	1	20	—	10
1.180	0.2	—	—	1	20	—	10
1.181	0.1	—	—	1	20	—	13
1.182	0.1	—	—	5	20	—	13
1.183	0.1	—	—	5	20	—	13
1.184	—	—	—	10	20	—	—
1.185	—	—	—	20	20	—	5
1.186	0.004	—	—	5	20	—	5
1.187	0.005	—	—	5	20	—	—
1.188	0.1	—	—	5	20	—	8
1.189	—	—	—	5	20	—	8
1.190	—	—	—	5	20	—	6
1.191	0.005	—	—	5	20	—	7
1.192	—	—	—	5	20	—	7
1.193	—	—	—	5	20	—	4
1.194	0.05	—	—	10	20	—	4
1.195	—	—	—	5	20	—	3
1.196	—	—	—	5	20	—	13
1.197	—	—	—	4	20	—	3
1.199	0.05	—	—	1	20	—	13
1.200	—	—	—	20	20	—	6
1.201	1	—	—	10	20	—	10
1.202	0.5	—	—	20	20	—	10
1.203	0.3	—	—	5	20	—	7
1.204	—	—	—	5	20	—	10
1.205	0.3	—	—	0.5	20	—	16
1.206	—	—	—	0.5	20	—	10
1.207	—	—	—	0.5	20	—	10
1.208	—	—	—	1	20	—	14
1.209	0.2	—	—	1	20	—	14
1.210	0.2	—	—	0.5	20	—	14
1.211	—	—	—	0.5	20	—	14
1.212	—	—	—	0.5	20	—	14
1.213	0.05	—	—	5	20	—	14

N°	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
1.269	—	—	—	0.005	20	—	4
1.270	0.5	—	—	0.05	20	—	8
1.271	0.5	—	—	0.1	20	—	—
1.272	0.5	—	—	0.05	20	—	—
1.273	0.2	—	—	0.005	20	—	4
1.276	—	—	—	0.05	20	—	9
1.277	0.005	—	—	0.5	20	—	0
1.278	0.02	—	—	0.005	20	—	8
1.280	0.04	—	—	0.01	20	—	—
1.281	1	—	—	0.01	20	—	4
1.282	0.8	—	—	0.05	20	—	0
1.283	0.1	—	—	0.01	20	—	9
1.284	0.02	—	—	0.1	20	—	8
1.285	0.5	—	—	20	—	—	1
1.287	1	—	—	0.5	20	—	3
1.288	1.5	—	—	3	20	—	—
1.289	0.5	—	—	0.5	20	—	4
1.290	0.5	—	—	1	20	—	4
1.291	1	—	—	20	—	—	—
1.292	0.005	—	—	1	20	—	—
1.293	1	—	—	0.5	20	—	7
1.294	0.005	—	—	0.5	20	—	5
1.295	0.01	—	—	0.5	20	—	5
1.296	1	—	—	3	20	—	5
1.297	0.2	—	—	0.01	20	—	9
1.298	0.05	—	—	0.1	20	—	—
1.299	0.05	—	—	0.5	20	—	9
1.300	0.05	—	—	0.5	20	—	9
1.301	1	—	—	0.5	20	—	9
1.302	0.5	—	—	1	20	—	4
1.303	0.1	—	—	0.1	20	—	14
1.304	0.8	—	—	0.2	20	—	10
1.306	0.007	—	—	3	20	—	10
1.307	0.3	—	—	1	20	—	10
1.308	0.3	—	—	3	20	—	12
1.309	0.3	—	—	1	20	—	8
1.310	0.5	—	—	20	—	—	8
1.311	0.3	—	—	1	20	—	5
1.312	0.3	—	—	10	20	—	5
1.313	0.7	—	—	5	20	—	4
1.315	0.04	—	—	5	20	—	2
1.318	1	—	—	8	20	—	7
1.319	1	—	—	8	20	—	3
1.320	0.005	—	—	20	—	—	2
1.321	1	—	—	20	—	—	2
1.322	0.8	—	—	20	—	—	2
1.323	0.4	—	—	20	—	—	7

N°	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
1.324	0.3	—	—	—	20	—	7
1.327	0.3	—	—	—	20	—	12
1.328	0.3	—	—	—	20	—	12
1.329	0.8	—	—	—	15	—	—
1.331	0.01	—	—	—	20	—	5
1.332	1	—	—	—	20	—	9
1.333	0.02	—	—	—	20	—	0
1.334	0.05	—	—	—	20	—	8
1.335	0.05	—	—	—	20	—	—
1.336	0.1	—	—	—	10	—	8
1.337	0.5	—	—	—	10	—	8
1.338	0.05	—	—	—	10	—	8
1.339	0.5	—	—	—	10	—	8
1.340	0.1	—	—	—	20	—	5
1.341	0.1	—	—	—	20	—	5
1.342	0.5	—	—	—	20	—	5
1.343	0.5	—	—	—	20	—	5
1.344	0.5	—	—	—	20	—	5
1.345	0.5	—	—	—	20	—	5
1.346	0.1	—	—	—	20	—	5
1.347	0.5	—	—	—	20	—	5
1.348	0.5	—	—	—	20	—	5
1.349	0.5	—	—	—	20	—	5
1.350	0.5	—	—	—	20	—	5
1.351	0.005	—	—	—	20	—	5
1.352	0.05	—	—	—	20	—	5
1.353	0.01	—	—	—	20	—	5
1.354	0.1	—	—	—	20	—	5
1.355	0.1	—	—	—	10	—	5
1.356	1	—	—	—	1	—	8
1.357	0.2	—	—	—	20	—	4
1.358	0.005	—	—	—	20	—	4
1.360	0.1	—	—	—	20	—	5
1.362	0.1	—	—	—	20	—	5
1.363	0.1	—	—	—	20	—	5
1.364	0.2	—	—	—	20	—	5
1.365	0.1	—	—	—	20	—	5
1.366	0.1	—	—	—	20	—	5
1.367	0.5	—	—	—	20	—	9
1.368	0.5	—	—	—	20	—	9
1.369	0.5	—	—	—	20	—	9
1.370	0.5	—	—	—	20	—	9
1.371	0.5	—	—	—	20	—	9
1.372	0.5	—	—	—	20	—	9
1.373	0.1	—	—	—	20	—	9
1.374	0.8	—	—	—	20	—	9
1.375	0.8	—	—	—	20	—	4
1.376	0.1	—	—	—	20	—	14
1.377	0.5	—	—	—	20	—	10
1.378	0.005	—	—	—	20	—	10
1.379	0.003	—	—	—	20	—	10
1.380	0.005	—	—	—	20	—	12
1.381	0.05	—	—	—	20	—	8
1.382	0.2	—	—	—	20	—	8
1.383	0.01	—	—	—	20	—	5
1.385	0.05	—	—	—	10	—	5
1.386	0.5	—	—	—	20	—	4
1.388	0.7	—	—	—	20	—	2
1.389	0.4	—	—	—	20	—	2
1.390	0.2	—	—	—	20	—	3
1.391	0.5	—	—	—	20	—	2
1.392	0.005	—	—	—	20	—	2
1.393	0.004	—	—	—	20	—	2
1.394	0.6	—	—	—	20	—	7
0.001	—	—	—	—	—	—	—

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
1.399	0,6	—	—	5	20	0,5	7
1.402	0,6	—	—	10	20	0,5	5
1.404	0,6	—	—	20	20	0,5	6
1.406	0,05	—	—	10	20	—	4
1.409	0,005	—	—	0,5	20	—	1
1.415	0,3	—	—	20	20	—	3
1.416	0,5	—	—	20	20	—	3
1.419	0,4	—	—	10	20	8	3
1.424	0,5	—	—	5	20	—	2
1.425	0,08	—	—	5	20	—	2
1.426	0,3	0,02	—	10	20	—	5
1.427	0,7	—	—	20	20	1	1
1.433	0,4	—	—	2	3	—	—
1.434	0,5	—	—	4	20	—	—
1.435	0,8	—	—	4	3	—	—
1.437	1	—	—	4	20	—	6
1.438	0,8	—	—	0,1	20	—	4
1.440	0,8	—	—	4	20	—	3
1.442	2	—	—	0,1	20	—	8
1.443	1	—	—	0,5	20	—	3
1.444	0,5	—	—	3	20	—	10
1.445	1	—	—	3	20	—	8
1.448	—	—	—	0,5	20	—	6
1.449	1	—	—	0,5	20	—	3
1.450	0,02	—	—	0,1	20	—	4
1.451	0,7	—	—	5	20	—	6
1.452	0,7	—	—	5	20	—	3
1.463	0,04	—	—	5	20	—	4
1.465	0,5	—	—	5	20	—	5
1.466	0,5	—	—	10	20	—	6
1.471	1	—	—	10	20	—	6
1.472	1	—	—	10	20	—	4
1.473	0,005	—	—	10	20	5	4
1.474	1	—	—	10	20	0,5	5
1.475	0,01	—	—	20	20	5	5
1.476	0,3	—	—	20	20	5	—
1.477	0,01	—	—	20	20	10	—
1.479	0,01	—	—	20	20	7	2
1.480	0,04	—	—	20	20	8	3
1.481	0,1	—	—	20	20	7	4
1.482	0,02	—	—	20	20	10	—
1.483	0,008	—	—	20	20	10	—
1.493	0,7	—	—	0,1	20	—	6
1.494	1	—	—	0,5	20	—	6
1.495	1	—	—	0,5	20	—	6
1.496	1	—	—	0,5	20	—	4
1.497	1	—	—	0,5	20	—	5

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
1.498	1	—	—	1	20	—	5
1.499	1	—	—	0,5	20	—	7
1.500	0,5	—	—	0,1	20	—	5
1.501	0,5	—	—	0,1	20	—	5
1.502	1	—	—	0,1	20	—	5
1.503	1	—	—	0,1	20	—	3
1.504	0,2	—	—	0,1	20	—	5
1.505	0,2	—	—	0,1	20	—	6
1.506	1	—	—	0,05	20	—	6
1.507	1	—	—	0,05	20	—	5
1.508	1	—	—	0,05	20	—	5
1.509	1	—	—	0,05	20	—	3
1.514	0,05	—	—	20	20	5	2
1.517	—	—	—	20	20	—	—
1.522	0,3	—	—	20	20	—	2
1.523	—	—	—	3	20	—	4
1.524	—	—	—	10	20	—	3
1.525	0,02	—	—	3	20	—	2
1.526	—	—	—	1	20	—	4
1.528	0,007	—	—	0,5	20	—	4
1.530	0,06	—	—	0,05	20	—	5
1.535	0,1	—	—	0,05	20	—	5
1.536	0,01	—	—	0,05	20	—	7
1.537	0,05	—	—	0,01	20	—	4
1.542	0,5	—	—	0,05	20	—	5
1.544	0,5	—	—	0,1	20	—	6
1.545	0,0005	—	—	0,5	20	—	4
1.546	0,0095	—	—	0,05	20	—	4
1.547	0,0005	—	—	0,05	20	—	5
1.548	0,0005	—	—	0,05	20	—	6
1.549	0,001	—	—	0,05	30	—	7
1.550	0,0005	—	—	0,5	20	—	5
1.551	0,001	—	—	0,5	20	—	5
1.552	—	—	—	0,01	20	—	4
1.553	—	—	—	0,01	20	—	4
1.554	—	—	—	0,1	20	—	4
1.555	—	—	—	0,01	—	—	4
1.556	—	—	—	0,01	20	—	4
1.557	—	—	—	0,01	20	—	4
1.558	—	—	—	0,01	20	—	4
1.559	—	—	—	0,1	20	—	4
1.560	—	—	—	0,01	20	—	4
1.561	—	—	—	0,01	20	—	4
1.562	—	—	—	0,01	20	—	4
1.563	—	—	—	0,1	20	—	4
1.564	—	—	—	0,01	20	—	2
1.565	—	—	—	0,01	20	—	3

N.º	Be	Bi	Ni	Sn	Ti	W	Zr
1.566	—	—	—	0,05	≥ 20	—	4
1.567	—	—	—	0,005	≥ 20	—	1
1.568	—	—	—	0,005	≥ 20	—	4
1.569	0,007	—	—	1	≥ 20	—	6
1.570	0,1	—	—	0,5	≥ 20	—	5
1.571	—	—	—	0,5	≥ 20	—	5
1.572	0,8	—	—	0,01	≥ 20	—	3
1.573	—	—	—	0,05	≥ 20	—	5
1.574	0,1	—	—	0,05	≥ 20	—	5
1.575	0,05	—	—	0,05	≥ 20	—	5
1.612	—	0,1	0,001	0,005	20	—	—
1.613	—	—	0,001	0,005	5	—	—
1.614	—	—	0,005	0,005	1	—	—
1.619	5	—	—	0,5	≥ 20	—	8
1.647	—	0,2	—	0,005	10	—	—
1.647 bis	0,05	0,1	—	0,1	1	0,5	—
1.648	1,5	—	—	0,01	20	—	—
1.649	0,3	—	—	0,005	20	—	—
1.650	0,3	—	0,02	0,005	20	—	—
1.651	—	—	0,03	0,005	0,5	—	—
1.652	—	—	0,05	0,005	1	8	—
1.653	0,05	—	0,01	0,005	5	0,1	—
1.654	0,05	—	0,02	0,005	5	—	—
1.655	0,05	—	0,1	0,005	1	—	—
1.656	—	—	0,02	0,005	0,5	—	—
1.657	0,05	—	—	0,005	20	4	—
1.658	0,05	—	0,02	0,5	20	2	—
1.659	0,03	—	—	0,005	20	0,5	—
1.674	0,03	—	—	0,005	0,1	3	—
1.675	0,03	—	0,01	0,1	0,1	3	—
1.676	0,03	—	0,01	0,05	0,5	8	—
1.679	0,05	—	—	0,01	1	4	—
1.681	0,01	—	—	≥ 20	≥ 20	0,5	4
1.682	0,1	—	—	≥ 20	≥ 20	—	5
1.683	0,4	—	—	≥ 20	≥ 20	—	3
1.684	0,1	—	—	≥ 20	≥ 20	3	3
1.690	0,01	—	—	—	—	10	1

concentraciones superiores al 0,001 por 100. El bismuto se ha detectado por zonas, del pocillo 454 al 464, del 800 al 902 y algunas sueltas, por ello se llega a la conclusión de que su concentración máxima corresponde a los né-

ses de frano grueso del complejo antiguo. El níquel toma interés en las muestras 1.612 a 14, que son de unos filones de pirita aurífera al NO. de Villar; las 1.650 a 58, situadas precisamente en el contacto de dos manchas de esquistos biotíticos con el granito de dos micas, una al Norte de Tages y la otra al Noroeste de Ventín, y las 1.674 a 76 al N. del nacimiento de arroyo Artesiño en el contacto de otro enclave de esquistos con el granito glandular.

CUADRO II

Valoración de oro en g/Tm

N.º	g/Tm.	N.º	g/Tm.	N.º	g/Tm.
1.198	9,725	1.350	13	1.535	22
1.198 bis	50	1.517	6	1.536	41
1.243	75	1.522	8	1.537	37
1.292	18	1.523	97	1.542	65
1.339	12	1.524	18	1.544	7
1.340	25	1.525	45	1.559	38
1.344	9	1.526	33	1.569	163
1.346	26	1.528	9	1.571	139
1.348	45	1.530	12	1.613	3

Referente a los elementos restantes que figuran en el cuadro de valoraciones, salvo el titanio, se presentan también en el complejo de antiguo, en el cual están prácticamente situadas todas las concesiones mineras de esta zona.

Damos también en el cuadro III la suma de pentaóxidos de niobio y tántalo, expresado en g/Kg., y el peso en gramos de la fracción densa procedente de un kilogramo, figurando únicamente las muestras con contenidos mínimos de ambos pentaóxidos de 0,001 g/Kg.

Los resultados de los análisis se pueden resumir en

CUADRO III

Concentrados de niobio y tantalio

N.º	g/Kg. concentrados	g/Kg. pentaóxidos	N.º	g/Kg. concentrados	g/Kg. pentaóxidos
301	11,28	0,010	338	30,55	0,092
302	19,29	0,010	400	15,02	0,001
313	13,42	0,001	401	6,66	0,001
333	16,92	0,010	402	16,88	0,017
348	0,60	0,001	403	19,49	0,039
351	1,53	0,001	404	5,10	0,011
352	4,24	0,001	405	9,88	0,030
353	45,41	0,020	406	32,25	0,097
355	1,49	0,001	415	3,20	0,020
356	0,86	0,001	429	1,34	0,012
357	2,22	0,001	430	0,88	0,016
360	1,03	0,005	431	0,40	0,010
361	2,16	0,022	432	1,24	0,012
363	6,01	0,073	433	0,39	0,010
364	1,22	0,087	437	2,80	0,026
366	2,61	0,015	438	2,49	0,019
367	0,93	0,001	439	1,05	0,082
369	6,81	0,032	440	1,96	0,035
371	1,9	0,014	441	3,25	0,034
372	0,52	0,003	442	1,63	0,026
373	1,87	0,019	445	0,55	0,022
378	1,53	0,013	446	0,56	0,075
379	1,25	0,012	447	0,39	0,012
380	1,96	0,018	448	2,53	0,023
381	1,56	0,023	449	1,54	0,021
386	1,26	0,016	450	2,51	0,012
387	1,60	0,001	451	0,84	0,018
388	1,39	0,041	452	1,57	0,024
389	0,61	0,032	454	0,31	0,012
390	0,80	0,142	456	0,82	0,014
391	1,50	0,341	458	0,69	0,016
394	2,42	0,068	460	2,53	0,028
395	17,46	0,010	461	3,00	0,023
396	10,33	0,010	462	1,04	0,045
397	31,76	0,112	464	1,31	0,114

N.º	g/Kg. concentrados	g/Kg. pentaóxidos	N.º	g/Kg. concentrados	g/Kg. pentaóxidos
465	1,88	0,016	542	2,24	0,031
467	1,41	0,032	543	1,86	0,034
469	1,07	0,031	544	31,72	0,806
471	1,32	0,013	546	8,39	0,234
472	1,52	0,032	547	0,41	0,009
474	13,68	0,046	548	0,22	0,007
475	1,78	0,024	551	0,29	0,008
480	7,16	0,072	552	0,69	0,041
481	1,57	0,071	553	0,32	0,010
486	0,98	0,013	556	0,65	0,011
488	0,07	0,002	557	0,35	0,032
489	0,27	0,014	558	1,75	0,009
490	0,23	0,026	559	0,95	0,032
491	1,62	0,031	564	0,59	0,041
492	1,27	0,012	565	1,56	0,033
495	2,41	0,043	566	0,67	0,022
499	1,31	0,022	569	0,94	0,217
501	0,71	0,001	573	1,00	0,008
502	0,47	0,011	574	0,58	0,031
505	0,66	0,042	576	0,91	0,009
506	0,62	0,041	579	0,59	0,012
507	0,74	0,073	580	0,68	0,041
509	1,94	0,032	581	0,43	0,006
512	1,92	0,034	583	0,34	0,032
516	1,12	0,010	584	1,44	0,011
517	1,11	0,009	585	0,55	0,012
525	1,25	0,031	587	0,37	0,009
526	1,42	0,032	588	0,40	0,021
528	3,04	0,064	603	1,28	0,008
530	1,43	0,046	604	0,78	0,021
532	1,35	0,021	622	0,43	0,009
533	2,25	0,032	624	0,24	0,010
534	1,47	0,008	644	1,02	0,011
535	1,81	0,009	645	1,69	0,001
536	1,94	0,021	647	0,59	0,001
537	0,84	0,022	648	1,00	0,008
538	3,49	0,073	649	1,88	0,039
539	2,02	0,041	650	0,93	0,001
540	3,05	0,172	679	0,38	0,004
541	1,24	0,013	698	0,78	0,015

N.º	g/Kg. concen- trados	g/Kg. pentaóxidos	N.º	g/Kg. concen- trados	g/Kg. pentaóxidos
699	0,76	0,032	941	0,89	0,011
700	0,78	0,045	943	1,01	0,009
701	0,71	0,026	947	1,75	0,016
702	0,31	0,012	951	1,61	0,023
703	1,00	0,078	955	1,37	0,014
704	0,55	0,013	905	1,89	0,021
705	1,16	0,053	1,014	1,58	0,011
706	1,15	0,051	1,008	3,89	0,019
707	1,06	0,027	1,177	2,12	0,011
708	1,50	0,050	1,201	1,09	0,011
770	0,84	0,028	1,202	2,06	0,002
773	0,25	0,023	1,203	2,47	0,015
775	1,22	0,001	1,214	1,99	0,010
778	1,25	0,002	1,219	2,58	0,008
787	0,27	0,011	1,334	1,59	0,022
793	0,85	0,008	1,335	1,25	0,009
794	0,73	0,005	1,338	3,07	0,004
795	1,69	0,063	1,378	2,81	0,014
798	2,36	0,085	1,415	1,71	0,016
846	1,01	0,019	1,425	1,47	0,012
847	0,69	0,021	1,426	0,69	0,007
848	0,84	0,025	1,427	1,52	0,018
849	0,63	0,006	1,451	1,69	0,018
850	0,98	0,016	1,475	3,01	0,017
853	0,86	0,010	1,477	1,72	0,012
855	1,69	0,027	1,479	4,31	0,031
856	1,83	0,028	1,480	1,63	0,001
857	3,26	0,050	1,481	3,05	0,001
858	1,64	0,021	1,514	1,92	0,038
862	2,07	0,008	1,517	0,31	0,002
885	2,57	0,008	1,522	0,35	0,033
886	4,32	0,017	1,524	0,84	0,035
890	3,76	0,001	1,525	1,42	0,013
899	2,52	0,005	1,526	0,95	0,017
900	4,55	0,005	1,528	0,26	0,012
901	2,61	0,002	1,556	0,36	0,001
911	1,23	0,022	1,597	4,07	0,002
940	2,07	0,004			

el cuadro IV, para el que se ha considerado la zona a reconocer como dividida en cuatro subzonas denominadas de: Noya, Outes, Esteiro y Muros, dándose como resultados positivos los correspondientes a muestras con más de 0.001 g/Kg. de la suma de ambos pentaóxidos.

CUADRO IV

Resultado de las investigaciones de cada subzona

Subzona	Negativos		Positivos	
	Aluviones	Filones	Aluviones	Filones
Noya.....	115	502	19	134
Outes.....	241	230	30	13
Esteiro.....	30	18	10	—
Muros.....	110	37	13	1
TOTALES...	561	847	72	148

LA RELACIÓN ATÓMICA NIOBIO-TÁNTALO

En nuestro trabajo sobre la zona de Boiro dábamos una técnica espectroquímica original de uno de nosotros, para efectuar la valoración de la relación atómica niobio, tántalo, que tiene gran importancia para los estudios geoquímicos, determinando en 1955 un valor medio para 82 muestras de aquella zona de 14.7.

En las muestras de la zona de Noya, de que disponíamos de cantidad suficiente de concentrado de pentaóxidos de ambos metales, que eran 83, se efectuaron las valoraciones de la mencionada relación atómica, fi-

gurando sus cifras en el cuadro V. De la consideración de este cuadro se ve que 11 muestras dieron como re-

CUADRO V
Relación atómica Nb/Ta

N.º	Relación atómica	N.º	Relación atómica	N.º	Relación atómica
440	9,7	552	15,4	885	10,3
442	9,7	557	18,3	899	9,5
451	11,4	564	14,1	941	8,6
462	10,1	565	8,6	943	8,6
464	19,1	572	8,6	951	8,6
467	12,5	585	9,0	1.023	10,3
469	11,2	579	9,0	1.078	11,9
481	9,0	588	11,5	1.177	9,9
489	9,0	603	9,5	1.214	9,0
490	9,5	604	9,9	1.294	9,5
491	9,5	644	9,2	1.295	9,2
502	11,7	700	20,9	1.334	8,6
505	11,0	702	9,5	1.378	11,2
506	13,6	764	26,4	1.415	9,9
507	9,2	765	18,5	1.514	9,5
509	10,1	766	14,3	1.525	8,6
512	10,1	768	14,7	1.526	10,6
517	11,2	770	15,8	1.567	10,3
525	14,1	773	15,8	1.619	13,2
526	15,0	787	11,2	1.681	13,2
528	24,2	795	9,0	1.682	9,9
533	8,6	796	9,5	1.683	10,6
535	9,0	846	10,3	1.690	12,5
537	11,4	848	9,2		
538	10,6	850	8,6		
539	18,5	853	10,3	Promedio.	11,6
540	13,6	854	11,0		
541	11,2	855	9,9		
545	17,7	856	11,7		
546	8,6	862	8,6		

lación 8,6, valor mínimo encontrado, y que otras 11 dieron valores superiores al 15, con lo cual se compensan aproximadamente unas con otras. La cifra media de las 83 muestras es de 11,6, un poco inferior a la deducida para Boiro, a pesar de ser la parte Norte del mismo complejo antiguo.

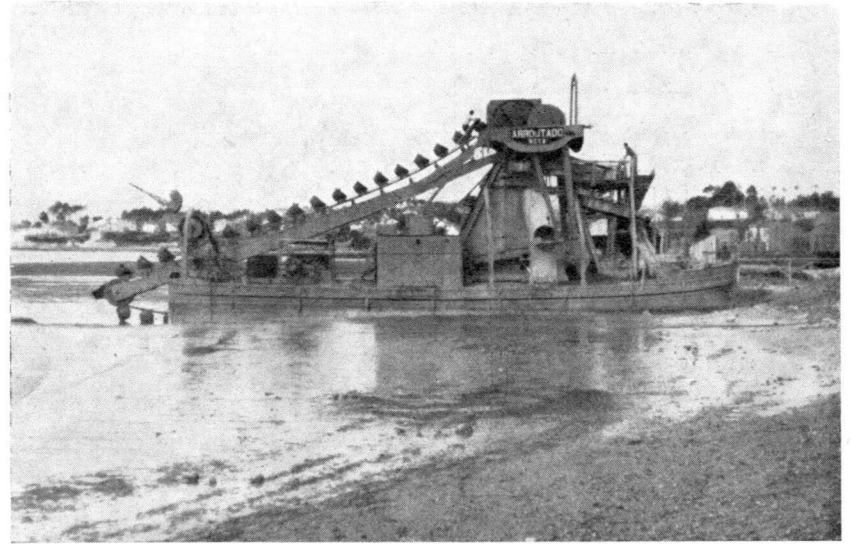
Este resultado confirma nuestras afirmaciones de 1956, de que se aprecia una tendencia a la admisión de valores superiores al 10 para la relación atómica Nb/Ta, considerándose hoy fuera de actualidad aquellas cifras del orden de 3 que dieron algunos investigadores a principios del actual decenio.

Si admitimos como buena para la mitad Sur del complejo antiguo de la provincia de La Coruña, el promedio de ambas cifras lo dejamos fijado en 13,2, algo inferior a la cifra establecida con carácter general por Suess y Urey en 1956 de 15,4.

Recibido 5-V-1958.

BIBLIOGRAFÍA

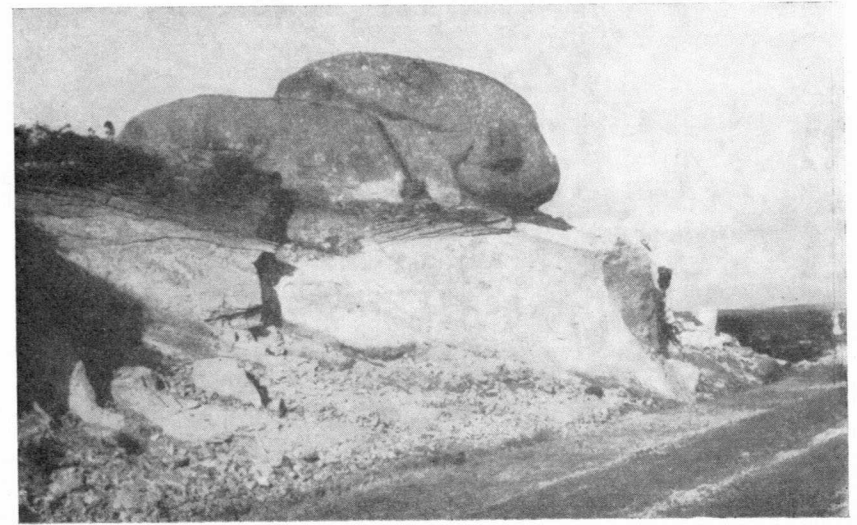
- A. COMBA y J. M. LÓPEZ DE AZCONA: *Investigación de niobio y tántalo en la segunda zona reservada de la provincia de La Coruña*, «Notas y Com. del Inst. Geol. y Min», 43- 135 a 162, 1956.
H. E. SUESS y H. C. UREY: *Abundances of the elements*, «Rev. of Mod. Pys», 28- 53 a 74, 1956



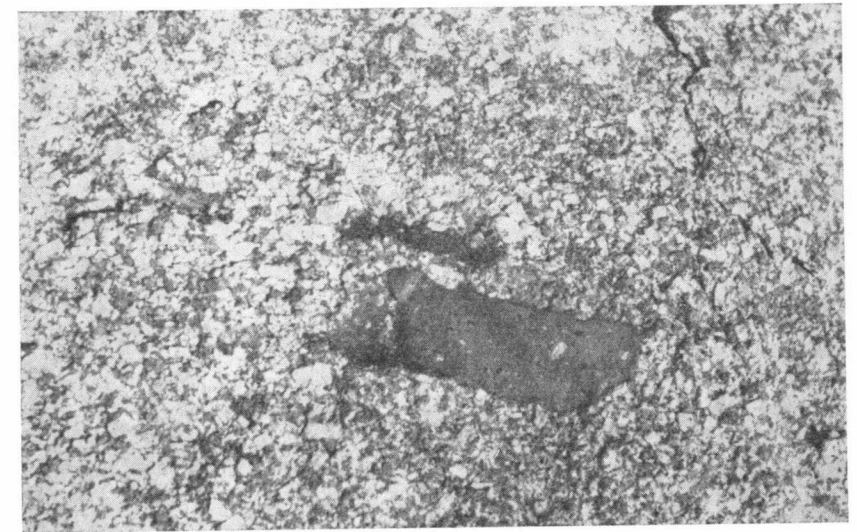
Explotación de aluviones en la Ría de Noya, frente a Boiro.



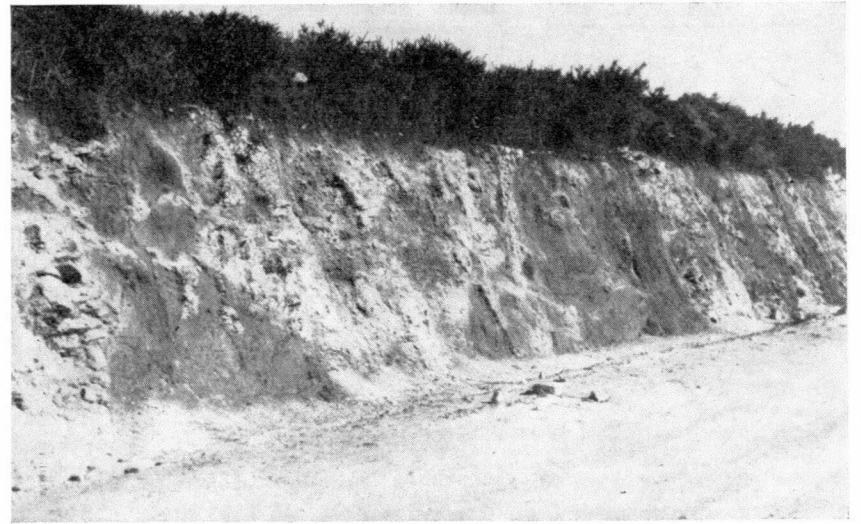
Dique de cuarzo 1,5 Km. al Este de Carnota.



Granito de la carretera en construcción de Val hacia Muros.



Granito de la carretera en construcción de Val hacia Muros.



Corte en el Km. 90,200. Carretera La Coruña-Val-Muros. Diques básicos en neises.



Fuente Carracido-Formigueiro de Arriba.

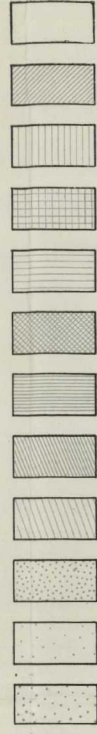


CUATERNARIO

COMPLEJO DE LAGE

COMPLEJO ANTIGUO

- Granito de biotita
- Diorita biotítica
- Granito de dos micas porfídico
- Granito de dos micas equigranular
- Granito gneísico de dos micas
- Granito gneísico glandular
- Esquistos migmatíticos
- Esquistos biotíticos
- Gneises grano grueso
- Gneises grano fino
- Esquistos biotíticos



Dirección del diaclasado según las fotos aéreas →

ESCALA 1:50.000



Sobre un equínido fósil de Melilla

POR

RAFAEL CANDEL VILA

Doctor en Ciencias

SOBRE UN EQUINIDO FOSIL DE MELILLA

En un artículo publicado recientemente por el Ingeniero De la Concha, acerca de yacimientos fosilíferos de la zona de soberanía española de Melilla (1), veo citado y representado un equinido fósil, hallado en el yacimiento núm. 3 de los descritos en dicho trabajo. Se trata de un molde interno que se califica de *Coclopleurus?* y que se atribuye al Mioceno-Plioceno, juntamente con el *Amussium cristatum* Bronn, del mismo yacimiento.

Las tres fotografías que se publican de dicho fósil en el trabajo que comentamos, me dan la impresión de que se trata de la misma especie que yo había encontrado hace años en diversas localidades del Neógeno marino de la Península de Tres Forcas (2), tales como la Zauía de Abdolkader el Yilali (Muley Bagdad), la playa de Zamarsât, próxima a ella, así como en el Peñón de Melilla, junto a la Cueva de los Frailes. La edad de todos estos yacimientos, después de estudiar los fósiles hallados, puede atribuirse al Plasenciense. Del equinido en cuestión, que se presenta siempre al estado de moldes, remití varios ejemplares para su clasificación al conocido especialista de París, Mr. Jules Lambert, el cual los atribuyó al *Psammechinus miliaris* Klein (3), aunque su determinación, fatalmente, quedaba algo in-

cierta. Este ilustre paleontólogo francés dice que «en todo caso, por su aspecto general, estos ejemplares recuerdan bastante exactamente la forma de la especie actual, tan abundante en las costas oceánicas de Francia. El más pequeño de los moldes remitidos, subpentagonal, presenta la disposición que se observa a veces en individuos de Bretaña. De ser la determinación exacta —agrega el señor Lambert—, resultaría que esta especie atlántica habría avanzado hasta Melilla en el Mediterráneo pliocénico. Estos moldes, en efecto, a causa de la naturaleza de su ganga, parece que deban ser atribuidos al Plioceno».

Finalmente, Mr. Lambert asegura que el *Psammechinus Mustapha* de Peron y Gauthier, procedente del Plioceno argelino, es más deprimido y tiene su peristoma menos desarrollado. Por el contrario, el *Psammechinus dubius* Agassiz, del Helveciense, está más elevado ordinariamente, y en el *Psammechinus microtuberculatus* de Blainville, el peristoma es sensiblemente más estrecho.

Recibido el 5-V-1958.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) S. DE LA CONCHA: *Yacimientos fosilíferos de la zona de soberanía de Melilla*, NOTAS Y COMUNICACIONES, núm. 48, 1957, págs. 31-35.
- (2) R. CANDEL VILA: *Notas sobre el Neógeno de la Península de Tres Forcas*, «Boletín de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XXX, 1930, págs. 34-36.
- (3) J. LAMBERT: *Étude sur les Échinides fossiles du Nord de l'Afrique*, «Mémoires de la Soc. Géol. de France», nouv. série, núm. 16, 1931, págs 43-44.

Nuevo Cistideo del Ordoviciense de los Montes de Toledo

POR

BERMUDO MELENDEZ

BERMUDO MELENDEZ

NUEVO CISTIDEO DEL ORDOVICIENSE DE LOS MONTES DE TOLEDO

El ejemplar único, motivo de la presente comunicación, procede de un yacimiento ya conocido desde antiguo, en el término de Ventas con Peña Aguilera (Toledo), situado casi en el límite de la provincia con Ciudad Real. El ejemplar fué hallado por don Angel Macías Rodríguez, vecino del citado pueblo, quien lo entregó para su estudio a mi querido compañero y amigo el doctor Leo IMPERATORI, que posteriormente me lo entregó, conociendo el interés que tengo en el estudio de estos fósiles.

Actualmente, el ejemplar en cuestión se encuentra en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.

* * *

Respecto a la edad geológica del yacimiento, no puede haber ninguna duda, toda vez que se encontró asociado a una rica fauna de Trilobites y Moluscos, entre los que, como especies más características, hemos encontrado:

Calymene tristani Brong.
Asaphus nobilis Barr.
Ilacnus hispanicus Vern.
Placoparia tourneminei Rou.
Sanguinolites pellicoi Vern.
Redonia duvaliana Rou.
Redonia deshayesiana Rou.
Leda bohémica Barr.
Protozarthia hispanica Born
Orthis ribeiroi Sharpe.

Esta fauna es la misma descrita por Axel BORN del Ordoviciense de Almadén, y corresponde al denominado por él «Tramo de *Calymene tristani*», es decir, al Llandeilo.

DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLAR

El Cistideo objeto del presente estudio (lámina I) se ha conservado como un molde interno del cáliz, de forma cónica, infundibuliforme, ensanchado por la parte superior, sin que pueda apreciarse cómo se cerraría por la cara oral, ya que el fósil está incompleto.

Su superficie aparece recubierta por líneas en relieve, que originan contornos poligonales irregulares, correspondientes a las placas del cáliz que faltan, y cuya cara interna debería presentar innumerables poros, que ahora aparecen en relieve sobre el molde interno.

La superficie interna de las placas, aparte de presentar estos poros, debía ser plana, sin relieves ni depresiones, y su contorno, poligonal, muy irregular, alternando placas relativamente grandes con otras pequeñas.

Todos estos caracteres, especialmente la forma có-

nica alargada, sin tallo definido y el elevado número de placas, coinciden con los del género *Calix*, creado por Marie ROUAULT en 1851, para organismos de significación dudosa, que aproximaba a los espongiarios, por pensar que la parte interna estaría hueca, como la cavidad atrial de una esponja, aunque en realidad se trata de Cistideos, cuyo cáliz está formado por placas poligonales, como es normal en los Equinodermos, debiéndose su falsa apariencia ciatiforme a la falta de la parte superior u oral del cáliz.

Género CALIX Rouault, 1851

Cistideo Hidrofórico, de la familia *Aristocystidae*, de cáliz cilíndrico-cónico o ciatiforme, sin pedúnculo, formado por innumerables placas poligonales, irregulares, que frecuentemente presentan un tubérculo central prominente, rodeado de granulaciones, existiendo, además, gran cantidad de poros esparcidos en el resto de la superficie de la placa. En el molde interno del cáliz aparecen innumerables espinitas y pequeños tubérculos, correspondientes a los poros internos de las placas. Placas gruesas, atravesadas por numerosos canales sencillos o bifurcados. Abertura bucal en forma de ranura transversa, en cuyos vértices existen dos facetas para la articulación de braquiolas. Abertura anal recubierta por una válvula piramidal.

Es género característico del Ordoviciense, cuyas especies son las de mayor tamaño entre todos los Cistideos, pudiendo alcanzar hasta 30 centímetros de altura el cáliz.

* * *

En nuestro caso, como en el ejemplar estudiado no se ha conservado la cara oral del Cistideo, para la identificación genérica hemos de limitarnos a los caracteres de la estructura general del cáliz, pero éstos son suficientes para que la determinación no ofrezca dudas.

Calix inornatus nov. sp.

Cáliz infundibuliforme, cilindro-cónico en la base, ampliamente abierto en forma de copa hacia arriba; cara oral desconocida.

Superficie del cáliz recubierta por innumerables placas poligonales muy irregulares e irregularmente dispuestas, en forma de mosaico, cuyos contornos se marcan en relieve sobre el molde interno del cáliz (lámina I, fig. 1).

Cara interna de las placas, lisa, plana, con innumerables poros muy finos, que en el molde interno originan pequeños tubérculos y espinitas en relieve. Superficie externa de las placas, desconocida.

Localidad del hallazgo: Montes de Toledo, 12 kilómetros al Sur del pueblo de Las Ventas con Peña Aguilera (provincia de Toledo, casi en el límite con la de Ciudad Real), en un barranco sub-afluente del río Bullaque, al Oeste de la carretera de Ciudad Real.

Nivel estratigráfico: Llandeilo (Ordoviciense).

Holotipo: Ejemplar único, que se conserva en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, reproducido en la lámina I, figura 1.

El nombre específico propuesto alude a la falta de ornamentación de la cara interna de las placas, que debía de ser plana.

RELACIONES Y DIFERENCIAS

Nuestra especie se diferencia netamente de las demás del género *Calix* por su forma especial de copa ampliamente abierta en la parte superior del cáliz, y por la superficie plana interna de las placas.

En el Ordoviciense español, precisamente en el mismo nivel estratigráfico (Llandeilo), y en los Montes de Toledo, se ha encontrado otro Cistideo, que debe de corresponder al mismo género *Calix* (lámina I, fig. 2), pero que presenta con el nuestro claras diferencias.

Se citó por primera vez como «Espongiario» en la Memoria Geológica de la Hoja de Mestanza, del Mapa Geológico a escala 1:50.000, y allí aparece figurado en la lámina XV. El ejemplar en cuestión forma parte de las colecciones del Instituto Geológico y Minero de España, donde aparece clasificado como *Corythe rouaulti* Samp.

Aparte de que el género *Corythe* de Marie ROUAULT debe ser eliminado, porque bajo este nombre agrupó organismos que suponía huecos, como las esponjas, pertenecientes a géneros muy diversos, y que, por lo tanto, el ejemplar debe asignarse al género *Calix* Rou., esta especie presenta claras diferencias con el Cistideo que ahora presentamos, no sólo por su forma, sino muy especialmente por la serie de tubérculos distribuidos en series flexuosas, que faltan en el nuestro.

Posibles relaciones podrían también existir entre nuestra especie y el famoso *Echinospaerites murchisoni* Barr., que debe en realidad incluirse en el género *Calix*

Rouault, por la configuración general del cáliz y por los poros dispersos de sus placas (1), pero se diferencia netamente de él por su forma y por la regularidad de las placas que recubren el cáliz de *Calix purchisoni* (Barr.) (lámina I, fig. 3).

Recibido el 14-V-1958.

BIBLIOGRAFÍA

- BORN, A.: *El tramo de Calymene tristani en Almadén (Ordoviciense medio. Su fauna, división y extensión)*. «Publ. Extranj. Geol. de España», tomo VII, núm. 3, Madrid, 1953.
- HERNÁNDEZ-SAMPELAYO, P.: *El sistema Siluriano*. «Expl. Nvo. Mapa. Geol. de España», tomo II, Madrid, 1942.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Memoria explicativa de la Hoja de Mestanza (núm. 836) del Mapa Geológico a escala 1:50.000*. Inst. Geol. y Min. de España, Madrid, 1929.
- MALLADA, L.: *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*. «Com. Mapa Geol. de España», tomo I, Madrid, 1878.
- MELÉNDEZ, B.: *Cistideos de España*. «Las Ciencias», tomo XI, Madrid, 1946.
- — *Sobre un notable Cistideo del Silúrico español: Echinospaerites purchisoni Vern. y Barr.* «Libro Jubilar Inst. Geol. y Min. de España», tomo II, Madrid, 1951.
- PIVETEAU, J.: *Traité de Paléontologie*, tomo III, *Cystidés*, par L. Cuénot. Ed. Masson, París, 1953.
- ROUAULT, M.: *Oeuvres posthumes de...*, par P. Lebesconte. París, 1883.

(1) En el *Libro Jubilar* (1949), del Instituto Geológico y Minero de España, publicamos una nota en la que razonábamos por qué la especie de Barrande no puede incluirse en el género *Echinospaerites*, asignándola entonces al género *Aristocystites* Barr. Considerada ahora nuevamente la cuestión de su atribución genérica, nos decidimos por el género *Calix* Rou., de la misma familia *Aristocystidae*, como más acorde con la forma de esta especie.

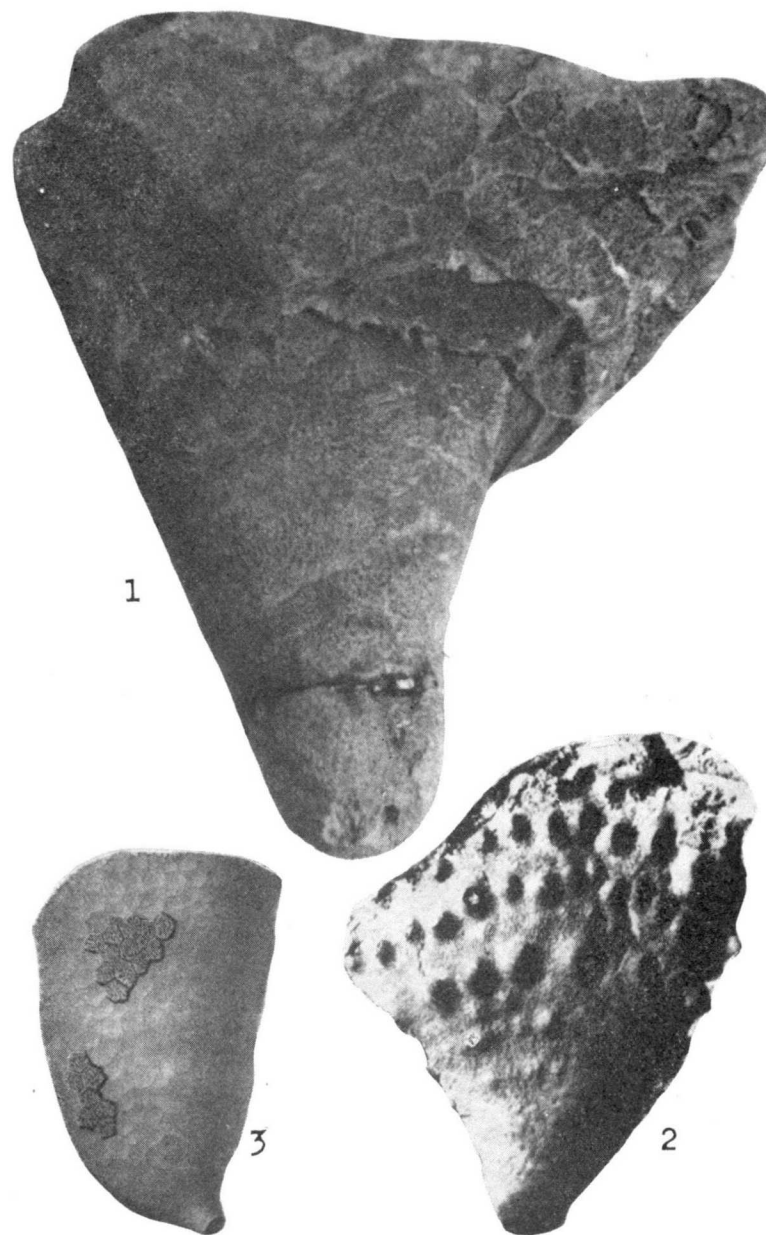


Fig. 1 — *Calix inornatus* nov. sp. Llandeilo de Ventas con Peña Aguilera (Toledo). Holotipo. (Museo Nac. de Ciencias Naturales) (× 2).

Fig. 2.— *Calix rouaulti* (Samp.). Ordoviciense de Cabrera del Río (C. Real). Holotipo (Museo del Instituto Geológico y Minero de España) (Tam. nat.).

Fig. 3.— *Calix purchisoni* (Vern. y Barr.). Ordoviciense de Solana del Romeral (C. Real). Holotipo (× 0,7).

Datos geotectónicos de la Extremadura Central

POR

FRANCISCO HERNANDEZ-PACHECO

FRANCISCO HERNANDEZ-PACHECO

DATOS GEOTECTONICOS DE LA EXTREMADURA CENTRAL

Característica general.

En la Extremadura Central destaca con acusada personalidad fisiográfica y geológica, la amplia depresión erosivo-tectónica que constituye la dilatada llanura por la que discurre el Guadiana, o sea las Vegas Altas y Bajas del citado río (lám. 1, fig. 1).

Tal amplia zona, ni geológica ni tectónicamente es de gran complejidad, pero sí ofrece en su conjunto cierta variedad, tanto en lo que respecta al Paleozoico inferior, en relación muy directa con amplios bloques graníticos, dioríticos y gábricos, como con la formación terciaria que, pese a no estar en sus distintos niveles bien datada, por falta de restos paleontológicos, sí presenta suficiente variedad litológica para deducir que en tal conjunto quedan representados horizontes diversos que comprenden desde un Oligoceno, quizá medio, a la formación de rañas, representativa del Plioceno superior, siendo, sin duda, el conjunto mioceno vindoboniense el mejor representado. De todos modos, este Terciario de facies continental es, en general, de gran monotonía y cubre indistintamente a la formación paleozoica y al conjunto de rocas eruptivas granudas (lám. 1, fig. 2).

Tectónicamente el país se caracteriza por el dominio de la orogenia hercínica. Quizá pueda en determinados parajes apreciarse una cierta influencia de fenómenos epigénicos de edad caledónica, que no alcanzan nunca a dar origen a verdadera fase orogénica, pero que sí determina discordancia angular más o menos marcada entre el Silúrico inferior y los restos, nunca extensos, del Devónico de base, aquí representados fundamentalmente por pizarras y cuarcitas aquél, y éste por calizas y pizarrillas fácilmente disgregables del Gedinense (lám. III, fig. 1).

La estructura hercínica, así como los leves fenómenos de discordancia provocados por los movimientos caledónicos, dan origen a una estructura arrasada hasta sus más profundas raíces, no destacando en la superficie del terreno, representativa de una penillanura más o menos rejuvenecida, sino las serratas cuarcitosas o los núcleos calizos cámbricos o devónicos que subordinan sus alineaciones a los plegamientos hercínicos que corren en estos parajes monótona y claramente de NW. a SE., con las naturales y pequeñas variaciones locales impuestas, a veces, muy marcadamente por la influencia de los grandes batolíticos eruptivos (lám. II, figs. 1 y 2).

Hay que indicar que entre el Cámbrico superior y el Silúrico de base, o sea, entre el pizarral postdamiense y el conjunto cuarcito pizarroso ordovicicense, no existen discordancias patentes, salvo leves discontinuidades por erosión.

En realidad y en estas zonas, el Cámbrico es seguido por el Silúrico, y ambos forman una misma entidad geológico-estratigráfica. Acaso el conjunto ordovicicense por su aspecto y litología, pudiera tener, a veces, cierta per-

sonalidad, pero dentro del potente conjunto del Paleozoico inferior.

En amplias zonas, toda esta arquitectura geológica tan antigua, así como la cobertera terciaria, relativamente reciente, están cubiertas por un Cuaternario extenso, pero eminentemente superficial, que en muchos espacios y ampliamente, no permite relacionar con gran detalle los accidentes que muestra la estructura hercínica que son monótonos en su conjunto, pero de gran complicación cuando se los examina con detenimiento (figs. 1 a 3).

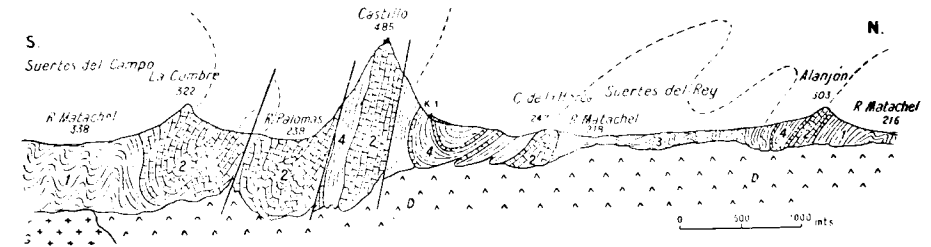


Fig. 1. —Corte geológico de las Sierras de Alange, en los límites meridionales de las Vegas Altas, mostrando su compleja estructura geotectónica: *d*, dioritas; *g*, granitos; 1, pizarras cámbricas postdamienses; 2, cuarcitas silúricas ordovicenses; 3, pizarras silúricas ordovicenses; 4, complejo devónico gedinense.

El complejo litológico es muy pobre en restos fósiles. En el Cámbrico sólo se han reconocido secciones y restos de Archeociátidos en las calizas acadienses, en el Silúrico crucianas y algunas otras pistas en las cuarcitas de base ordovicenses, y en el Devónico, algún tallo de crinoides en los niveles calizos, pero tales restos unidos a los caracteres litológicos, son suficientes para diferenciar y datar este complejo del Paleozoico inferior en sus diferentes conjuntos.

Fisiográficamente, toda esta amplia comarca da origen a una penillanura levemente rejuvenecida, en la que destacan relieves residuales, en este caso representados casi siempre por alineaciones de cuarcitas o por masas calizas del Cámbrico o del Devónico, que dan origen a relieves más o menos insulares (lám. II, fig. 1).

El Paleozoico inferior.

La comarca de la que nos ocupamos, así como las zonas marginales próximas a ella, queda situada en amplia depresión erosivo-tectónica muy somera y amplia, que se ha constituido sobre el Paleozoico inferior y en zonas más restringidas, sobre materiales eruptivos granudos. Los terrenos o formaciones que se reconocen en estas amplias Vegas son, como se ha dicho, el Cámbrico, el Silúrico y el Devónico, dominando en general el Silúrico, representado por sus zonas inferiores cuarcito-pizarrosas del Ordoviciense. El Cámbrico es también relativamente extenso, quedando formado por calizas acadienses y potente y monótono pizarral potsdamiense. El Devónico es mucho más restringido; da sólo origen a manchones formados por pizarras muy deleznales o por calizas difíciles de diferenciar de las cámbricas, representando a un Devónico inferior en especial gediniense (láminas II y III).

Es típico el Silúrico en las serratas que a manera de relieves insulares destacan con acusados desniveles, sobre el llano de las Vegas, tales como la Sierra de Yebes, cerros de Medellín, Sierra de San Serván, cerrillos de San Gregorio, cerca del Montijo, etc. Menos extenso y típico es el pizarral Cámbrico. Entre su pizarral se intercalan grandes masas de calizas de tipo marmóreo, como

sucede en el cerro de Carija, al W-NW. de Mérida y hacia la Garrovilla, Torremayor, El Montijo, y especialmente hacia Badajoz, donde dan origen a los destacados relieves al N. del río, de San Cristóbal (lám. II, fig. 2).

El Devónico se presenta en manchas restringidas y sus calizas de características muy semejantes a las cámbricas, son difíciles de diferenciar. Dentro de Las Vegas parece que existen calerizos devónicos hacia Torremayor (1), masas que van acompañadas de pizarras sueltas, pardas, arcillosas, de aspecto peculiar y típico, y también por calizas cámbricas.

Domina de todos modos en este Paleozoico, el piza-



Fig. 2.—Corte geológico a través de las Vegas Altas del Guadiana al Norte de la Sierra de Yebes, mostrando sobre el conjunto eruptivo granítico-diorítico, al Silúrico inferior ordoviciense plegado por la orogenia hercínica y recubierto por la formación terciaria horizontal mioceno-pliocena.

rral, siendo accidentes, pero muy notorios, las cuarcitas y las calizas que destacan en acusado relieve por su dureza.

Los materiales cámbricos están, en general, muy metamorfizados. No lo están tanto los silúricos y aparecen sin metamorfismo alguno los del Devónico.

(1) Se han recogido tallos de crinoides en estratos calizos en los cerrillos inmediatos a Torremayor, y en las canteras allí existentes, para la obtención de cal, por el Ingeniero de Minas, D. J. Pérez Regodón, en época reciente.

Las rocas eruptivas granudas endógenas, granitos y microgranitos, granodioritas y dioritas, así como manchones extensos de gabros, forman el basamento o substrato del país, ocupando en las vegas, y especialmente al N. de las mismas, amplios espacios, por Don Alvaro, Valverde de Mérida, Mérida, Esparragalejo y La Garrovilla, zonas donde los berrocales y canchales son muy típicos (fig. 3 y lám. IV, pág. 1).

Geotectónica de la formación paleozoica.

Como se ha indicado, las características tectónicas de toda esta zona es sencilla en su conjunto, pero sumamente típica, dentro de esta amplia porción suroccidental de la Península (figs. 1 a 3).

En todo el país, la tectónica hercínica, domina no habiéndose reconocido efectos posteriores de ascendencia alpina. Los anteriores están materialmente enmascarados, si es que existieron por la intensa orogenia hercínica. No obstante, hay que admitir con gran reserva, una orogenia prepaleozoica y el influjo mediante fenómenos epirogénicos, en su sentido más amplio, de la orogenia caledoniana.

El plegamiento primitivo.

En relación quizá con la primitiva fase orogénica prepaleozoica, están los materiales que en los alrededores de Badajoz, se ofrecen muy intensamente metamorfizados.

Es hoy día difícil decidir si en amplias zonas de Badajoz existen o no, materiales sedimentarios pre-paleozoicos, o sea arcaicos. Al SW. de la capital, más allá de

Puente de Palmas, en los alrededores del nuevo puente, cerca, pues, del núcleo urbano, el Guadiana corre sobre materiales típicamente metamórficos, del tipo de las micacitas. En estos parajes, fuera del valle del Guadiana, pero no lejos de él, forman el terreno verdaderos gneís. Asuso del Puente de Palmas, el cauce del Guadiana está abierto igualmente en materiales muy intensamente metamorfizados y representados por filados y pizarras micáceas y micacitas.

Pese a sus características típicas de facies estratocristalina, me inclino a admitir que este conjunto no es sino el resultado de un intenso metamorfismo de la base del Cámbrico. Tales materiales serían leptinitas y rocas de migmatización, pues ambos procesos son en la región frecuentes y típicos (lám. IV, fig. 2).

Hoy día, y como hipótesis de trabajo, admito que todas las formaciones con intensa facies estrato-cristalina, de la provincia de Badajoz, no son sino resultado de un intenso metamorfismo operado en la base del Paleozoico, bien en el fondo de un geosinclinal o por proceso de migmatización en relación con masas magmáticas de rocas granudas. En este caso, no es posible reconocer en estas zonas, si han existido fenómenos orogénicos anteriores a las fases caledonianas.

De todos modos, teniendo en cuenta que el Cámbrico está representado en amplios espacios en toda la zona Sur occidental de España, por tierras de Andalucía y Extremadura, así como en el Sur de Portugal, por grandes manchones de calizas acadienses que en cierto modo son representativos de formaciones de facies arrecifal, las masas de tierras emergidas no debían quedar muy lejos, bien hacia el Sur, o mejor hacia el SW., masas

de tierras que si ofrecerían estructuras influenciadas por orogénicas pre-paleozoicas, pero en realidad estas masas continentales hoy no han sido reconocidas de modo indudable.

En apoyo de tal hipótesis, están determinados conglomerados de bases del Cámbrico, reconocidos hacia tierras de Fuente de Cantos, en zonas donde ya las ins-

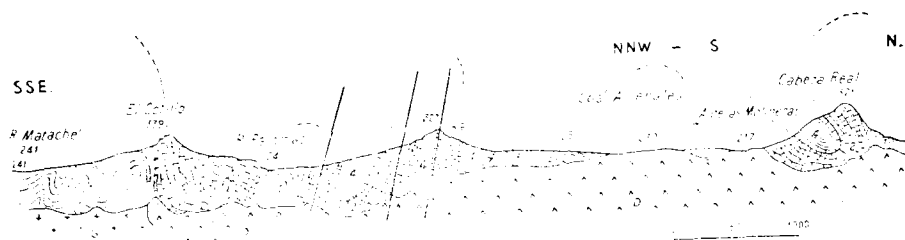


Fig. 3. Corte geológico en los alrededores del valle del Matachel, en los confines meridionales de las Vegas Atlas: a, dioritas; g, granitos; 1, pizarra post-lámbrico-cámbrico; 2, cuarcitas silíceas ordovicienses; 3, pizarras ordovicienses; 4, complejo devónico gediniense.

trusiones graníticas, muy probablemente hercínicas, han trastocado muy profundamente la arquitectura de la base del Cámbrico.

Los movimientos caledónicos.

Se ha indicado anteriormente, que en el conjunto Paleozoico, sólo se aprecia una discordancia erosiva, por falta de depósito, entre el Devónico inferior, Gediense y el Ordoviciense superior. Hay que admitir, pues, una emersión de las masas continentales en esta época y a consecuencia de ello, ausencia de depósito entre tales períodos, por dominar en absoluto los procesos erosivos. Así, pues, si bien de un modo indudable la orogenia caledonia no se ha reconocido en tierras de Badajoz,

sí puede admitirse, sin duda, que coincidiendo con tal período orogénico, en este país, tienen lugar movimientos epirogénicos intensos y muy extendidos, que hacen emerger la masa continental paleozoica, y por tanto, que quede expuesta a los efectos de la abrasión epicontinental.

De este modo, como efecto lejano de la orogenia caledonia en Badajoz, tienen lugar fenómenos de epirogenia que dan origen a la discordancia patente anterior indicada, entre la base del Devónico y las zonas altas del Ordoviciense.

La tectónica hercínica.

El carácter orogénico fundamental de todo el SW. peninsular, y muy especialmente en los dominios de Extremadura Central, está dado, pues, por la orogenia hercínica, quedando a consecuencia de ella arrumbados los plegamientos que sufrió la corteza terrestre de NW. a SE., directrices sólo interrumpidas por cambios de arrumbamientos locales.

En los dominios del pizarra, el replegamiento es extraordinario, violento. Sólo se reconocen en amplias zonas la disposición muy levantada y aún vertical de los estratos que en monótonos y muy patentes conjuntos isoclinales cruzan los campos extremeños.

En los dominios de las calizas cámbricas o devónicas y en el de las cuarcitas ordovicienses, se reconocen, a veces muy bien, las directrices de las líneas de pliegues, que en ocasiones son de gran regularidad, dando origen a anticlinales de gran corrida y a replegamientos en ocasiones de gran complejidad, pero las directrices están monótonamente dirigidas en general de NW. a SE.

Se reconoce fácilmente esta disposición por el relieve que ofrecen estos campos inmediatos a las Vegas, que está de acuerdo con las directrices orogénicas, alinéandose las sierras paralelamente a la corrida de los ejes de los plegamientos, disposición orotectónica que ha sido denominada de las Hespérides por Hernández-Pacheco, Ed. En ella los valles están excavados en las pizarras silúricas; la línea de cumbres queda formada por las cuarcitas de la misma edad, siendo por ello el conjunto ordovicense el que mejor define tal estructura y disposición orogénica.

Relieves así constituidos son, fuera de Las Vegas, el formado por el conjunto de las Sierras que dan origen a la alineación de San Pedro en los límites de Cáceres y Badajoz, en las Vegas o en sus inmediaciones, las Sierras de San Serván, de Orellana, de Puerto Peña, Cijara, o los relieves menores de Medellín, Mengabril, Mange, etcétera, son también buenos ejemplos.

Los movimientos de las diferentes fases hercínicas.

Dentro de los dominios de las Vegas del Guadiana, las diversas fases orgánicas hercínicas no pueden con exactitud ser registradas y datadas, al faltar determinados conjuntos sedimentarios posteriores al Devónico de base, pero sin duda afectaron a la estructura del país, si bien en general, débilmente, pues teniendo en cuenta las discordancias observadas, tanto en las zonas de Santos de Maimona, como en Llerena y Fuente del Arco, entre el conjunto Carbonífero, y el Paleozoico inferior a partir del Devónico de base, es posible admitir al menos la fase sudética, la érzica, la astúrica, que fue en todo este país la fundamental, y ya muy atenuada la arálica.

Así el Carbonífero namuriense, en Llerena y Santos de Maimona, se arrumba a los 335-340', mientras que el Cámbrico corre muy mantenido a los 310-320'; ocupando esta formación siempre sinclinales muy amplios del Cámbrico, apareciendo muy replegada dentro de ellos, lo que puede observarse claramente en Casas de Reina y sus alrededores.

Fenómenos geotectónicos pre-alpinos.

A través de los tiempos secundarios, persistió en todo el conjunto del SW. peninsular el dominio absoluto del área continental, y por ello, la sucesión de ciclos de erosión que rebajaron más y más el relieve de tales tierras, llegando así a desaparecer casi la traza de la vieja cordillera hercínica, pues el país, durante largos lapsos de tiempo, estuvo convertido en amplia y monótona penillanura.

Avanzando los tiempos y a consecuencia especialmente de los movimientos orogénicos pirenaicos-alpinos, en su sentido amplio, el gran conjunto rígido de la corteza terrestre de SW. de la Península, no se pliega, sino que se desarticula en su conjunto, dando origen a compartimientos corticales, con cierta independencia, compartimientos que al removerse y bascular desigualmente, pues unos ascienden y otros se inclinan, si bien con valores no muy acusados, dan origen a un país de fisonomía muy peculiar.

Ello determinó la formación de cuencas más o menos acusadas, donde se acumularon, en largos períodos del Terciario, potentes masas de aluviones continentales, pues en estas zonas ya se ha indicado que nunca volvió a penetrar el mar. Tales cuencas ofrecían a veces acen-

tuadas características de endorreísmo, al estar aisladas del mar y sin desagüe hacia él. Una de estas fué la que en la actualidad cruza el Guadiana más o menos longitudinalmente, dando origen a las Vegas Altas y Bajas.

Movimientos finales.

Al finalizar el Terciario, todo el Occidente peninsular se inclina por basculación suavemente hacia el W-SW., es decir, hacia el Atlántico, iniciándose así una nueva red fluvial que indirectamente modificó las características del relieve de tales depresiones, comenzando a ser atacadas por erosión los depósitos terciarios en ellas acumulados, lo que, prosiguiendo a lo largo del Cuaternario, hizo que se nos ofrezca el país tal como hoy lo contemplamos.

Así pues, como fenómenos derivados de la tectónica pirenaico-alpina, se suceden en Extremadura movimientos epirogénicos que dan origen a cuencas cerradas que se colman de sedimentos terciarios, depresiones limitadas por fracturas a veces arrumbadas en general en sentido transversal a los ejes de la orogenia hercínica. Surge así un relieve que vino a quedar en sus líneas generales muy oblicuo y aún a veces normal al relieve hespérico, y que ha sido denominado como relieve de las Hispánidas por Hernández-Pacheco, Ed. El abultado relieve de la Sierra de Montánchez, limitando el llano de la Extremadura Central por el N., es uno de los macizos más genuinos de este tipo.

Se observa especialmente en el conjunto de base del Terciario en los dominios de las Vegas, que la gran masa de arcillas de tono rojizo-amarillento se inclina muy suavemente hacia el NE., lo que es claro en las zonas de

Lobón, donde esta formación, que he datado como del Oligoceno, queda cubierta por el conjunto mioceno mediante leve discordancia erosiva y angular, pues ya los materiales posteriores quedan sensiblemente horizontales (lámina I, fig. 2).

En resumen, todo el amplio país de la Extremadura Central, así como las zonas marginales más o menos subordinadas a tal depresión, muestran con toda claridad una estructura hercínica típica, si bien muy destruída, siendo la fase más acusada en tales dominios la hercínica, como ya se ha indicado, en su fase Astúrica.

También es apreciada una discordancia ante el Silúrico inferior y el Devónico de base, discordancia que como movimiento atenuado de la orogenia caledónica, se acusa aquí sólo como fenómeno epirogénico, pero que tiene gran importancia, pues ha determinado que al emerger la masa continental a lo largo del Silúrico medio y superior, exista una gran laguna estratigráfica entre tal formación y la devónica.

Los fenómenos orogénicos anteriores a dicho movimiento y los posteriores al conjunto hercínico, no son ya reconocibles en los dominios de la Extremadura Central, que ha permanecido estable y sólo sometida a leves oscilaciones epirogénicas y a continuados ciclos de erosión a partir del final del Paleozoico.

Recibido el 16-V-1958.

BIBLIOGRAFÍA

1. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Fisiografía del Guadiana». *Revista del Centro de Estudios Extremeños*, Badajoz 1928.
2. - - - «Bosquejo preliminar de las comarcas geográficas de Extremadura (Cáceres, Badajoz y Huelva)». Publicaciones del Instituto de Reforma Agraria, Madrid 1933.

3. MELÉNDEZ Y MELÉNDEZ, B.: «El yacimiento de arqueociátidos de Alconera (Badajoz)». *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 1941.
4. — — «Los terrenos cámbricos de los alrededores de Zafra (Badajoz)». *Anales de Ciencias Naturales*. «José de Acosta». Madrid 1941.
5. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: «Observaciones respecto al Paleógeno continental». *Revista Las Ciencias*, año VIII, núm. 3, Madrid 1942.
6. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Ensayo de la morfogénesis de la Extremadura Central». *Noticias y comentarios del Instituto Geológico y Minero de España*, núm. 17, Madrid 1947.
7. — — «Las cuencas terciarias de la Extremadura Central». *Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo extraordinario. Madrid 1949.
8. — — «Las rañas de las sierras centrales de Extremadura». C. R. XVI. Congreso Internacional de Geología de Lisboa 1949. 1950.
9. — — «El relieve de las zonas hercínicas peninsulares en la Extremadura Central». Libro Jubilar, tomo I, *Inst. Geol. y Min. de España*, Madrid 1950.
10. ROSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Explicación de la Hoja de Mérida, núm. 777». *Inst. Geol. y Min. de España*, 1950.
11. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: «Paleogeografía del Solar Hispano durante el Paleozoico». *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo XLIX, Secc. Geol., Madrid 1951.
12. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Característica general del Terciario continental de la llanura del Guadiana». *Noticias y comentarios del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 25, Madrid 1952.
13. CARRINGTON DA COSTA, J.: «Los movimientos caledónicos y preliminares hercínicos en la Península Ibérica», traducción de Meléndez, B. *Inst. Geol. y Min. de España*, tomo VII, núm. 2. Inst. «Lucas Mallada» C. S. I. C. Madrid 1953.
14. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Ensayo sobre tectónica paleozoica en Extremadura». *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo homenaje al Prof. Hernández-Pacheco, E. Madrid 1953.
15. — — «Edad de las formaciones con facies estratocristalina en la provincia de Badajoz». *Notas y comentarios del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 31, Madrid 1953.
16. ROSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: «Explicación de la Hoja geológica de Badajoz, núm. 775». *Inst. Geol. y Min. de España*, Madrid 1953.
17. HERNÁNDEZ-PACHECO, F. y ROSO DE LUNA, I.: «Explicación de la Hoja geológica de Montijo, núm. 776». *Inst. Geol. y Min. de España*, Madrid 1954.
18. — — «Características geográficas y geológicas de las Vegas del Guadiana (Zona de Regadíos)». Pub. de la Excm. Dip. Prov. de Badajoz, 1956.
19. — — y ROSO DE LUNA, I.: «Explicación de la Hoja geológica de Llerena (Badajoz)». *Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 275, Madrid 1956.

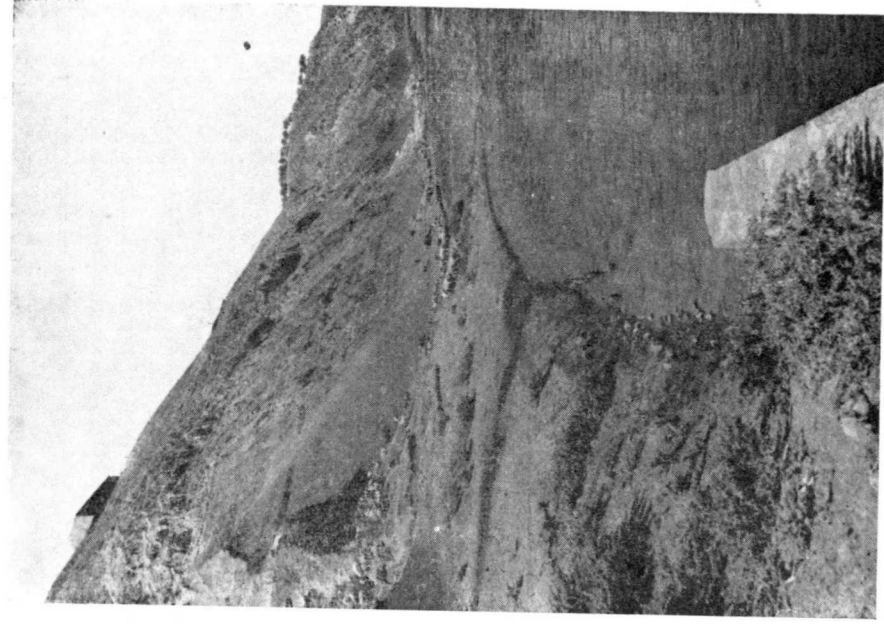


Fig. 2.—Altos escarpes de la margen izquierda del Guadiana en las inmediaciones de Lobón, formados en el Oligoceno arcilloso, al que cubre con discordancia erosiva el complejo mioceno vindobontense. (Fot. H. Pacheco)

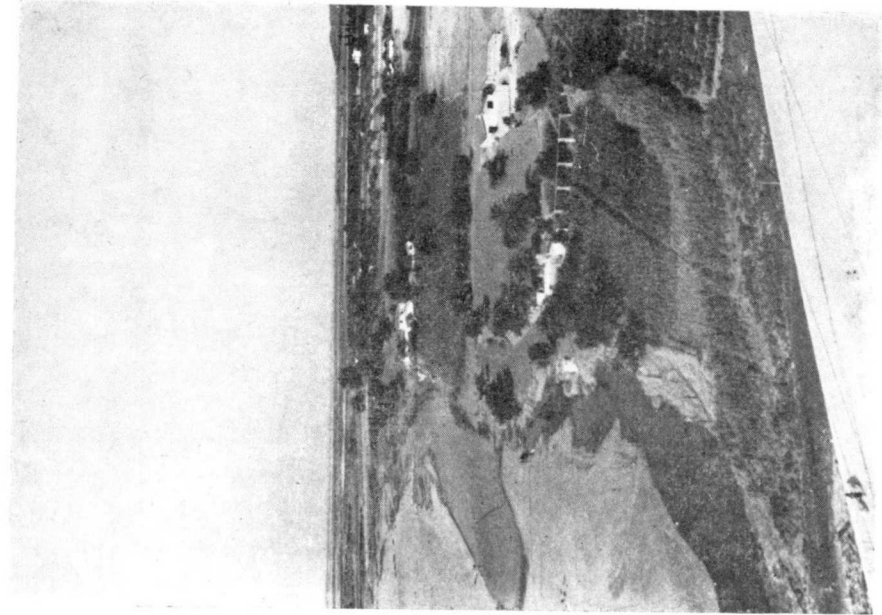


Fig. 1.—Aspecto de la Vegas bajas del Guadiana desde la Alcazaba de Badajoz, mirando hacia el Este. En primer término los huertos llamados de Mérida. (Fot. H. Pacheco)

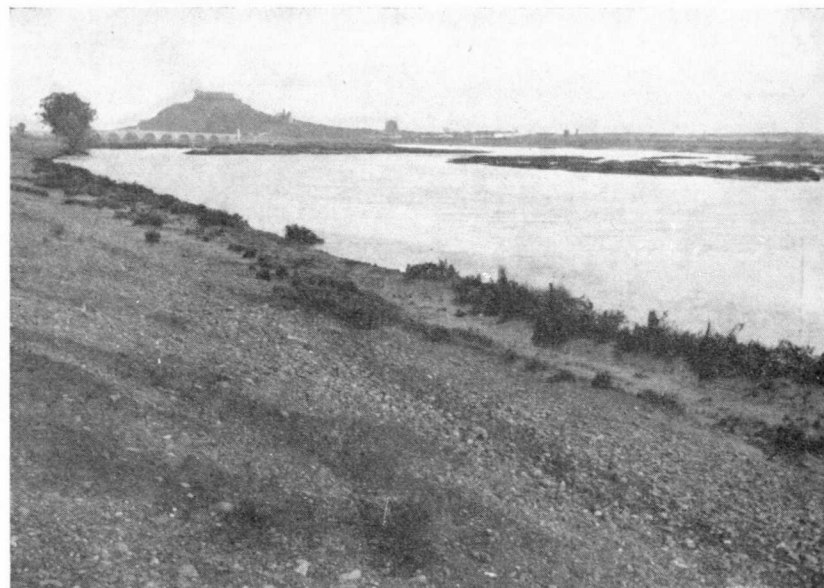


Fig. 1.—El Guadiana aguas abajo de Medellín, en las Vegas altas. Destaca como relieve insular las cuarcitas del cerro del Castillo, que corren de NW. a SE. verticalmente.

(Fot. H.-Pacheco).

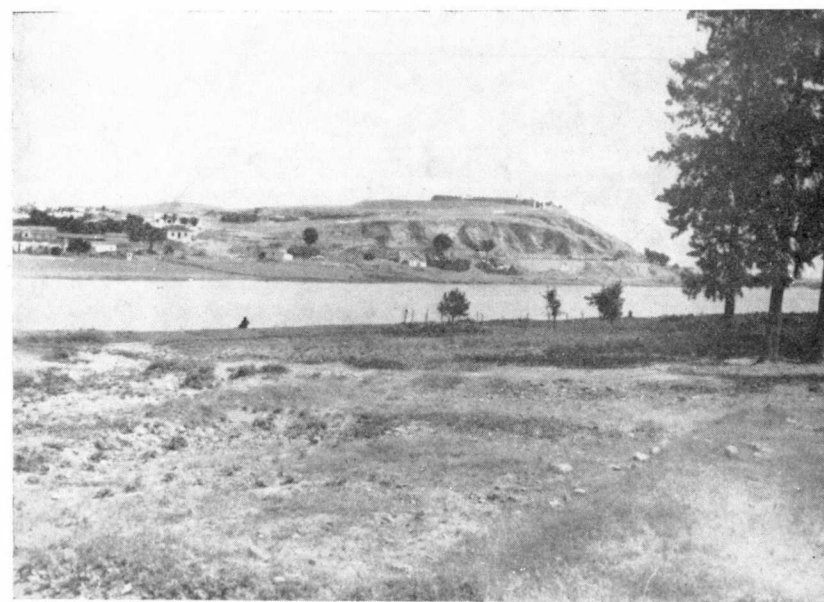


Fig. 2.—Cerro de San Cristóbal, formado por el calerizo cámbrico, desde las inmediaciones del Puente Palmas, Badajoz. Corren las calizas verticalmente de NW a SE.

(Fot. H.-Pacheco).



Fig. 1.—Detalle de la formación devónica en la base y al Norte del Cerro del Castillo de Alange, Badajoz. Pizarras areniscas alternando muy levantadas y corriendo al N-NF.

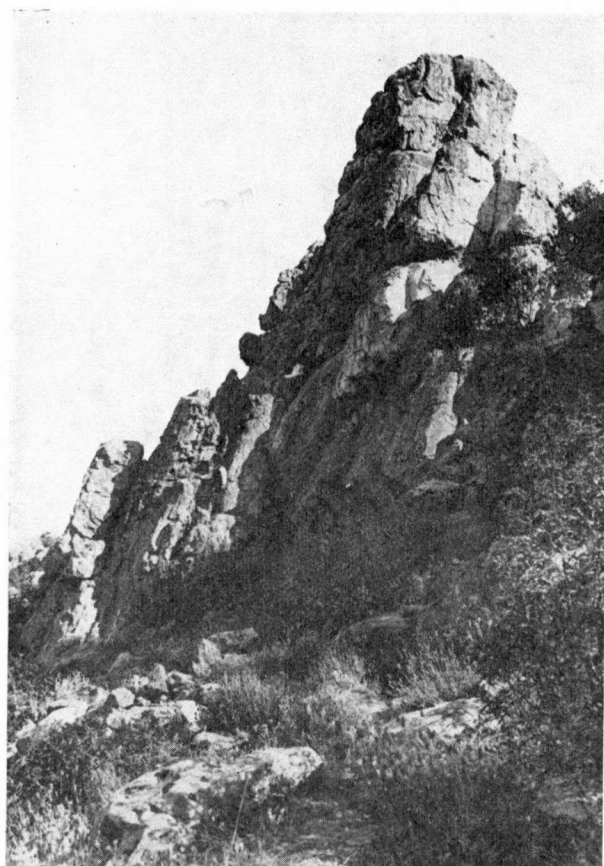


Fig. 2.—Canchal de cuarcitas ordovicienses en el paraje de Tres Canchos, de la Sierra de San Serván. Los materiales buzan fuertemente al Sur, corriendo de N-NW a S-SE.





Fig. 1—Berrocal granítico al Oeste del cerro de calizas devónicas de Carrija, cerca y al Noroeste de Mérida.

(Fot. H.-Pacheco).

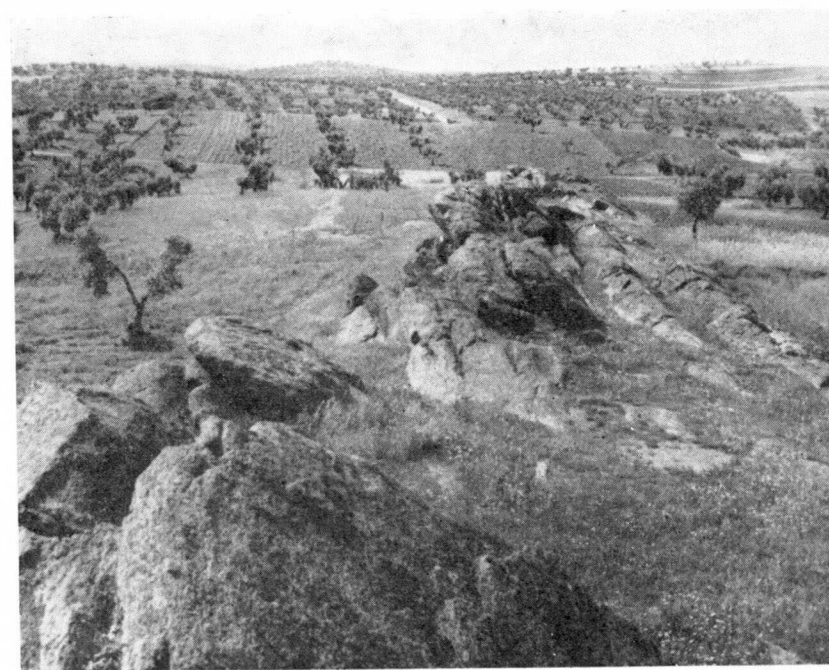


Fig. 2.—Grandes afloramientos de gneis en las inmediaciones y al Oeste de Aceuchal, Badajoz. Corren claramente al NW, buzando hacia el NE. El tránsito al pizarral cámbrico es gradual.

(Fot. H.-Pacheco).

El estudio de las variaciones rápidas del campo
magnético terrestre

POR

ANTONIO ROMAÑA, S. J.

*Presidente del Comité Internacional de Variaciones
magnéticas rápidas y Corrientes telúricas*

ANTONIO ROMANA, S. J.

EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES RAPIDAS DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

Uno de los objetivos del Año Geofísico es el estudio de la morfología de las perturbaciones magnéticas de un polo al otro, lo mismo que un mejor conocimiento de su estructura fina y de las causas a que obedecen. La razón es obvia: en tanto que desde el punto de vista estadístico el magnetismo terrestre ha realizado grandes progresos, en cambio, cuando se trata de interpretar el verdadero significado de los distintos tipos de perturbación que aparecen en las curvas, se tiene todavía con frecuencia la impresión de hallarse ante verdaderos jeroglíficos. Poco a poco se van descifrando, y así se admite hoy generalmente que los llamados corchetes o solar flare effects (*sfc*) son debidos a la enorme intensificación de la radiación ultravioleta solar que tiene lugar durante las llamadas fulguraciones cromosféricas y alcanza la Tierra con la velocidad de la luz, y los principios bruscos de tempestades magnéticas (*ssc* = storm sudden commencements) a la emisión de grandes nubes de partículas electrizadas, que se realiza al mismo tiempo que la anterior y, por su menor velocidad de propagación, llega a nuestro globo unas veinte horas más tarde. En cambio, la producción de las bahías, de los *psc* (polar or pulsational sudden commencements) y de las pulsaciones,

tantos normales como gigantes, no está ni mucho menos aclarada: estos últimos años se ha formulado sobre todos estos fenómenos buen número de teorías, pero sin llegar a ninguna definitiva; más aún, son muchos los aspectos y modalidades de los mismos *sfc* y *ssc* que nos son aún desconocidos, sin que falte quien haya buscado recientemente la causa de los primeros, no en la intensificación de la emisión UV, sino en la de los rayos cósmicos que suelen acompañar también las fulguraciones solares. Es cierto, como se ha dicho, que se ha llegado a establecer una relación individual entre corchetes y fulguraciones cromosféricas y se ha logrado explicar satisfactoriamente los primeros por las segundas; pero no es menos cierto que se observan no pocas fulguraciones, algunas bien intensas, sin que se observe correlativamente corchete alguno; y que aparecen en las curvas corchetes que parecen característicos e incluso están confirmados por observaciones ionosféricas o radiosofares, y, no obstante, no se ha podido apreciar en el Sol ninguna fulguración a que atribuir la responsabilidad de los mismos.

Para la realización de sus objetivos, unas veces ha creado el Año Geofísico los organismos adecuados; otras, se ha valido de los ya existentes, convenientemente modificados si hacía falta. Tal ha sido el caso del estudio que nos ocupa. Los principios bruscos de tempestades magnéticas (*sc* = sudden commencements, como se los llamaba entonces) se estudiaron ya intensamente durante el II Año Polar, y en la Asociación Internacional de Magnetismo y Electricidad Terrestres (I. A. T. M. E.) han existido diferentes Comisiones consagradas a su estudio. Pero más tarde se vio que los *sc* no eran todos del

mismo tipo y que, además de los seguidos de una tempestad (*ssc*), los había también que sólo en las regiones polares revestían este carácter, y fuera de ellas se manifestaban en forma de pulsaciones, acompañadas o no de bahías, y aún otros que, después de imprimir a las curvas un fuerte movimiento repentino, las volvían a dejar casi inmediatamente en calma: a los segundos se los designó por *psc* (como ya se ha indicado) y por *si* (= sudden impulses) a los últimos. En los mismos *psc* parecía que se mezclaban manifestaciones de origen distinto; comenzaban a cobrar interés por sí mismas las pulsaciones y se advertía que presentaban características y, por tanto, procedencias muy diversas, etc. De aquí que en la Asamblea de Roma de 1954, decidiese la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (I. A. G. A., nueva denominación de la I. A. T. M. E.) crear el Comité para el Estudio de las Variaciones Magnéticas Rápidas y Corrientes Telúricas, y le asigne como objetivo la sistematización de las observaciones, no sólo de los fenómenos dichos, sino también de todas las variaciones que, sin tener un origen brusco, se desarrollan en breve tiempo y resultan, por consiguiente, rápidas respecto de la variación diurna normal del campo magnético terrestre; por ejemplo, las bahías y las variaciones durante un eclipse. En rigor, este trabajo lo había ya realizado desde unos años antes el Comité de Caracterización de las Perturbaciones Magnéticas; pero al tener éste que intensificar su trabajo de resultas de la complejidad cada día mayor de los índices geomagnéticos C y K y del número también cada día mayor de los observatorios colaboradores, pareció necesario desdoblárlas en dos y crear el Comité de Variaciones Rápidas.

He aquí su forma de funcionamiento: Todos los observatorios colaboradores (cerca de un centenar en la actualidad) envían mensualmente al Comité listas de los fenómenos observados, llenando para ello unos estadi-llos que se les distribuyen periódicamente. Comprenden éstos una serie de cuadros en los que se anotan los diferentes fenómenos, dando su fecha, hora lo más exacta posible de su aparición, duración en ciertos casos, sentido del movimiento principal en las distintas componentes magnéticas y telúricas, partes de ciertos fenómenos de claridad excepcional, su confirmación por otras vías cuando hay lugar a ello (por ejemplo, observación simultánea de una fulguración cromosférica en el caso de los *sfc*), etc. Desde el «symposium» celebrado por el Comité en Copenhague en abril de 1957, se ha añadido la calificación por medio de una letra de la categoría del fenómeno para saber si ha revestido una claridad excepcional o si ha sido simplemente seguro, sin ninguna nota que lo destaque, o si no ha pasado de dudoso, etc. Esta innovación, debida a la iniciativa del profesor Bartels, Presidente hace muchos años del Comité de Caracterización de las Perturbaciones Magnéticas, se ha revelado sumamente útil para dirimir casos difíciles. El Comité acopla todos los datos así recibidos y, una vez clasificados debidamente, publica listas provisionales de los fenómenos observados durante el trimestre, las cuales se distribuyen ciclostiladas a todos los observatorios colaboradores y aparecen impresas en el *Journal of Geophysical Research*, de Washington. Como indicio del número de fenómenos así estudiados, puede decirse que en las listas provisionales del tercer trimestre de 1957 figuraban 27 *ssc*, 122 *pse*, 60 *sl*, 69 *sfe* y otros 238

fenómenos que no se habían podido clasificar con seguridad, por no haber sido dados nada más que por un solo observatorio cada uno. Con los resultados de los cuatro trimestres se forma una nueva lista de comprobación, que se remite a todos los observatorios colaboradores para que, tomándola como pauta, examinen de nuevo sus curvas y den su juicio sobre cada caso. Una vez recibidas las respuestas, se publican las listas definitivas, que ven la luz en el *IAGLR Bulletin*, núm. 12, a, b, c, etc., una de las publicaciones oficiales de la Asociación. En este momento se están terminando las de 1956; en las últimas publicadas, las de 1955, se dieron definitivamente como tales 18 *ssc*, 445 *pse* y 90 *sl*; hubo que dejar sin clasificar, por falta de elementos de juicio, 862 fenómenos señalados por un solo observatorio; en cuanto a los *sfc*, tres fueron aceptados como ciertos, ocho dejados como dudosos y 74 rechazados definitivamente. No hay que extrañarse de lo exiguo de algunas de estas cifras respecto de las provisionales dadas anteriormente para el cuarto trimestre de 1957, por haber aumentado mucho de 1955 a 1957 la actividad solar y, consiguientemente, la magnética. La confección de las listas definitivas no es fácil, y si no se procede con cautela, puede conducir a resultados erróneos. Así, por ejemplo, hasta 1951 se tenía por norma excluir como inseguros los fenómenos señalados por menos de diez observatorios. Esto provenía de la opinión anteriormente en boga de que todas las variaciones rápidas tenían el mismo carácter de universalidad de los principios bruscos de tempestades; pero como no es así, y los *pse* están íntimamente ligados con la hora local, el método adoptado excluía sistemáticamente los *pse* cuya hora de

aparición afectaba a husos horarios con escaso número de observatorios, por ejemplo, el Pacífico y aun América, quedando, por el contrario, muy favorecidos los de Europa y Africa. De aquí que se cambiase la norma y se considerase sólo inseguros los datos por un solo observatorio; pero aun este criterio se vió que era deficiente, y así, en el «symposium» de Copenhague se decidió admitir los señalados por un solo observatorio cuando pertenece éste a un huso horario en que quizá es observatorio magnético único o casi único; en cambio, se decidió excluir los datos por dos observatorios cuando se hallan éstos en regiones de gran densidad de observatorios magnéticos, por ejemplo, Europa. Uno de los objetivos del Año Geofísico ha sido el colmar estas lagunas y uniformar en lo posible la densidad de los observatorios magnéticos en el globo. Desgraciadamente, en algunas regiones este objetivo no ha podido pasar de un buen deseo.

Los fenómenos a los que se presta actualmente atención podemos distribuirlos en cuatro grupos: los comienzos bruscos de tempestades magnéticas y asociados con ellos los impulsos bruscos; aquellos en que intervienen bahías; las pulsaciones y los corchetes producidos por fulguraciones cromosféricas. El primero y el cuarto, no por ser conocidos y estudiados de más antiguo, pueden considerarse plenamente explicados. Por lo que toca a los *ssc*, bien recientes son, por ejemplo, los trabajos de T. Oguti, por un lado, y de J. A. Jacobs y T. Obayashi, por otro, para explicar, a la luz de la teoría de las tempestades magnéticas de Chapman-Ferraro, la dependencia del tiempo local del aspecto de su traza en los magnetogramas, lo mismo que la distri-

bución que presentan los impulsos preliminares invertidos en los llamados *ssc**, es decir, en aquellos *ssc* en que el movimiento brusco inicial, que hace salir las curvas del estado de calma y da comienzo a la tempestad, va precedido de un pequeño movimiento en sentido contrario o aun varias pequeñas oscilaciones; pero todas estas explicaciones no agotan la materia, y de aquí que sea necesario seguir acumulando datos para llegar a otras cada vez más amplias y definitivas. Fuera de que ciertos aspectos están todavía por dilucidar. Así, por ejemplo, la posibilidad de que una tempestad vaya precedida de dos o más comienzos bruscos, que no sean simples *si*, sino propiamente *ssc*; la presentación dentro de una tempestad de un nuevo *ssc*, que no sea una intensificación accidental de la primera, sino propiamente el principio de una nueva tempestad dentro de la que se está desarrollando; el examen de *si*, al aumentarse la sensibilidad de los aparatos, se ha de acabar por ver que todo *ssc* es propiamente un *ssc**, o bien si *ssc* y *ssc** representan propiamente dos especies distintas de perturbaciones, etc. Y si al estudio de los *ssc* se asocia el de los *si*, el asunto es mucho más complejo: es claro que, por lo impreciso de su definición, se señalan como *si* muchos fenómenos que, siendo en rigor *ssc* o *pse* o *sfc*, en el observatorio que los da no llegan a manifestarse con la suficiente claridad y, por lo mismo, son calificados de esta manera más imprecisa; pero sería un error creer que todos los *si* quedan explicados de este modo. Es evidente que algunas veces se encuentran en los magnetogramas movimientos bruscos que serían verdaderos *ssc* si estuviesen seguidos de una tempestad magnética, pero que, de hecho, no lo están: ¿constitu-

yen una categoría de fenómenos aparte?, ¿o deben ser considerados como *ssc* en que la tempestad subsiguiente no se ha llegado a manifestar con claridad, como es evidente que ha ocurrido cuando un mismo fenómeno es calificado por una treintena de observatorios como *ssc* y una veintena como *si*? Y en este último caso, es menester estudiar si los observatorios en que tal ocurre forman como una región fronteriza de la zona en que el *ssc* se ha manifestado con claridad, o si su distribución parece más al azar y es debida a influjos de carácter local.

En cuanto al grupo de los *sfc*, casi podría afirmarse que la principal dificultad con que en su estudio se tropieza es la ausencia de un aspecto característico que sirva para definirlos con seguridad, mientras no conste su confirmación por la observación simultánea de una fulguración cromosférica o de sus efectos ionosféricos o radiosolares, o mientras no se disponga, por lo menos, de los datos de un buen número de observatorios ampliamente distribuidos sobre el globo, para poder llegar a establecer una conclusión. Como por su naturaleza misma un *sfc* sólo se puede presentar en el hemisferio iluminado, o a lo más en el contorno del mismo cuya ionosfera está todavía bajo la acción directa de los rayos solares, es evidente que, si el mismo fenómeno se registra con claridad en observatorios situados en la zona oscura, esto sólo basta para deducir que no se trata de un verdadero *sfc*. Veldkamp y Scholte se han distinguido en el estudio de los *sfc* y su gran utilidad para el estudio de la corriente de chorro ecuatorial. Hasta ahora parecía que las enormes intensidades de la misma halladas en Huancayo y Vassouras eran privativas de América del Sur y no se manifestaban en los regis-

tros de los observatorios africanos, tales como Binza y M'Bour; pero los primeros datos recibidos del observatorio recientemente instalado en Addis Abeba permiten esperar intensidades análogas a las americanas.

Los fenómenos cuyo estudio ha cobrado más incremento estos últimos años son los de los dos grupos restantes, aquellos en que intervienen bahías y las pulsaciones. Durante largo tiempo, el concepto de los *psc* ha sido un poco ambiguo. En un trabajo publicado en 1956 en *The Science Reports of the Tohoku University*, T. Watanabe los definía en esta forma: «Al principio de las perturbaciones polares se registran en los magnetogramas pulsaciones características en todos los puntos del globo. Estas pulsaciones geomagnéticas se designan con el nombre de comienzos súbitos polares o pulsaciones, abreviadamente, *psc*.» Unos años antes (1951), O. Meyer establecía que los comienzos bruscos en las regiones polares no siempre coincidían con los principios bruscos de tempestades magnéticas, sino que en latitudes más bajas podían aparecer como pulsaciones características en la parte inicial de las perturbaciones en forma de bahía; como este fenómeno se presentaba en las regiones polares como el principio brusco de una perturbación magnética, se le dió el nombre de principio brusco polar, *psc*. Por nuestra parte, creemos que de los trabajos de Birkeland y de su estudio comparativo de la manifestación en una veintena de observatorios de las perturbaciones del 10-II-1903 y 15-III-1902, se deduce claramente que los comienzos bruscos polares no exigen necesariamente la presencia de pulsaciones en la parte inicial de las bahías en los observatorios de menos elevada latitud, sino que pueden tam-

bién traducirse en bahías de comienzo brusco sin pulsaciones, y aun en simples bahías, según la posición geográfica. De aquí que los datos reunidos bajo el epígrafe de *pse* pudiesen corresponder a fenómenos bastante heterogéneos, según la opinión de los distintos observadores. Al tratar de precisar el Comité la definición de los distintos fenómenos, hizo decididamente mayor hincapié en la aparición de la bahía que en la de pulsaciones, al revés de lo que hasta entonces se había acostumbrado. En una carta circular de marzo de 1956, el Comité definía el *pse* en esta forma: «principio brusco, con o sin pulsaciones, de una bahía de amplitud suficientemente grande, según la latitud magnética, que se presenta durante un período suficientemente tranquilo». La razón era que, de resultas de la importancia creciente que se concedía al fenómeno de las pulsaciones, se prefería estudiarlas en sí mismas y separar su estudio del de las bahías propiamente tales. De hecho, en los comentarios a esta definición enviados por numerosos observatorios cuando se preparaba el «symposium» de Copenhague, no pocos se declararon disconformes (lo mismo que con las definiciones, de que luego ocuparemos, de los distintos tipos de pulsaciones), y propusieron modificaciones considerables. Para terminar con esta confusión y permitir mayor precisión en el estudio de este fenómeno, gracias a una mayor homogeneidad de los datos suministrados, se decidió suprimir el símbolo *pse* y rogar a los observatorios que, con un criterio eminentemente utilitario, distinguiesen en adelante en sus estados mensuales las simples bahías (*b*) de las bahías de comienzo súbito (*bs*), lo mismo que de las acompañadas de pulsaciones (*bp*) y las que

presentan a la vez las dos características (*bps*). Asimismo se recomendó señalar con el símbolo *pt* la aparición de trenes de pulsaciones sin bahía; el conjunto de los fenómenos caracterizados con los símbolos *bp* + *bps* + *pt*, y en parte también con el *bs*, correspondería al antiguo grupo de los *pse*. El trabajo podría parecer a primera vista, más complicado con el mayor número de símbolos; pero, de hecho, se simplificaba, gracias a su mayor precisión y consiguientemente más rápida aplicación. De hecho, la consideración del primer trimestre de datos de unos 65 observatorios distribuidos por todo el mundo, ha confirmado que un mismo fenómeno se presenta con estas distintas características en diferentes puntos, y aun puede dar lugar en algunos a que se le mire como un *si* o un *ssc*, aunque esto, las más de las veces, suele suceder en observatorios de latitudes elevadas, tal como antes se ha advertido, o, por el contrario, en observatorios ecuatoriales en que los fenómenos revisten también aspectos desacostumbrados (para los habituados a los registros de los observatorios de latitudes medias, que, por su mayor número, son los que han servido generalmente de pauta para los ejemplos y definiciones que suelen encontrarse en libros y revistas. La parte pulsacional de los *pse* ha sido preferentemente estudiada por los japoneses, y a sus conclusiones nos referimos al tratar de las pulsaciones. En cuanto a las bahías, durante largo tiempo los avances fueron bastante imprecisos, por haberse caído en el error de considerar por separado las de la declinación o las de la fuerza horizontal, sobre todo estas últimas, por parecer en algunos puntos las más frecuentes y pronunciadas. También en este particular fué considerable la contribu-

ción japonesa; pero no ha sido menor la de J. M. Príncipe, gracias a haberlas estudiado sobre las distintas componentes a la vez, teniendo en cuenta que todas ellas son manifestaciones de un solo y único fenómeno. Gracias a los trabajos de Príncipe, completados más tarde por los de Rougerie y el autor de estas líneas, se ha podido llegar a una clasificación enteramente clara y racional de los tipos de bahías en el plano horizontal y encontrar su ley de aparición y sucesión durante el día. Según O. Meyer, las bahías con pulsaciones iniciales constituyen un tipo enteramente aparte y son los auténticos *psc*; en el «symposium» de Copenhague demostró J. O. Carstén que su ley de aparición coincide por completo con la de las bahías, y todo lleva a creer que se trata de un solo y único fenómeno. Es de esperar que los resultados del Año Geofísico arrojarán abundante luz sobre este problema, no solamente por la forma más pormenorizada de dar los datos, antes descrita, sino también porque la puesta en funcionamiento de nuevos observatorios en número considerable, y precisamente en longitudes y latitudes hasta ahora desprovistas de ellos, permitirá resolver con mayor conocimiento de causa el problema de la dependencia respecto del tiempo local y universal y la acción de otros factores.

Particularmente delicado es el estudio de las pulsaciones. Estudiadas varias veces estadísticamente desde comienzos de siglo, o aisladas o en conexión con las bahías, no se llegó al principio a resultado alguno, por ser difícil su misma identificación en los registros ordinarios (desarrollo del papel de 20 mm./hora y sensibilidades del orden de 6 γ /mm.) en que aparecen como dentelladuras de la curva tan pequeñas, que a veces,

si el trazo no es lo suficientemente fino, más se adivinan que se distinguen. Con el II Año Polar, 1932-33, se comenzaron a usar registros más rápidos, como los de tipo La Cour, en que la curva alcanza un desarrollo nueve veces mayor. Al permitir esto el empleo de sensibilidades también mayores, sin detrimento de la nitidez del registro, el estudio de las pulsaciones entró por nuevos derroteros. Hoy día no es raro el empleo de registros La Cour con desarrollo del papel de 6 mm./min., y no faltan registros con desarrollo de 20, 30 y aun 60 mm./min., sobre todo en corrientes telúricas, que para el estudio de las pulsaciones parecen especialmente indicadas. En los registros magnéticos, para disponer de valores de escala más elevados, o se ha recurrido al empleo de imanes mucho más sensibles, o se han utilizado métodos de inducción, ya sea utilizando enormes bobinas, incluso de algún centenar de metros de diámetro y un pequeño número de vueltas, ya sea echando mano de otras de menor extensión superficial, pero con un número mucho mayor de espiras y dotadas, además, de núcleos de gran permeabilidad magnética. Uno de los trabajos preliminares que es preciso luego hacer para la utilización de datos procedentes de registros de tipos tan distintos, es el estudio comparativo y calibración de sus curvas. En España se están instalando en este momento registros a base de bobinas de gran superficie en el Observatorio de Toledo, y de barras fluxométricas en el del Ebro. En cuanto a corrientes telúricas, un registro ultra-rápido de 16 mm./min. de desarrollo funciona en este último observatorio, de unos meses a esta parte.

Dejando de lado las pulsaciones gigantes, *pg*, cono-

cidas de antiguo y bien observables aun con registros ordinarios, pronto comenzó a notarse la existencia de dos tipos de pulsaciones suficientemente distintas: las primeras, que la Comisión de Variaciones Rápidas decidió designar con el símbolo pt , son grupos de trenes de pulsaciones de una duración individual entre 5 y 20 minutos, y global de todo el fenómeno de alrededor de una hora. Son las pulsaciones que acompañan a las bahías en los psc y su comportamiento general se puede definir en los siguientes términos: se presentan a escala casi universal, comenzando prácticamente al mismo tiempo en diferentes partes del mundo; al revés de lo que ocurre con las posibles bahías concomitantes, su amplitud es prácticamente independiente de la latitud de la estación registradora; las oscilaciones de H o de dH/dt , al parecer comienzan siempre con un valor positivo; su frecuencia de aparición depende claramente del tiempo local; finalmente sus períodos más frecuentes están comprendidos entre 30 y 60 segundos. Otras características no parecen tan generales: así, por ejemplo, en Onagawa (Japón), una oscilación hacia el N. en el plano horizontal va de ordinario acompañada de un movimiento hacia abajo en el vertical y lo mismo ocurre en Ceylán y algunos observatorios del N. y NW. de Europa; pero en Memambetsu, también en el Japón, pasa exactamente lo contrario; etc.

Bastante distinto es el comportamiento del otro tipo de pulsaciones, las llamadas pc , pulsaciones continuas, por el Comité de Variaciones Rápidas. Su elemento característico es una gran continuidad, durando a veces muchas horas, y en alguna ocasión varios días. Sus períodos más frecuentes están comprendidos entre

10' y 50', pero no faltan otros como el de 6" que estudia E. Selzer en los registros de Chambon-la-Forêt y hasta de 1" señalado por V. Troitskaja. Su ley de aparición y en general la mayoría de sus características son todavía poco conocidas. Dentro de la continuidad de estas pulsaciones aparecen a veces en ellas grupos más definidos con período propio: parece poderse afirmar que cuanto mayor es el período de las pulsaciones predominantes en aquel momento, mayor es también el período de estos grupos, y que en cambio éste disminuye en momentos de perturbación, y tanto más cuanto mayor es ésta. Es notable que estos grupos aparecen simultáneamente en sitios muy distantes, como lo han demostrado las observaciones de Y. Kato y M. Okuda en Memambetsu, Japón, y Paradeniya, Ceilán, y las de M. Schlumberger y G. Kunetz en Francia y Madagascar. Aunque se tiene la impresión de que presentan un máximo en los equinoccios, su variación anual, no es todavía conocida: naturalmente su variación secular está por estudiar. En cuanto a su variación diurna, se presentan preferentemente de día, pero no faltan de noche en momentos de perturbación. Es evidente que para el conocimiento de estas pulsaciones, será una ayuda de primera calidad el trabajo de cooperación organizado por la Comisión de Variaciones Rápidas.

Para patentizar el interés de estos estudios, baste decir que proporcionan datos preciosos para el conocimiento de la ionosfera y aun de la exosfera. En efecto, los pc , y tal vez en ciertas condiciones los pt , parecen ser pulsaciones semiestacionarias del campo magnético terrestre, producidas probablemente por oscilaciones hidromagnéticas de la atmósfera exterior que se extiende

más allá de la ionósfera; en particular los pc corresponderían a oscilaciones de tipo poloidal. Si esta atmósfera exterior es cerrada y esférica, su radio debe ser del orden de varios radios terrestres; su oscilación estaría provocada por la energía de turbulencia de las corrientes corpusculares solares que llegan hasta ella. Como se puede establecer una relación entre los períodos propios de los pc y el radio de la atmósfera exterior, el conocimiento de las pulsaciones, no menos que el de los silbidos de la radio, puede proporcionar datos de sumo interés sobre la naturaleza y características del entorno astronómico de nuestro Planeta. Durante el Año Geofísico se está haciendo un esfuerzo extraordinario para la reunión del mayor número posible de datos cuidadosamente elegidos para poder ser luego utilizados en estudios teóricos. Un primer cambio de impresiones sobre las conclusiones que se pueda deducir de los mismos, se tendrá en el nuevo «symposium» de Variaciones Rápidas que se celebrará al fin del AGI en el Instituto Meteorológico de De Bilt (Holanda), sede de la Comisión para la Caracterización de Perturbaciones Magnéticas, en septiembre de 1959.

Recibido el 23-V-1958.

Algunos fósiles triásicos de la provincia de Valencia

POR

INDALECIO QUINTERO Y JOSE DE LA REVILLA

INDALECIO QUINTERO Y JOSE DE LA REVILLA

ALGUNOS FOSILES TRIASICOS DE LA PROVINCIA DE VALENCIA

Al efectuar los trabajos de campo para la confección de la Hoja de Sagunto a escala 1:50.000, el Ingeniero Dupuy de Lôme encontró varios yacimientos de Muschelkalk, entre los que destacan: uno situado en la carretera de Serra a Torres-Torres y otro en la de Almenara a Val de Uxó, no sólo porque aparecen ejemplares sueltos, sino también por su buen estado de conservación.

Los afloramientos de Muschelkalk en la zona de la Hoja adquieren una gran importancia tanto por su extensión y desarrollo, como por ser uno de los raros lugares de Levante donde el Triás medio se halla bien definido desde el punto de vista paleontológico. Su potencia llega a sobrepasar a veces los 80 metros y no presenta carácter transgresivo sobre los depósitos inferiores, como sucede en otras áreas próximas, y yace siempre sobre las arcillas abigarradas del Buntsandstein superior.

La formación se inicia con calizas dolomíticas oscuras en gruesos bancos, seguidas por dolomías grises en fractura, algunas veces ferruginosas; a continuación, alternancias de calizas, dolomías y calizas dolo-

míticas, con intercalaciones de margas nodulares, y finalmente, hacia la parte alta de la formación aparecen calizas margoso-dolomíticas tableadas.

En la carretera de Serra a Torres-Torres y próximo al kilómetro 28, se encuentra uno de los yacimientos a que antes aludimos, en un afloramiento de margas nodulares, donde hemos recogido las siguientes especies:

- Acicula bronni*, Alb.
- Mytilus eduliformis*, Schlot.
- Nucula subcuneata*, d'Orb.
- Nucula goldfussi*, Alb.
- Myophoria vulgaris*, Schlot.
- Myophoria sublaccis*?, Schmidt.
- Myophoria laevigata*, Alb.
- Anodontophora aff. fassanensis*?, Wissmann.
- Euomphalus* sp.

El otro yacimiento está situado en las inmediaciones del kilómetro 3 de la carretera de Almenara a Val de Uxó, en el que aparecen margas tableadas amarillentas, ligeramente sabulosas, recubiertas parcialmente por depósito recientes. En él hemos determinado las siguientes especies:

- Gerzillcia jolcaudi*, Schmidt.
- Lithodomus* sp.
- Myophoriopsis aff. conspicua*, Schmidt.
- Myophoriopsis camposinensis*, Wurm.
- Myophoriopsis* sp.
- Anatina balcarica*, Schmidt.

ACLARACIONES A LAS ESPECIES FIGURADAS

Acicula bronni, Alb. (figs. 1, 2 y 3). 1885. Mallada, «Sinopsis de las especies fósiles», pág. 11, lám. 3, figuras 7-10.

Forma gruesa, muy abombada en su parte central, romboidal, redondeada en la región paleal, orejeta anterior pequeña y aillada, y posterior bien desarrollada.

La concha está ornamentada con líneas concéntricas de crecimiento, agudas y apretadas, que se extienden también por las orejetas.

Nucula subcuneata, d'Orb. (fig. 4). 1928. Schmidt, «Die Lebewelt Unserer Trias», pág. 174, fig. 388.

Concha en forma de cuña, que puede alcanzar hasta siete milímetros de longitud. Corchete agudo e inclinado hacia adelante.

Myophoria vulgaris, Schlot. (fig. 5). 1885. Mallada, «Sinopsis de las especies fósiles», pág. 7, lám. 2, figuras 14-16.

Concha oval-triangular, de corchetes muy arqueados y agudos, con estrias y líneas concéntricas de crecimiento. Escudete convexo y bien señalado por dos costillas redondeadas. Se aprecian, además, otras dos costillas radiales en el centro de la concha.

Myophoria laevigata, Goldfuss. (fig. 6). 1885. Mallada, página 5, lám. 2, figs. 1-4.

Concha equivaiva, triangular, con líneas de crecimiento de grosor diferente, aunque predominan los ejemplares lisos. Corchetes encorvados hacia adelante. Región anal mucho mayor que la bucal, y en ella se marcan una o dos costillas radiales, que se redondean hacia el borde paleal y determinan una ligera depresión en la región cardinal.

Myophoriopsis aff. conspicua, Schmidt (fig. 7). 1936. Schmidt, «Fossilien der spanischen Trias», pág. 86, lámina 5, fig. 39.

Forma redondeada, algo abultada, con corchete bastante ancho, más bien plano y saliente, que da la impresión de ser prosogiro. Presenta una quilla poco aguda dirigida hacia la parte posterior, y detrás de ella, un surco poco acusado.

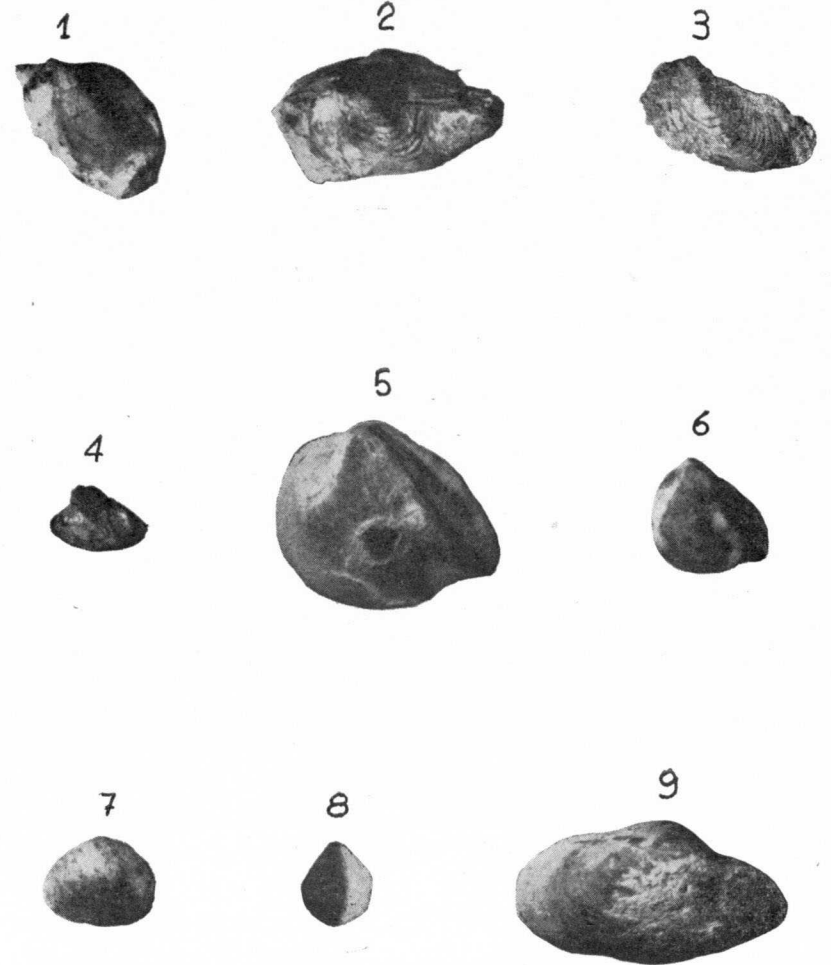
Esta especie es más pequeña que las del tipo alemán de Gansingen.

Myophoriopsis camposincensis, Wurm. (fig. 8). 1936. Schmidt, «Fossilien der spanischen Trias», pág. 86, lámina 5, fig. 41.

Concha casi cuadrangular, ornamentada con líneas de crecimiento algo abombadas. El borde superior es bastante recto y dentado, y el inferior, aproximadamente 4/5 del superior. Presenta corchetes prosogiros, una lúnula profunda y una quilla diagonal saliente que parte del corchete y atraviesa toda la concha.

Anodontophora aff. jussacensis? Wissmann (fig. 9). 1927. Ogilvie, «Das Grödener, Fasa und Enneberggebiet in der Südtiroler Dolomiten.

El único ejemplar que hemos recogido es semejante al representado por Ogilvie en la mencionada obra, lámina 2, figura 256, aunque de mayor tamaño, y lo atribuímos muy dudosamente a esta especie.



1-3. *Avicula bronni*, Alb. Algo aumentadas.—4. *Nucula subcuneata*, d'Orb. Ligeramente aumentada.—5. *Myophoria vulgaris*, Schlot. $\times 2$ —6. *Myophoria laevigata*, Goldfuss. $\times 2$.—7. *Myophoriopsis* aff. *conspicua*, Schmidt. $\times 2$.—8. *Myophoriopsis camposinensis*, Wurm, $\times 2$.—9. *Anodontophora* aff. *fassaensis*? Wissmann. $\times 1,24$

Estructura geológica de la cordillera Ibérica
entre Teruel y Cantavieja

POR

FERNANDO REIG

FERNANDO REIG

ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LA CORDILLERA IBERICA ENTRE TERUEL Y CANTAVIEJA

Aprovechando un viaje de prácticas de los alumnos de segundo año de la Escuela de Ingenieros de Caminos, en la asignatura de Geología, bajo la dirección del profesor don Clemente Sáenz, tuvimos hace unos años la oportunidad de acompañarles, escuchar las explicaciones de tan eminente geólogo, y dibujar un corte geológico a lo largo de la carretera de Teruel a Cantavieja, que, por su interés, consideramos digno de publicarlo en este número extraordinario de NOTAS Y COMUNICACIONES.

La cordillera Ibérica en la zona mesozoica que se considera, está formada por plegamientos de tipo jurásico, es decir, pliegues regulares con o sin fallas y tal vez con algún cabalgamiento, pero sin existir estructuras imbricadas y mantos corridos, tan frecuentes en el tipo alpino.

En la zona considerada se presentan los tres tramos del Mesozoico, Triásico, Jurásico y Cretácico, con sedimentación de tipo nerítico, costero y continental, no existiendo en ningún punto sedimentos de origen profundo batial.

El Triásico se presenta completo y de tipo germánico, con las areniscas rojas o rodeneo del Buntersandstein: las calizas y dolomías del Muschelkalk, y las margas abigarradas con yesos del Keuper.

El Jurásico empieza con las carniolas y calizas dolomíticas del Infralías, siguiendo un tramo de calizas del Lías inferior y medio, margas del Lías superior, con gran abundancia de fósiles; Dogger, formado por bancos regulares de calizas, y Malm, de calizas y margas alternantes, con espesor muy variable, pues en pocos sitios está completo, siendo frecuente falten algunos tramos.

El Cretácico empieza con formaciones del Wealdico de tipo continental, en las que es posible exista en su base algún tramo del Jurásico superior, presentando areniscas, margas arenosas de diversos colores, pero especialmente rojas, y algunas calizas, continuando con el Aptense, que en esta zona, y sobre todo en el Maestrazgo, cobra un enorme espesor de varios miles de metros, estando formado por margas y calizas con orbitolinas, siguiendo el Albense, con arcosas y areniscas que en algunos puntos tienen formaciones de lignitos, viniendo luego el Cenomanense y Turonense, de calizas y margas alternantes, seguidos de un Senonense, de calizas que forman acantilados, y, por último, un Garumnense, de calizas, areniscas y margas arenosas con *Lychnus*.

Del Terciario sólo se han encontrado a los largo del trazado conglomerados, posiblemente del Oligoceno, y arcillas arenosas que, por su semejanza con las de Libros, atribuímos al Mioceno.

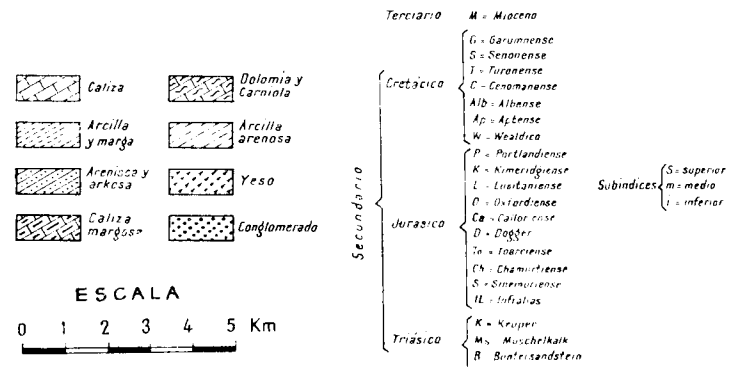
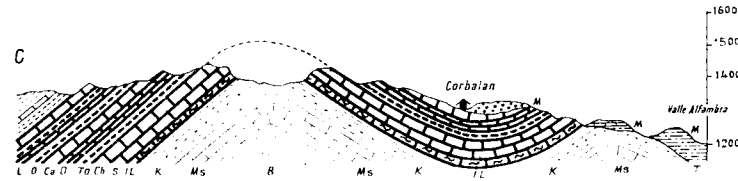
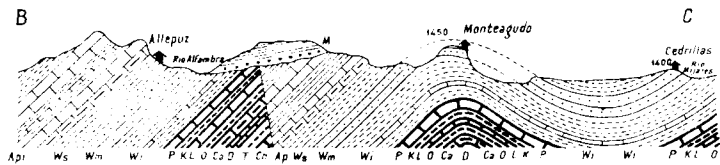
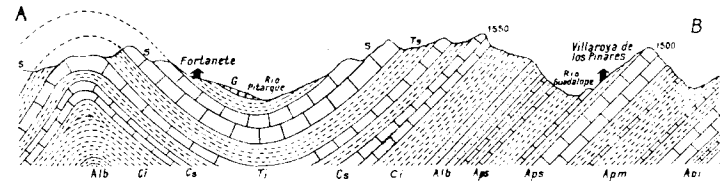
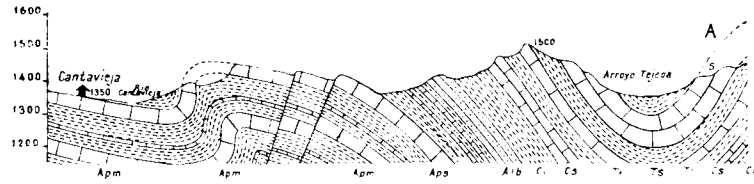
El Triásico y Jurásico están concordantes, más este

último y el Cretácico ya no se puede asegurar lo mismo, pues aunque en los contactos observados aparentemente no se observa discordancia angular, la variabilidad de espesor del Malm, cuya formación límite en contacto con el Cretácico varía de unos puntos a otros, hace sospechar la existencia de dicha discordancia, que debe ser suave, habiendo sido, por otra parte, observada en puntos relativamente cercanos de la parte media de la provincia de Castellón, en los ríos Villahermosa y Mijares, por lo que debe haber existido una fase de plegamiento suave paleoalpino en el Jurásico superior, con lo que está de acuerdo la naturaleza continental de la formación del Wealdico siguiente.

Los plegamientos alpinos, en sus dos fases principales, fueron los que evidentemente dieron su forma actual a la cordillera, pero en el tramo que consideramos, al no existir formaciones desde el Garumnense hasta el Mioceno medio, no pueden ser datados con más exactitud.

Algunos autores que han estudiado la zona, han clasificado equivocadamente como del Buntersandstein las areniscas de Cedrillas, que en realidad son del Wealdico, por lo que la mancha de Triásico que aparece en dicho pueblo es, en realidad, del Cretácico inferior; el verdadero Triás se presenta en el Valle del Alfambra y en algún punto del alto Guadalupe.

En el aspecto tectónico, los pliegues casi simétricos del Valle del Alfambra van pasando progresivamente a disimétricos, con vergencia hacia el Nordeste, conforme se acercan hacia el Maestrazgo, hasta encontrar ya pliegues tumbados en Cantavieja, llegando incluso a algunos cabalgamientos fuera ya del corte considerado, de-



biendo hacer resaltar la rigidez relativa que da al Cretácico el enorme espesor del Aptense, con su gran predominio de calizas.

En líneas generales, los terrenos más antiguos del Triás están en el Oeste, cosa lógica, pues más allá del Alfambra, en el Valle del Guadalaviar, llega a aparecer el núcleo de Paleozoico antiguo de la cordillera, pero conforme se va hacia el Este, por el contrario, los terrenos son cada vez más modernos, hasta llegar al límite del Cretácico y Eoceno, desde el que saltan hasta los conglomerados oligocenos, con laguna total de terrenos nummulíticos.

Recibido el 2 VI 1958.

El *Chlamys rogeri* Crusafont, nombre nulo, en
sustitución del *Ch. catalaunica* Alm.-Bof.

POR

J. R. BATALLER y LUIS VIA, PBROS.

J. R. BATALLER y LUIS VIA, PbroS.

EL *CHLAMYS ROGERI* CRUSAFONT, NOMBRE
NULO, EN SUSTITUCION DEL *CH. CATALAU-*
NICA ALM.-BOF.

En una nota aparecida en *Estudios Geológicos*, volumen XIV, núms. 35-56, págs. 273, Crusafont Pairó, al iniciar los estudios sobre la fauna de moluscos del Mioceno del Vallés-Penedés, aporta a este nuevo campo de investigaciones una pequeña nota sobre una forma muy interesante de nuestra facies mediterránea, el *Chlamys catalaunica* (Alm. et Bof.), concretándose a dos puntos de vista diferentes. Uno de ellos hace referencia a la cuestión de su nomenclatura, y el otro a su significación dentro del cuadro estratigráfico de nuestro Mioceno marino.

Como no estamos conformes con todas las apreciaciones del señor Crusafont, vamos a exponer nuestra opinión sobre algunas de sus afirmaciones, tal como vienen expuestas en su nota.

Almera y Bofill (1897) la caracterizaron (se trata del CHLAMYS CATALAUNICA) por vez primera hace más de un siglo en varias localidades pretendidamente burdigalenses de nuestra depresión. Ciertamente, dentro de cuarenta años hará un siglo de la aparición de la descripción de esta especie.

Da a continuación las localidades en que se había reconocido la especie hace sesenta años, sin que conozca todas las restantes en que se ha recogido con posterioridad y que no figuran en la monografía del género *Pecten*.

Encontramos muy raro que se guarden los tipos de esta especie en la Universidad de Lyon, pues sus autores tenían reunidos en el Museo del Seminario todos los tipos por ellos creados, así como de otros colaboradores. Al dejar en sus últimos años de vida al Servicio del Mapa Geológico y Topográfico de la provincia de Barcelona, subvencionado por la Excelentísima Diputación Provincial, los materiales paleontológicos del Mapa, después de variados percances, pasaron por fin a la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona y debieron instalarse en la Sala Almera, por acuerdo especial de la Junta celebrada en 7 de marzo. Quedó sólo en el Seminario el numeroso material de equínidos nuevos creados por Lambert, que se perdieron durante la dominación marxista del año 1936.

Indica luego que la especie fué incorporada al género *Chlamys* por Roger (1939), el cual halló en la citada forma los suficientes caracteres diferenciales como para separarla específicamente de la especie de Fontannes. Antes de Roger ya se había considerado esta forma como *Chlamys* Bolten por muchos autores, y así consta más recientemente en la Explicación de la Hoja de Tarragona, núm. 473, en la página 58. Tampoco fué Roger quien creó este *Chlamys catalaunica* como forma independiente del *P. prescabriusculus*, como luego veremos.

Lo que nos interesa ahora hacer constar dice Crusafont, es que el nombre de CATALAUNICA como título

específico no es válido para la forma miocénica. En efecto, del Cretáceo catalán se conoce desde 1921—o sea antes de la valoración específica de nuestra forma—, un *Pecten* descrito y figurado por L. M.^o Vidal (1921) con el nombre de PECTEN CATALAUNICUS, cuyo tipo procede del Maestrichtiense de Gosol. Esta especie está citada también en la Sinopsis publicada más tarde por Bataller (1946-1947), con la misma diagnosis dada por Vidal, sin otra consideración respecto al género...

Vemos, pues, que el nombre de CATALAUNICA resulta estar ya preocupada haciendo referencia a otra especie del mismo género CHLAMYS, por lo que es necesario, de acuerdo con las leyes de prioridad, dar un nuevo nombre a la forma del Mioceno mediterráneo. Proponemos aquí el de CH. ROGERI, en honor al ilustre paleontólogo francés que estableció la categoría específica de la forma que nos ocupa.

El argumento para invalidar la especie de Almera perteneciente al Miocénico, es que hay otra especie posterior con el mismo nombre dado por Vidal a una forma del Maestrichtiense. Ahora bien, tanto la forma *Chlamys catalaunica* asentada por Roger o *Chlamys rogeri*, enmendada por Crusafont, son apreciaciones erróneas debidas al desconocimiento de nuestra literatura geológica y, por consiguiente, se ha de mantener el *Pecten catalaunicus*, o si más gusta el *Chlamys catalaunica*. Alm.-Bof. sp. En efecto:

1.^o Hace sesenta años (1897), Almera, en la explicación somera del Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona - Región segunda o del río Noya al Mar, dice: m' y m'' - Burdigaliense - Depósito litoral pudínico y calcáreo con *Pecten catalaunicus* y *Scutella*

Lusitanica. De 1 a 160 metros de espesor. Está constituido por pudinga de cantil o litoral en la base (m¹) adosada a las calizas aptienses, a expensas de las cuales está formada, por calizas marmóreas lumaquéllicas con *Schizoporella linearis* Hass (?) (m^{1'}) y varias especies de moluscos litorales en la parte media, y por calizas molásicas o margosas con *Pecten* (*P. praescabriusculus* var. *catalaunica*, *Haverii*, *Bonifaciensis*, *subbenedictus*, *Lychnulus*) *Schizaster Scillae* en Olérdola y *Scutella Lusitanica* en Sant Sadurní de Noya.

2.º Al año siguiente (1898), De Angelis d'Ossat en su trabajo sobre los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en Cataluña, al tratar de la *Schizoporella linearis* Hasall sp. ? (fide Neviani), dice al ocuparse del nivel estratigráfico: Langiense (Burdigaliense) (primer piso Mediterráneo de Cataluña). Constituye una gran peña cerca de los Monjos del Panadés al SE. de la parroquia debajo el nivel del *P. Catalaunicus* A. y B., del tipo de *P. praescabriusculus* Font (Almera).

3.º Dos años más tarde, en 1900, Almera en la explicación de la Hoja de la Región tercera o del Río de Fóix y la Llacuna, dice: m¹ y m^{1'} - Burdigaliense superior - Depósito litoral pudingoso y calcáreo con *Schizoporella linearis* y *Pecten catalaunicus* - 160 metros. Está constituido por pudingas de cantil o litorales (m¹) adosadas a las calizas aptienses a expensas de las cuales se ha formado, de calizas marmóreas amarillentas con *Schizoporella linearis* Hass ? y varias especies de Moluscos litorales y por calizas molásicas o margosas con *Pecten*: *Pecten catalaunicus* del tipo *P. praescabriusculus*, *P. subbenedictus*, *P. lychnulus*, etc... (m^{1'}).

4.º En 1922 Faura y Sans en el nuevo mapa geológico de Cataluña y en la explicación de la Hoja núm. 34 - Villafranca del Penedés, página 52, dice: Burdigalià - Diposit litoral pudingós: calcari amb *Pecten catalaunicus* i *Scutella Lusitanica*. De 1 a 160 metres d'espessor. Està constituït per pudinga litoral a la base, adossat a les calices aptienses a costes de les quals està formada.

5.º Al año siguiente (1923) Faura y Sans en la explicación del Mapa geologic de Catalunya, al tratar de la estratigrafía de la Hoja núm. 39 - Vilanova i Geltrú en la página 51, dice: Burdigalià - Prop de Castellet i Arbós, fins a Bellvei i Clariana hi ha un ample diposit de faisó litoral, amb pudingues; calisses amb *Schizoporella linearis* i *Pecten catalaunicus*, de menys de 150 metres d'espessor, arrececat damunt les formacions cretàiques...

Estas cinco citas que se reducen en parte a las primeras dadas por el Canónigo Almera, pues, las otras dos son la traducción literal al catalán, demuestran que la preocupación del nombre *Pecten catalaunicus* fué realizada a favor de la especie miocénica, no de la cretácea, y dice taxativamente *Pecten catalaunicus* del tipo del *P. praescabriusculus*.

La especie de Vidal fué creada casi veinticinco años más tarde con la misma denominación, y según las leyes de prioridad se le ha de dar un nombre nuevo en contra de lo que ha realizado Crusafont.

El *Chlamys rogeri* en honor del ilustre paleontólogo francés es, pues, una denominación falsa y no fué él quien estableció la categoría específica, sino el mismo Canónigo Almera, a quien debe restituirse con todo rigor la paternidad científica.

La forma de Vidal tendría que cambiar el nombre de *catalaunicus* por otro, pues es una forma creada con posterioridad y es una desgracia que no puedan haber más que una especie *catalaunica* en el amplio grupo de los Pectínidos que van adquiriendo importancia e interés desde el mesozoico al terciario y, sobre todo, en el miocénico al que pertenece la primera atribución dada por Almera. Dado que no se prestaría a confusiones por tratarse de dos formas tan distintas y tan distanciadas en tiempo, y como tributo de admiración y respeto a la obra de Vidal nos atreveríamos a proponer que se conservara la denominación dada, sin que dejara de ser muy justificada la denominación de *Chlamys Vidalii*.

Falot (1929) en su nota sobre el neogénico de la zona murciana que circunda en todos rumbos la Sierra de Espuña, dice estar formado por unas potentes areniscas duras con *Amphisteginas* y *Heterosteginas*, transgresivas y fuertemente levantadas. Estos organismos concuerdan con la facies que le hace suponer que se trata de un Burdigaliense análogo al de la Sierra de Mallorca, así como las margas arenosas azules con lechos de arenisca que en Alhama de Murcia presentan *Pecten paulensis*, *P. convexior*, *Chlamys praescabrisculus*, *Ch. praescabrisculus* var. *catalaunica*, etc., que son manifiestamente burdigalienses.

Las alusiones que hace Falot se refieren a su tesis, y al tratar Neogeno dice (1922): «La fauna determinada por nosotros en el Laboratorio de Geología de la Universidad de Lyon, con la ayuda sabia y amable del profesor Ch. Deperet, comporta las formas siguientes:

Chlamys praescabrisculus Font.

Chlamys praescabrisculus Font var. *talarensis* Kil.

Chlamys praescabrisculus Font var. *catalaunica* Almera.

Chlamys gr. *Ch. subtriatus*.

Pecten convexior Alm.-Bof.

Ostrea gingensis Schloth. etc., etc., políperos que ha recogido principalmente en Son Valentí, Son Buñola, indicando que, aunque no comporten más que un pequeño número de especies, la fauna clasificada, sin ninguna duda, clasifica las capas que la contienen como Burdigaliense.

Las capas superiores, dice, siguiendo el consejo de Deperet, pueden considerarse como el equivalente de las margas del Schlier vienés, como también de las margas cartenienses de Argelia, y podrían colocarse ya en la base del Helveciense, ya en el Burdigaliense más superior.

De Deyá (Son Maroig), en a las mismas formas e insiste que los únicos elementos característicos de esta fauna, que permiten datar el Neogeno de Deyá, son aquí los *Pecten*, característicos del Burdigaliense. Las formaciones margosas superiores a las capas de *Chlamys praescabrisculus* faltan casi en absoluto. De interés estratigráfico es el nivel que ocupan las *Amphistegina*, colocadas seis metros por encima de la *Ostrea gingensis* que acompaña los *Pecten*.

Finalmente, se citan los trabajos de Bauzá sobre los pectínidos, en los que su autor dice: «El valor estratigráfico concedido al grupo de los pectínidos y la colaboración del sabio especialista profesor Jean Roger, de

París, a quien debo la determinación específica de la mayoría de los ejemplares citados en la nota (pues dos de los figurados fueron clasificados, según dice, por uno de nosotros, y algún otro según el texto).»

Al *Amusium cristatum* Bronn. mut. *badense* le asigna sólo edad helveciense, siendo así que se encuentra ya en el Burdigaliense; luego nos ocuparemos de esta especie.

En terminar la distribución geográfica del *Chlamys catalaunica*, indica Crusafont que hablará del valor estratigráfico de esta asociación de pectínidos, y en la distribución estratigráfica dice que Roger considera esta forma como esencialmente burdigaliense, pero añade que este criterio no es exacto y debe ser revisado a la luz de las observaciones estratigráficas llevadas a cabo por Truyols, Nuria Solé, J. de Porta y Crusafont.

A nuestro parecer, antes de intentar la modificación de la estratigrafía miocénica, hubiera sido conveniente tener en consideración lo que indican otros geólogos, y entre ellos Colom (1956), que dice: «Las macrofaunas del Burdigaliense de Mallorca vienen a corroborar este punto de vista revelado por la micropaleontología. Los materiales recolectados hasta hoy no son muy completos ni ricos en especies. Resulta más bien un conjunto pobre, constituido por una serie de Lamelibranquios de los géneros *Pecten*, *Chlamys*, *Flabellipecten*, etcétera, más otra serie de Equínidos de los géneros *Scutella*, *Clypeaster*, etc.

Entre las especies del primer grupo, el más importante y de mayor valor estratigráfico, el género *Chlamys*, está representado por dos especies predominantes

en la mayoría de los yacimientos: son el *Chlamys praecabriusculus* Font y el *Ch. catalaunicus* Al.-Bof.

La primera ocupa en el valle del Ródano (Francia), de una manera muy constante, los niveles superiores del Burdigaliense, y la segunda aparece muy difundida en los mismos niveles de Cataluña. Por tal motivo, la preponderancia manifiesta de ambas formas en la mayoría de los afloramientos mallorquines, en contraste con la escasez de las demás formas que les acompañan, vendría a confirmar que la transgresión marina perteneció exclusivamente al Burdigaliense medio y superior. En orden de frecuencia les siguen *Pecten convexior* Alm.-Bof. y el *Chlamys northamptoni* Mich. Las demás especies son raras y su distribución estratigráfica en los niveles mallorquines del Burdigaliense y Helveciense la representa en cuadro (pág. 108).

«La revisión de todas las asociaciones de foraminíferos tienden a demostrar que en Mallorca los sedimentos que las contienen son de edad burdigaliense.»

Sobre las investigaciones referentes a la cuenca del Vallés-Penedés, se indica en la Hoja núm. 447, Villanueva y Geltrú, publicada por A. Almela, Director del Instituto Geológico y Minero de España, en la página 49: «También son importantes los trabajos paleontológicos relativos a esta región, llevados a cabo por Almera, Bofill, Truyols, etc. Por cierto que este último dice que después de los mapas de Faura, no aparece ningún trabajo importante, olvidando la Hoja de Valls, con abundante fauna burdigaliense.»

En la Hoja 473, Tarragona, del Mapa Geológico de España, en el capítulo de Paleontología, página 53, se dice:

«*Heterostegina costata* d'Orb. La presencia de este foraminífero en Tarragona fué comprobada por primera vez por L. Carez, con el nombre de *Operculina complanata* Basterot, asimilada a la forma de Biarritz y Abbese. Se encuentra en un banco cuya situación estratigráfica hemos indicado con anterioridad. Nuestros ejemplares han sido revisados por H. Douvillé. Esta especie es frecuente en la base del Mioceno, que hemos reconocido también en una roca procedente del Burdigaliense de Andalucía. Altafulla a Torredenbarra, por la costa, Burdigaliense.

Ostrea Gingsensis Hoernes. Reconocida por Mallada de los alrededores de Tarragona, la hemos vuelto a encontrar formando un banco junto al kilómetro 3 de la carretera de Montnás, Burdigaliense superior.

Amussium cristatum Broum, mutación *badense* Font.

Deperet y Román colocan en esta variedad el *Flabellipecten galloprovincialis* Math. var. *baranensis* Alm.-Bof., descrito y figurado por estos autores en su monografía del género *Pecten*, página 14, lámina 5, figura 4, procedente de Bará: los paleontólogos de Lyon figuran en su reciente trabajo un ejemplar remitido por uno de nosotros, procedente de las trincheras del ferrocarril entre San Vicente y Bará. Nosotros hemos recogido varios ejemplares de la mut. *badense* Font en las molasas arenosas amarillentas de Altafulla y Bará, Burdigaliense superior.

Según el trabajo antes citado de Colom, los dos foraminíferos hasta ahora conocidos, *Operculina complanata*, por Carez, y la *Heterostegina costata*, según Douvillé, son dos formas que no pasan del Burdigaliense,

predominando en los niveles areniscosos y de conglomerados.

No creemos que sea indiscutiblemente helvecienses unas capas que contienen, entre otros fósiles, un *Amussium cristatum badense*, que se encuentra ya en las capas burdigalienses bien datadas, y las otras dos formas deben ser típicas, pero no del Helveciense español.

«El arrastre facial seguido por Truyols le permite establecer la correlación estratigráfica con los niveles de Calafell y enlazar aquí con los niveles de Bará y Altafulla observados por Solé y Porta, quienes indican que las tafocenosis de estos yacimientos contienen un gran número de formas vindobonienses y algunas que pasan del Burdigaliense al Helveciense... Todo ello aboga para la supresión del Burdigaliense marino en la depresión o, en todo caso, para dejarlo limitado, si es que realmente existe, a una extensión minúscula.

Como comentario a tan tajante conclusión, y para terminar, diremos que no es de mucha monta que le hagan perder al *Chlamys catalaunica* su categoría de fósil característico del Burdigaliense de la depresión prelitoral, y añadimos a estas disquisiciones dos preguntas:

1.º ¿Existe el Burdigaliense marino en Cataluña?

El canónigo Almera, en una de sus memorias, dice:

«El primer nivel del Burdigaliense no aparece con caracteres claros en ninguno de los puntos hasta aquí reconocidos, y que, por tanto, se debe dejar bajo el signo de duda la presencia del mismo en Tarragona: por más que, ateniéndonos a las observaciones de M. Carez, deberíamos admitirlo en dicho punto, en don-

de, entre otros fósiles, dice haber reconocido una *Scutella* que cree poder referirse a la *S. Paulensis* Ag., característica del Burdigaliense inferior en la cuenca del Ródano.»

Los datos ontológicos que arrojan los estratos de los cortes que preceden acusan con igual evidencia en nuestra provincia la presencia bien caracterizada, a tenor de las clasificaciones adoptadas en Francia por Mr. Deperet, de Lapparent y Munier Chalmas, de los pisos Helveciense, Tortonense y Pontense del mismo período miocénico.

2.ª ¿Pero es válido el nivel Burdigaliense?

Según las invocadas leyes de prioridad, ha de denominarse *Langiense*, como ya lo indica en fechas más recientes L. Mallada, y con anterioridad, uno de los colaboradores del doctor Almera decía, hace sesenta años:

«Pareto creó y estableció el piso *Langiense*, equivalente al Burdigaliense, que ha sido posteriormente introducido por M. Deperet, o sea, en 1892. Muchos geólogos franceses han adoptado este piso ya en el mapa geológico de Francia, bajo el pretexto de que Pareto no determinó paleontológicamente su *Langiense*. Aun cuando esto fuese verdad, como dice muy bien Botti, no habría razón suficiente para sustituir o suplantar el nombre del *Langiense* por el de Burdigaliense; porque, además de la confusión que origina un nombre nuevo en la ciencia, podrían muy bien los geólogos franceses definir paleontológicamente dicho *Langiense*, por todo el mundo ya conocido desde veinticinco años a esta parte. Sin embargo, no había necesidad de hacer este trabajo, porque muchos geólogos italianos, en sus obras

paleontológicas, han descrito y definido claramente dicho piso. M. Fallot (francés) no ha aceptado este nombre de M. Deperet, como tampoco lo ha querido admitir en Italia el doctor Trabucco, quien ha demostrado con claridad, estratigráfica y paleontológicamente, la existencia y determinación de piso *Langiense*, reivindicando, en consecuencia, el derecho de prioridad para el mismo en la ciencia.»

En una publicación bien reciente, sin suprimir el Burdigaliense, se pone a continuación *Langiense*, y esto por un autor francés.

*Laboratorio de Paleontología de la Universidad
de Barcelona*

Recibido el 4-VI-1958.

Resúmenes

DATOS PALEONTOLOGICOS DEL FLYSCH DE GUI-
COA: EL VRACONIENSE DE SEPTARIAS DE MO-
TRICO

por Joaquín Gómez de Larena

R E S U M E N

En Motrico, al extremo Oeste de la costa de Guipúzcoa, se halla un yacimiento fosilífero de edad vraconiense (Albiense superior). Hasta ahora se han hallado: *Mortoniceras* (*Perquinieria*) *potternense* var *evoluta* Spath; *Pachydiscus*; *Puzosia mayorana*, D'Orb; *Puzosia* aff. *planulata*; *Phylloceras*; *Brancocheras*?; *Scaphites*?

Belemnitidos, probablemente formas nuevas.

Actinoceramus (*Taenioceramus*) *concentricus* Park;
Inoceramus sp.

Bivalvos de facies salobre?

Gasterópodos: *Trochus* sp.

Microfauna (por determinar).

Los estratos vraconienses muestran una alternancia regular de margas grises, ricas en materia orgánica y menos en asfáltica, con bancos, lentejones y septarias de siderita.

R É S U M É

A Motrico, à l'extrémité occidentale de la côte de Guipúzcoa, il y a un gisement fossilifère d'âge vraconienne (voire la liste ci-dessus).

Le vraconien de Motrico consiste en une alternance de marnes, riches en matière organique et asphaltique, avec des banes, des lentilles et des septarias de siderose.

A B S T R A C T

At Motrico, at the western end of the coast of Guipúzcoa, there are a fauna (see above) which is characteristic for the Albian Stage: Upper Albian (Upper Gault), Pervinquerian, *auritus*-Zone.

Their lithological character consists in the alternation of asphaltic marls and ironstone, like the «Black Band group» of the Coal Measures from the Staffordshire Coalfield.

A U S Z U G

In Motrico, am westlichen Ende der Küste von Guipúzcoa, befindet sich eine Fauna, (siehe oben) die die Stufe Vraconnien (Ob. Alb.) belegt. Mergel, reich an organischen Stoffen, darunter auch von asphaltischen Natur, wechseln mit Siderit-Bänken ab. Bezüglich die Entstehung dieser Siderit-Bänke wird auf die Ähnlichkeit mit der Bildung der Eisenkarbonate in den Steinkohlenflözen des Ruhrgebietes hingewiesen.

SENSIBILIDAD DE LA CALCITA EN LOS DIAGRAMAS DE FABRICA

por Tirso Febrel

Se expone en este trabajo la gran sensibilidad que para reorientarse tiene la calcita, lo que hace que se reflejen en ella las deformaciones de última hora, cosa que no sucede en minerales menos sensibles.

Para ello se estudian diagramas de fábrica, de calcita y dolomía, obtenidos de muestras orientadas tomadas en labores de varias minas de blenda-galena de la provincia de Santander.

Se estudian y comparan varios diagramas y se ve que la dolomía se deforma con más dificultad que la calcita, la cual se ha orientado por tensión según una última fase de movimiento.

R É S U M É

La grande susceptibilidad de la calcite à la réorientation fait qu'elle reflète des déformations de dernière heure, ce qui ne se passe pas avec des minerais moins sensibles.

On étudie des diagrammes de maçonnerie de calcite et dolomie obtenus d'échantillons orientés prélevés d'excavations faites à plusieurs mines de blende-galène dans la province de Santander.

En faisant un examen comparatif de plusieurs diagrammes, on constate que la dolomie se déforme plus difficilement que la calcite, et que celle-ci s'est orientée par tension selon une dernière phase de mouvement.

S U M M A R Y

As a consequence of its high susceptibility to reorientation, calcite reflects last-minute deformations, which is not the case with less sensible minerals.

A study is made of diagrams corresponding to masonry made of calcite and dolomite obtained from orientated samples taken from excavations made in several mines of blende-galena in the Santander province.

A comparative study of several diagrams shows that dolomite is not so easily deformed as calcite; the latter orientates under stress according to a last phase of movement.

EL GARUMNTENSE ESPAÑOL Y SU FAUNA

por J. R. Bataller

El Garumntense, creado por Leymerie, sigue siendo utilizado como término estratigráfico del Cretáceo superior por los investigadores españoles, con preferencia al Daniense y Montiense; no tienen éstos ninguna afinidad con las formaciones pirenaicas de una y otra vertiente, ni con las de Provenza, que presentan entre sí estrechas relaciones, tanto geográficas como paleontológicas que se extienden hasta las formaciones sincrónicas de Rumania. La fauna garumntense

como a tal, ha sido objeto de numerosos trabajos por Vidal; en esta nota se hacen variadas consideraciones generales sobre los pachiodontes, los *Lychnus* y los reptiles que se conocían de antiguo, pero que las investigaciones recientes han ampliado los hallazgos, tanto en Cataluña como en Castilla. Se dan finalmente las características asignadas al Daniense por diversos geólogos, sin que pueda establecerse relación con el Garumniense.

R É S U M É

Le Garumnien, crée par Leymerie, continue à être utilisé come terme stratigraphique du crétacé supérieur par les géologues espagnols, de préférence au Danien et au Montien. Ces derniers n'ont aucune affinité avec les formations pyrénéennes de l'un ou l'autre versant, ni avec celles de la Provence, qui présentent entre elles d'étroites relations tant géognostiques que paléontologiques, et qui s'étendent jusqu'aux formations synchroniques de Roumanie. La faune garumienne a fait l'objet comme telle de nombreux travaux par Vidal. Il est présenté dans cette note différentes considérations générales sur le pachiodontes, les *Lychnus* et les reptiles que l'on connaissait anciennement mais dont les investigations récentes ont élargi les découvertes, tant en Catalogne qu'en Castille. Les caractéristiques au Danien sont décrites enfin par divers géologues sans qu'il puisse être établi aucune relation avec le Garumnien.

CONGRESO SOBRE LOS YACIMIENTOS DE GAS NATURAL DE EUROPA OCCIDENTAL.

por Santiago García-Fuente y Carlos Muñoz Cabezón

Este trabajo comprende dos partes: en la primera se resumen brevemente las sesiones del Congreso, señalando los puntos más destacados de las diferentes memorias presentadas.

Se agrega también la descripción de la visita a las instalaciones de «San Donato», en Milán, donde están instalados los Laboratorios del E. N. I., y unas notas sobre la excursión geológica efectuada por los Apeninos como final del Congreso.

En la segunda parte se hace un resumen de los datos más interesantes de los principales yacimientos de gas de Europa Occidental con los datos suministrados por las publicaciones del Congreso.

Se han resumido los datos desde el punto de vista de la prospección y por ello se destacan especialmente los cortes, series estratigráficas, presiones, etc.

Se reseñan los siguientes yacimientos:

Alemania.....	{	Campo de gas de Bentheim
		» » » » Rehden
		» » » » Stockstadt
Austria.....	{	Campo de gas de Mühlberg
		» » » » Matzen
		» » » » Zwerndorf
		» » » » Fischamen
Francia.....	{	Campo de gas de Locq
		» » » » Sain Marcet
Holanda.....	{	Campo de gas de Zechstein
Gran Bretaña.....	{	Campo de gas de Cousland
		» » » » Eskala
Italia.....	{	Resumen del estudio de la Hanura Pedana y
		Campo de Cortemaggiore
Yugoslavia.....	{	Campo de gas de Dolina
		» » » » Petesovci
		» » » » Janja Lipa
		» » » » Dugo Selo y Nova Gradiska

GEOLOGICAL CONGRESS ON GAS FIELDS IN WESTERN EUROPE

This survey is divided into two parts: the first is a summary of the Congress meetings, giving an outline of the main points brought up by the various reports submitted.

The first part also includes a description of a visit made to the «San Donato» installations in Milan, where the E. N. I. laboratories are located, and some notes concerning the geological excursion to the Apennines with which the Congress was closed.

The second part of the survey is a summary of the most interesting data concerning the principal gas fields in Western Europe including the information furnished in the publications by the Congress.

The information has been summarized from the prospection viewpoint and, therefore, emphasis is given to cross-sections, stratigraphical series, pressures, etc.

The following gas fields are shown:

Germany.....	{	Bentheim	Gas Field
		Rhden	» »
		Stockstadt	» »
Austria.....	{	Muhlberg	Gas Field
		Matzen	» »
		Zwerndorf	» »
		Fischamend	» »
France.....	{	Lacq	Gas Field
		Saint Marcet	» »
Holland.....		Zechstein	Gas Field
Great Britain.....	{	Cousland	Gas Field
		Eskala	» »
Italy.....	{	Summary of Survey of the Padana Plain and Cortemaggiore	
Yugoslavia.....	{	Dolina	Gas Field
		Petesovci	» »
		Janja Lipa	» »
		Dugo Selo	» »
		Nova Gradiska	» »

NOTA SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DE LAS BARDENAS EN SU EXTREMO MERIDIONAL.

por Eduardo Alastrue

RESUMEN

En la presente nota se describen las formaciones del Terciario continental que, desde la línea del río Riguel hasta la del Ebro, rodean a la Bardenas en su extremo meridional. Tienen por límite superior los yesos horizontales sarmatienenses y son atribuidas al Vindoboniense. La serie caliza de la mole de La Negra, que descansa sobre los terrenos anteriores y en la que culminan las Bardenas, es asimismo descrita en varios cortes de detalle. Su edad, confirmada por el hallazgo de algunas faunas de moluscos, es Pontienense.

R É S U M É

On décrit dans cette note les formations du Tertiaire continental qui, entre les cours des fleuves Riguel et Ebro, entourent l'extrémité meridionale des Bardenas. Elles ont pour limite supérieure les gypses horizontales sarmatiens et sont attribuées au Vindobonien. La série calcaire du massif de La Negra, qui repose sur les terrains antérieurs et où se localisent les sommets culminants des Bardenas, est également décrite dans plusieurs coupes détaillées. Son âge, dont témoignent quelques faunes de Mollusques, est Pontien.

LA VERTIENTE SUR PIRENAICA, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INVESTIGACION PETROLIFERA

por A. Almela

R E S U M E N

Para poder establecer una comparación con las características de la vertiente septentrional del Pirineo, se expone una breve síntesis de la vertiente meridional, dispuesta en tres partes.

En la primera se describen las características estratigráficas, distribución y facies de los terrenos secundarios y terciarios, hasta el Oligoceno inclusivos, que son los únicos interesantes desde el punto de vista petrolífero.

En la segunda parte se ponen de manifiesto los fenómenos orogénicos más importantes y la historia geológica de la región, basada en las áreas de sedimentación y facies de las distintas formaciones.

Por último, se citan los indicios petrolíferos más interesantes y los sondeos profundos realizados, con los resultados obtenidos.

R É S U M É

A l'objet d'établir une base de comparaison avec les caractéristiques du versant septentrional des Pyrénées, on expose une brève synthèse du versant méridional, divisée en trois parties.

Dans la première on décrit les caractéristiques stratigraphiques, distribution et faciès des terrains secondaires et tertiaires jusqu'à l'oligocène inclusivement, qui sont les seuls terrains intéressants du point de vue pétrolier.

Dans la deuxième partie on met en relief les phénomènes orogéniques les plus importants et l'histoire géologique de la région, en se basant sur les zones de sédimentation et les faciès des diverses formations.

Finalement on fait mention des indices pétrolifères les plus intéressants et des sondages profonds effectués, ainsi que des résultats obtenus.

SUMMARY

To provide a basis for comparison with the characteristics of the northern side of the Pyrenees, its southern side is described by a short synthesis divided into three parts.

The first part deals with the distribution, faciès and stratigraphic characteristics of the secondary and tertiary terrains through the Oligocene, which are the only interesting ones from the standpoint of oil prospecting.

The second part shows the most important orogenic phenomena and the geologic history of the region, the study of which is based on the sedimentation areas and the faciès of the different formations.

Finally, mention is made of the most important indications of probable oil occurrences, and a list of major drilling and results obtained is also given.

INVESTIGACIONES DE NIOBIO Y TANTALO EN LA ZONA DE NOYA (CORUÑA)

por J. M. López de Azeona y A. Comba Sigüenza

RESUMEN

En el estudio de la zona de niobio y tantalio de Noya (Coruña) se ha comprobado la existencia de formaciones interesantes de dichos elementos, con concentrados en algunas ocasiones del orden de hasta 0,8 g/Kg. Las principales muestras corresponden a la faja de neises esquistos antiguos, que cruza la provincia de La Coruña desde Mugía a Boiro.

Se ha determinado la relación atómica Nb/Ta para esta zona, la que da un valor de 11,6, con lo que deducimos una media para la provincia de La Coruña de 12,8.

RÉSUMÉ

En étudiant la zone de columbium et tantalium de Noya (La Corogne) on a constaté l'existence d'intéressantes formations de ces éléments, dans des concentrations qui arrivent parfois jusqu'aux 0,8 g/kg. Les échantillons principaux correspondent à la bande de gneiss anciens qui traverse la province de La Corogne de Mugía jusqu'à Boiro.

On a déterminé que le rapport atomique Nb/Ta pour cette zone est 11,6, d'où l'on déduit que la valeur moyenne de ce rapport pour la province de La Corogne est de 12,8.

SUMMARY

In studying the area of Noya, La Coruña, for columbium and tantalum, the occurrence of interesting formations of these elements has been confirmed. Concentrations are sometimes as high as 0.8 g/kg. The chief samples correspond to the strip of old gneisses crossing the province of La Coruña from Mugía to Boiro.

The value of the atomic ratio Nb/Ta for this area has been found to be 11.6, which allows us to estimate the average ratio for the province of La Coruña as being 12.8.

NUEVO CISTIDEO DEL ORDOVICIENSE DE LOS MONTES DE TOLEDO

por Bernardo Meléndez

RESUMEN

Se describe una nueva especie de Cistideo Hidrofórido, precedente del Ordoviciense de los Montes de Toledo, que se asigna al género *Callia* Roux., revisándose con este motivo, la asignación genérica de otras dos especies de Cistideos anteriormente citadas de estos mismos niveles estratigráficos, *Echinosphacrites murchisoni* VERR. y BARR., y

Corythe rouaulti SAMP., llegándose a la conclusión de que deben incluirse también en el género *Calix* ROU., que agrupa Cistideos ciatiformes, en forma de copa y sin pedúnculo.

R É S U M É

On décrit une nouvelle espèce de Cystidé Hydrophoride, provenant de l'Ordovicien des Montes de Toledo. La nouvelle espèce correspond au genre *Calix* ROU. En outre on discute l'Assignation générique de deux autres espèces de Cystidés déjà connues de l'Ordovicien espagnol: *Echinospaerites purchisoni* VERN. et BARR., et *Corythe rouaulti* SAMP., en concluant qu'elles appartiennent aussi au genre *Calix* ROU., comprenant des Cystidés cyathiformes, sans péduncule.

DATOS GEOTECTONICOS DE LA EXTREMADURA CENTRAL

por Francisco Hernández-Pacheco

Se analiza en este trabajo las características orogénicas que ofrecen las formaciones del Paleozoico inferior en los dominios de las Vegas del Guadiana en la Extremadura Central o en las zonas inmediatas que las dominan.

Se aprecia que la orogenia hercínica es la que fundamentalmente afectó a esta comarca, siendo la fase Astúrica la de mayor importancia.

La fase orogénica caledónica está sólo representada por movimientos epirogénicos que se denuncian por la discordancia existente entre la base del Devónico, Gedinense y el Silúrico inferior ordoviciense.

No puede deducirse por las características del país, si actuaron en él fases orogénicas anteriores a las indicadas. Las posteriores actuaron débilmente sobre este cratón, habiendo dado a la orogenia Pirineo-Alpina origen a desnivelaciones siempre poco acusadas en los diferentes bloques que constituyen el país.

R É S U M É

Dans ce travail on analyse les caractéristiques orogéniques des formations du paléozoïque inférieur dans les plaines basses et fertiles de la Guadiana, en Estrémadure centrale, ou dans les zones voisines qui les surmontent.

On remarque que c'est l'orogénie hercynienne qui, fondamentalement, affecta à cette contrée, et que la phase des Asturies a été la plus importante.

La phase orogénique calédonienne n'est représentée que par des mouvements epirogéniques décelés par la discordance existant entre la base du dévonien, gédinien et le silurien inférieur ordovicien.

Les caractéristiques du pays ne permettent pas de déduire si des phases orogéniques antérieures ont aussi joué un rôle dans sa formation. Les phases postérieures à celle déjà mentionnées n'agissent que faiblement, et l'orogénie pyrénéenne-alpine a donné lieu à des dénivellations peu importantes dans les différents blocs qui constituent le pays.

S U M M A R Y

This paper examines the orogenic characteristics of the Lower Paleozoic in the open meadowy plains by River Guadiana, in Central Extremadura, or in the nearby areas rising above them.

It is noted that the movement hercynian was the one to influence basically this country, and that the Asturias phase was the most important one.

The Caledonia phase is only represented by epirogenic movements revealed by the discordance between the basis of the Devonian gedinian and the Lower Silurian Ordovician.

It cannot be deduced, from the characteristics of the country, whether orogenic phases prior to the aforementioned also played a part in the formation of the country. The subsequent phases had a very slight influence, and the Pyrenean-Alpine orogeny only caused slight differences of level amongst the various blocks of which the country is formed.

EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES RAPIDAS DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

por A. Romaña, S. J.

RESUMEN

Se da cuenta de los diferentes tipos de variaciones rápidas del campo magnético terrestre (comienzos súbitos de tempestades magnéticas, impulsos bruscos, comienzos súbitos polares o pulsaciones, bahías, trenes de pulsaciones, pulsaciones continuas y corchetes solares) y de la manera cómo se lleva a cabo su estudio en todo el mundo, mediante la colaboración de un centenar de observatorios con la Comisión de Variaciones Magnéticas Rápidas y Corrientes Telúricas de la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía.

SUMMARY

We give a brief account of the different types of rapid variations of the geomagnetic field (storm sudden commencements, sudden impulses, polar or pulsational sudden commencements, bays, trains of pulsations, continuous pulsations and solar flare effects) and we explain how their study is carried out on a world-wide scale by means of the collaboration of about one hundred observatories with the Committee on Rapid Variations and Earth Currents of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy.

ALGUNOS FOSILES TRIASICOS DE LA PROVINCIA DE VALENCIA

por Indalecio Quintero y José de la Revilla

RESUMEN

Se trata en este trabajo de dos yacimientos fosilíferos, que se consideran de gran importancia, por ser uno de los raros lugares de Levante donde el Muschelkalk está bien repre-

sentado desde el punto de vista paleontológico y donde aparecen ejemplares sueltos y en buen estado de conservación.

En esta nota se hace una breve reseña geológica, se dan listas de las especies encontradas en cada yacimiento, y se inserta una lámina con alguna de estas especies.

RÉSUMÉ

Ce travail traite sur deux gisements fossilifères auxquels on attache une grande importance, étant donné qu'il s'agit d'un des rares endroits du Levant espagnol où le Muschelkalk est bien représenté du point de vue paléontologique et où l'on trouve des exemplaires isolés et bien conservés.

Dans cette note on fait une brève description géologique, on donne des listes des espèces trouvées dans chacun des gisements, et on ajoute une planche avec quelques unes de ces espèces.

SUMMARY

This paper deals with two fossiliferous beds which are considered as highly important because of the fact that this is one of the rare spots in Eastern Spain in which the Muschelkalk is well represented, with some isolated specimens in rather good condition.

A short geologic description is made, and the species found in either bed are listed. A plate shows some of the species found.

ESTRUCTURA GEOLOGICA DE LA CORDILLERA IBERICA ENTRE TERUEL Y CANTAVIEJA

por Fernando Reig

RESUMEN

En esta breve nota se describen las líneas generales de la estratigrafía y tectónica, según un corte que se acompaña, de la cordillera, a lo largo de la carretera entre Teruel y Cantavieja, con especial referencia a las discordancias estratigráficas y tipos de estructuras.

SUMMARY

In this short note, are described the general lines of the stratigraphy and tectonics of an accompanying cross section of the range, along the roadway between Teruel and Cantavieja, with special reference to the stratigraphic unconformities and type of structure.

EL *CHLAMYS ROGERI* CRUSAFONT, HOMBRE NU-
LO, EN SUSTITUCION DEL *CH. CATALAUNICA*
ALM.-BOF.

por J. R. Bataller y Luis Via, Pbro.

RESUMEN

En esta nota se constata que la denominación dada por Almera al *Chlamys catalaunica* no puede ser sustituida por la rectificación dada por Crusafont y que su nivel propio es el Burdigaliense superior en la provincia de Tarragona.

RÉSUMÉ

L'espèce créée par Almera *Chlamys catalaunica* est correcte et la rectification proposée par Crusafont tombe en synonymie et le niveau propre de l'espèce est le Burdigolien supérieur dans la province de Tarragone.

Noticias

César Rubio (1878-1931).

Al publicarse este número se cumple el centenario del nacimiento, en Cáceres, de uno de los más ilustres Directores de este Instituto.

Además de los estudios de la Escuela de Ingeniero de Minas amplió sus conocimientos en Lisboa y en la Escuela Politécnica de Zurich.

Inició sus trabajos profesionales en Aldea-Moret (Cáceres), continuándolos en las diversas empresas de Asturias, Linares, La Carolina, Sierra Almagrera y Huelva.

En el año 1902 ingresó en la Comisión del Mapa Geológico, donde prestó sus servicios durante veintinueve años, siendo una de sus actividades más importantes la organización del XIV Congreso Geológico Internacional en Madrid el año 1926.

Reunión en París de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.

Durante los días 31 de marzo a 12 de abril de 1958 ha tenido lugar en París la reunión de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo, cuya finalidad principal ha sido la de dictar normas a fin de uniformar los símbolos y colores de los mapas de conjunto, así como para resolver las dudas que se presentan en cuanto a toponimia, representación geográfica, etc.

Al mismo tiempo han celebrado sesiones la Subcomisión del Mapa Tectónico del Mundo, la Subcomisión del Mapa Metalogénico del Mundo y la Comisión de Estratigrafía, lo que ha permitido un considerable avance en la resolución de los múltiples problemas que plantea cada uno de estos mapas, en cuanto a unificación de criterios y acertada representación de las cuestiones a que cada mapa hace referencia.

En estas reuniones estuvieron representados 42 países de las cinco partes del mundo, con asistencia de unos 60 Delegados.

El lunes 31 de marzo, por la mañana, tuvo lugar la sesión inaugural, presidida por el Ministro de Colonias, en la que el Presidente de la Comisión, Blondel, hizo una brillante exposición de la labor realizada y de las cuestiones principales que se debían debatir en las sucesivas sesiones.

Por la tarde tuvo lugar la primera sesión de trabajos, y en los días sucesivos, excepto los festivos, las reuniones de las diferentes Comisiones y Subcomisiones, mañana y tarde, de modo que no hubiera sesiones

simultáneas, ya que muchos países estaban representados por un solo Delegado, y era muy conveniente asistir a todas las reuniones.

Los Delegados de los diferentes países expusieron sus puntos de vista y algunos de ellos mostraron los mapas metalogénicos y tectónicos, unos ya impresos y otros en ejecución.

Como consecuencia de las diferentes opiniones emitidas se llegó en cada una de las Comisiones a las conclusiones siguientes:

Comisión del Mapa Geológico del Mundo.—Se aprobaron las recomendaciones y el cuadro de símbolos, colores y denominaciones de terrenos que aparece a continuación:

1.º Las masas de rocas eruptivas o ígneas se representarán, en general, con colores brillantes fuertes, y las de las sedimentarias con colores menos intensos. Las masas de rocas metamórficas se representarán de acuerdo con su probable carácter original, pero deberán diferenciarse por alguna sobrecarga.

2. La diferenciación de las rocas sedimentarias deberá ser fundamentalmente estratigráfica, debiendo aplicarse, en general, un color a cada sistema (terrenos, formación).

3. Dentro de cada sistema no deberán diferenciarse más de tres subdivisiones por medio de matices del color del sistema, representando siempre un matiz más fuerte una subdivisión inferior. Cuando sea preciso hacer más subdivisiones, bien por la edad o por el tipo del depósito, se harán con sobrecargas diversas (puntos, rayas cortas en todas direcciones, retículas, etc.), bien en color o en negro, o por medio de letras.

4. Las unidades que abarquen partes de dos sistemas se indicarán con el color del inferior, con una superposición de bandas fácilmente visibles de otro color, preferentemente parecido al del sistema superior, o al revés.

5. Las unidades que abarquen más de dos sistemas llevarán colores o matices diferentes.

6. Las unidades sedimentarias (o metasedimentarias) Precambrianas que pueden ser diferenciadas, se designarán con letras, empezando con la (A) para la unidad superior, en una región dada y continuando hacia abajo hasta la última subdivisión. Cualesquiera otros restos indiferenciados de formaciones inferiores inclasificables se indicarán, como basamento (terreno de base, Grundgebirge). A todas las unidades precambrianas se les asignarán colores relativamente pálidos.

7. Para las unidades y subdivisiones citadas en los párrafos 6, 5 y 4 (y hasta cierto punto el 3), no se prescriben límites estratigráficos precisos; se usaran dentro de cada región para indicar la edad relativa en cada una de ellas, sin que necesariamente tenga que existir correlación con las otras regiones.

8. La diferenciación de las rocas ígneas será, en primer lugar, petrográfica, y en general se asignará un color a cada una de las cuatro

clases principales: calcoalcalinas ácidas, calcoalcalinas básicas, alcalinas y las volcánicas (traps).

9. Las rocas intrusivas, las volcánicas (traps) (intrusivas o extrusivas) y las volcánicas del Cuaternario se indican con los colores lisos fuertes, mientras que las volcánicas más antiguas con una sobrecarga de trazos del color apropiado, sobre el color asignado a las rocas sedimentarias de la misma edad. Cuando haya necesidad de más subdivisiones, bien por la edad, o por la posición tectónica, se harán por medio de signos de diferentes clases o por letras.

10. Las rocas intrusivas ácidas pueden subdividirse aun más por su edad y representarse por varios matices desde rojo brillante al anaranjado, representando siempre una edad mayor los matices más oscuros. Sin embargo, no se prescriben límites precisos de edad para los diferentes matices; deben emplearse dentro de cada región para indicar edad relativa en la región respectiva, sin correlación con otras.

11. Las rocas metavolcánicas y metasedimentarias se indicarán con el color apropiado a su posición estratigráfica, si esta es conocida, con una sobrecarga de líneas rojas para las metasedimentarias: de líneas anaranjadas para las metavolcánicas ácidas y de líneas violetas para las metavolcánicas básicas. Las rocas metaintrusivas se indicarán con el color apropiado a su composición petrográfica con una sobrecarga de líneas blancas. Las rocas paliogénicas, migmáticas y otras de origen desconocido pueden representarse por especiales combinaciones de líneas gruesas rojas o blancas. La combinación de líneas indicará la dirección general de la exfoliación, si se conoce, pudiendo emplearse, para indicar diferentes grados metamórficos, diferentes clases de combinaciones de líneas.

La leyenda que sigue tiene por objeto interpretar los principios expuestos. Muestra solamente las unidades necesarias para una leyenda general; las subdivisiones que se han de distinguir por tonos de color o por signos, no están indicadas, ya que tienen que ser hechas con arreglo a las necesidades especiales de cada región. La primera columna da la designación de la unidad, y la segunda letra del símbolo.

Recomendamos el empleo de las letras minúsculas griegas para indicar las rocas ígneas, como por ejemplo:

ρ riolita	α andesita	β basalto
γ granito	β granodiorita	δ diorita
$\delta\rho$ gabbro	τ peridotita	τ rocas volcánicas (traps)
		λ Rocas alcalinas

La tercera columna da una descripción aproximada del color.

Masas de rocas sedimentarias

Cuaternario.....	Q	Marrón amarillento pálido
Terciario.....	TT	Amarillo brillante
Neogeno.....	N	Amarillo pálido
Paleogeno.....	RR	Amarillo fuerte, un poco anaranjado
Cretáceo.....	K	Verde amarillento moderado
Jurásico.....	J	Azul moderado
Triásico.....	T	Violeta grisáceo
Permiano.....	P	Naranja marrón
Carbonífero.....	C	Gris
Devoniano.....	D	Marrón
Siluriano.....	S	Verde oliva moderado
Ordovicense.....	O	Verde moderado
Cambriano.....	C	Azul verde moderado
Precambriano A.....	PA	Verde grisáceo pálido
Precambriano B.....	PB	Rojo-anaranjado
Precambriano C.....	PC	Rojo-anaranjado ligero
Precambriano D.....	PD	Rojo-anaranjado pálido

(Si existiesen otras unidades Precambrianas, emplear colores ligeros)

Basamento.....	A	Rosa
Mesozóico.....	MZ	Azul grisáceo
Paleozóico.....	PZ	Pardo-amarillento pálido (para subdivisiones, emplear 41, 67, etc.).
Mesozóico y Paleozóico. Mesozóico, Paleozóico, y Precambriano.....	MP	Violeta grisáceo
Paleozóico y Precam- briano.....	MP	Rojo grisáceo
Paleozóico inferior y Pre- cambriano.....	PP	Verde grisáceo
Paleozóico inferior y Pre- cambriano.....	PP	Verde oliva oscuro
Precambriano indivi- sible.....	PC	Rojo moderado

Rocas ígneas

Rocas intrusivas ácidas.	(Rojos fuertes y anaranjados rojos. Carmin, cinabrio, etc)
Rocas intrusivas básicas y ultrabásicas.....	Violeta
Rocas intrusivas alcali- linas.....	Naranja fuerte
Rocas volcánicas (Traps).	Verde fuerte

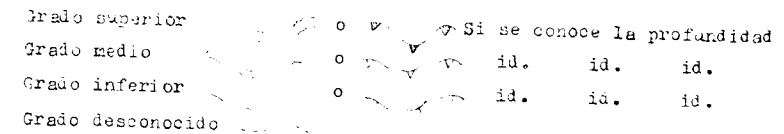
Rocas volcánicas cuaternarias

Ácidas.....	Anaranjado brillante moderado y algo rosáceo
Básicas.....	Púrpura o violeta poco brillante

Rocas volcánicas más antiguas

Ácidas.....	Rayas anaranjadas
Básicas.....	Rayas violetas
Desconocidas o va- riables.....	Rayas naranjas y violetas mex- cladas

Rocas metamórficas (rojo para rocas metasedimentarias; naranja o violeta para rocas metavolcánicas y blanco para las metaintrusivas).



Dirección desconocida. Puntos sin orientación.

Subcomisión del Mapa Tectónico del Mundo.—Al exponer los distintos países la labor ya realizada, se vio la dificultad de uniformar la representación cartográfica de regiones extensas, tanto por los diferentes criterios sustentados por los geólogos, como por los variados problemas que es interesante poner de manifiesto.

En su consecuencia, se propone hacer un primer ensayo con el Mapa Tectónico de Europa, en relación con el cual se aprueban las siguientes recomendaciones:

- A. Constituir una Comisión de Redacción integrada por los jefes de los Servicios Geológicos de los diferentes países de Europa.
- B. Constituir una Comisión de Redacción reducida que se encargue de reunir y coordinar los trabajos de los diferentes países.
- C. Adoptar la escala 1:2,500,000.
- D. Recomendar que se tenga en cuenta para que sirva de base para la leyenda y símbolos, los cuadros confeccionados por los geólogos de la URSS, con las modificaciones que se consideren necesarias.
- E. Utilizar la base topográfica confeccionada en la URSS y remitida a los diferentes países de Europa, suprimiendo fronteras políticas y po-

niendo, para las poblaciones que hayan cambiado de nombre en los últimos treinta años, el nombre antiguo y el moderno.

F. Utilizar el alfabeto latino y poner la leyenda y nombre de mares en francés.

G. Preparar un simposium sobre la tectónica de Europa.

H. Preparar una breve nota explicativa del mapa tectónico que se publicará en la URSS en los seis idiomas oficiales del Congreso Geológico.

I. Organizar conferencias reducidas de comisiones que traten de cada uno de los problemas fundamentales, como el Precambriano, tectónica herciniana, alpina, etc.

J. Preparar un primer esquema del mapa tectónico de Europa para ser discutido en el Congreso del año 1960.

En relación con el punto I. se celebró una reunión presidida por el Profesor Fallot, del College de France, a la que asistieron los Delegados de los siguientes países, mediterráneos o con problemas geológicos comunes, en relación con la orogénesis alpina: Argelia, Alemania, Austria, Checoslovaquia, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Marruecos, Portugal, Suíza y URSS.

En esta reunión el Delegado de Checoslovaquia presentó el mapa tectónico en confección, de los Cárpatos, discutiéndose ampliamente los problemas que plantea la representación de la tectónica alpina en las diferentes ramas por ella afectada, llegándose a las siguientes recomendaciones:

1.ª A todos los Delegados de los países del Mediterráneo y de los Alpes se les enviarán tres ejemplares del bosquejo tectónico de los Cárpatos del Dr. Zoubek.

La Subcomisión del Mapa Tectónico, representada por su Presidente y Secretario, se encargará de la reproducción del documento y de su envío a los Delegados.

2.ª Todos los países de la Comisión Mediterráneo Alpes harán, para su respectivo país, un primer ensayo de mapa tectónico, utilizando la leyenda propuesta y aportando todas las sugerencias que consideren necesarias.

Este ensayo se hará en principio a la escala del Mapa Geológico de Europa, es decir, a 1:1.500.000 o a una escala próxima. El Dr. von Gaertner, Delegado de Alemania, procurará suministrar la base topográfica del Mapa Geológico de Europa a todos los interesados.

3.ª Se celebrará una nueva reunión, finalizando el año 1958.

A ella se presentarán los proyectos de mapas tectónicos a fin de poder establecer una leyenda común y a ser posible definitiva.

Se encargarán de organizar esta reunión el Profesor Fallot y el Presidente de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.

Mapa Metalogénico del Mundo.—Se expusieron los mapas confeccionados por diferentes países, tales como Suecia, Marruecos, Méjico, Ar-

gentina, etc., y se manifestaron distintos puntos de vista en cuanto al criterio para determinar la importancia de los yacimientos, conveniencia de no entrar en las teorías metalogénicas por su frecuente dificultad y conveniencia de poder relacionar los criaderos con los mapas geológicos y tectónicos, llegándose a establecer las siguientes recomendaciones:

1. Solicitar de todas las naciones la preparación de un mapa minero indicando los yacimientos minerales (exceptuando los materiales de construcción), con el mayor detalle posible, compatible con la escala usada para sus mapas geológicos y tectónicos.

2. Solicitar también la preparación de un índice de los yacimientos minerales figurados en el mapa. Debiendo indicarse la importancia del yacimiento, sus coordenadas geográficas y todos los detalles pertinentes que puedan ser registrados.

En cuanto a las minas se agruparán por Distritos, si así lo requiere la representación gráfica del mapa.

3. Los mapas, a ser posible, se dibujarán, de tal forma, que sea fácil su comparación con los geológicos y tectónicos del país (es decir, en papel transparente o por otros medios).

Se espera que estos mapas, por lo menos en borrador, estén preparados para su presentación en Copenhague en 1960.

4. La superposición del mapa mineralógico, tectónico y geológico, debe ser el primer paso para la formación del metalogénico. Se espera, que todas las naciones ensayen los sistemas que permitan establecer estas relaciones de la manera más conveniente y que su experiencia pueda servir de norma a otras en la reunión de Copenhague.

5. Todas las naciones tienen libertad para establecer sus símbolos en la forma que crean conveniente. Sin embargo, la Subcomisión recomienda los siguientes detalles:

a) La importancia de los yacimientos se indicará por el grosor de la línea de contorno del símbolo que se utilice, el cual deberá ser de tamaño constante; así que cuando más grueso sea el trazo, más importancia tendrá el yacimiento. Se recomienda dividir los yacimientos en cuanto a su importancia, en no más de tres categorías.

b) Los metales se indicarán por sus símbolos químicos; por ejemplo Fe, Cu, Zn, etc. Para otras sustancias se emplearán abreviaturas convenientes, sin poner letra inicial mayúscula; por ejemplo pyr, para pirita. No es obligatorio el empleo de colores.

6. Como la Comisión piensa preparar una bibliografía sobre mapas mineros mundiales, se ruega que todas las naciones envíen al Secretario una lista de sus mapas más importantes y algunos ejemplares de los que tengan disponibles.

7. Cualquier comunicación sobre mapas metalogénicos, presentada por naciones miembros, se distribuirán más adelante por el Secretario. La Comisión agradece estos envíos.

8. Se recomienda la preparación de mapas separados sobre hierro

y carbón, para una eventual reducción, a escala de 2 $\frac{1}{2}$ ó 5 millones y enviar copias a la Secretaría de la Comisión para su recopilación.

9. Se recomienda la formación de una pequeña Comisión para estudiar la posibilidad de preparar un mapa carbonífero de Europa. La Comisión se compondrá del Doctor Gorsky, de la URSS, y de otros miembros que se nombrarán por los Doctores Blondel y Bentz.

10. Se recomienda que cualquier reunión regional que se celebre antes de la de Copenhague, estudie la preparación de mapas Mineralógicos regionales.

Comisión de estratigrafía. Aprovechando las reuniones de la Comisión del Mapa Geológico, el Presidente de la Comisión de Estratigrafía señor Rodgers convocó a los miembros asistentes y se celebraron dos sesiones, en las que se trató de la unificación de las escalas estratigráficas en los diferentes países. Los problemas del Carbonífero y Cuaternario se dejaron para ser tratados por los respectivos Congresos, discutiéndose otros temas, tales como la consideración del Ordoviciense como sistema independiente, división del Cretáceo en dos o tres partes, conveniencia de individualizar un Paleoceno, etc.

Se propuso confeccionar un Catálogo de términos estratigráficos con su explicación correspondiente, para que los Delegados de los diferentes países señalaran las respectivas sinonimias.

También se recomendó que los países que todavía no lo hubieran hecho, confeccionen una síntesis geológica para acompañar a los respectivos vocabularios.—A. A. S.

El carbón en Europa.

La producción de carbón en Europa, durante el año 1957, se puede considerar que prácticamente permaneció estacionaria, lo que dió lugar a un incremento en la importación de hulla, principalmente norteamericana, que alcanzó los 45 millones de toneladas.

Las calidades estadounidenses y las seguridades en el cumplimiento de los acuerdos por parte de las empresas norteamericanas, son las causas por las que los importadores europeos se han decidido a la firma de los contratos.

Gran Bretaña, por el contrario, pasó de ser país deficitario a su perproductor, acumulándosele excedentes de difícil colocación en la Europa Occidental, lo que le ha obligado a rectificar su política carbonera. Entre las medidas previstas por el Consejo Nacional del Carbón de la Gran Bretaña, figuran: la limitación artificial de la producción y el intento de recuperar algunos de los mercados exteriores perdidos durante los últimos años, principalmente de los países europeos. El mencionado Consejo decidió en febrero último, suspender la admisión de nuevos trabajadores en las minas, y una mayor racionalización de la mano de obra.

El consumo propio de la Gran Bretaña disminuyó durante los primeros meses de este año en un 30 por 100 con relación al mismo período del año anterior, intentándose otro aumento del precio del carbón, para perfeccionar el laboreo de las minas.

La energía atómica en Francia.

Francia ha pasado a ocupar el puesto de cuarta potencia atómica, que anteriormente lo tenía el Canadá. El país tiene en su propio territorio, uranio suficiente para muchos años; se ha descubierto 100.000 toneladas de uranio en el macizo central, y 1.000 toneladas de uranotoranita con 70 por 100 de Th en Madagascar.

Nuevo oleoducto.

Se ha constituido en La Haya, con un capital de 25 millones de florines, la sociedad «N.V. Rotterdam Rijn Pijplei dong Mij», que proyecta construir un oleoducto, para el transporte de crudos, entre el puerto de Rotterdam y la región del Rin y del Ruhr, con una longitud de 360 km., y una capacidad de 7,5 millones de toneladas anuales.

Factoría petroquímica.

Se anuncia la construcción de una gran factoría petroquímica por las sociedades «British Petroleum» y «Bayer», con un presupuesto de 25 millones de libras. La instalación de «cracking» tendrá una capacidad total de 250.000 toneladas, para la producción de etileno, propileno, butileno y otros productos orgánicos, la cual funcionará en el próximo otoño.

La Dirección del Instituto Geológico.

Por resolución del Ministerio de Industria de 28 de febrero, fué designado para la dirección del Instituto Geológico y Mínero el Ingeniero Jefe de minas D. Antonio Almela Saupé, geólogo que hasta dicha fecha desempeñó la subdirección del mismo organismo.

Cursillo sobre mamíferos fósiles.

Se ha organizado en Madrid durante el mes de marzo un cursillo sobre Mamíferos fósiles, profesado por el Dr. Crusafont Pairó, gran conocedor de nuestras faunas de mamíferos terciarios.

Los temas del cursillo fueron: *Origen de los Mamíferos y generalidades sobre Mamíferos fósiles. Dentición y osteología comparadas en los Mamíferos actuales y fósiles. Sistemática de los Mamíferos. Grupos más importantes de Mamíferos fósiles*, con ejemplos españoles.

Mapa geológico del Sahara Español.

Se ha publicado por el Instituto Geológico y Minero de España el Mapa geológico del Sahara Español y zonas limítrofes, en escala 1:1.500.000. En el mismo están representadas, además de las dos provincias canarias, la del Sahara y la Ifni, los territorios comprendidos por los paralelos 20° 10' y 30° y los meridianos 8° 20' y 17° al O. de Madrid.

Subdirección del Instituto Geológico.

Por Orden del Ministerio de Industria del 16 de abril fué designado Subdirector del Instituto Geológico de España el Ilmo. Sr. D. José Meseguer y Pardo.

El comercio exterior de España.

De las nueve partidas principales de la exportación española, que en 1956 representaron 441,4 millones de dólares y en 1957 475,8 millones, seis corresponden a la agricultura y tres a las industrias mineralúrgicas, éstas son: mineral de hierro con 63,5 millones de dólares en 1956 y 66,8 en 1957; derivados del petróleo con 26 y 31 millones, respectivamente, y mercurio con 9 millones y 10 millones de dólares cada año.

Entre las partidas más destacadas de las importaciones figuraa, de las mineralúrgicas, el petróleo bruto, con 68 millones de dólares en 1956 y 130 en 1957, y el hierro y acero sin manufacturas con 38 y 48 millones de dólares, respectivamente.

Nombramiento de la Comisión Nacional de Geología.

Ha cesado como Presidente de la Comisión Nacional de Geología, por haber sido nombrado Vicepresidente del Consejo Superior de Minería, el Ilmo. Sr. D. Alfonso de Alvarado y Medina.

Fué designado Presidente de la Comisión el Profesor D. Antonio Almeida Samper, Vicepresidente D. José Meseguer y representantes de las Universidades, por la de Madrid, D. Bermudo Meléndez, y por la de Barcelona D. Luis Solé Sabaris.

Sesiones plenarias de la Comisión Nacional de Geología.

El día 6 de mayo, se celebró la sesión de constitución de la Comisión Nacional de Geología. Se estudió en ella el proyecto de reglamento de la Comisión y el de confección de los mapas europeos, en la parte que se refiere a España, estratigráfico, tectónico y metalogénico-minero. El primero lo realizara el Instituto Geológico, el segundo varios grupos de científicos y el tercero el Instituto Geológico, con la colaboración de los Distritos Mineros.

En la sesión del 2 de junio se ultimó el estudio del reglamento de la Comisión. Se formaron definitivamente los siete grupos que se han de ocupar del mapa tectónico de España, que son: El Gallego del Instituto Geológico, el de la Universidad de Oviedo, el norte, del Instituto Geológico con la Escuela de Ingenieros de Minas, el de la Universidad de Barcelona, el de la Universidad de Madrid, el centro, el Instituto Geológico con la Escuela de Ingenieros de Caminos y el de las Universidades de Sevilla y Granada. Se designó la subcomisión de léxico para cumplir los acuerdos del Congreso de México.

Sesión de la subcomisión de léxico de la Comisión Nacional de Geología.

El día 9 de junio quedó constituida esta subcomisión, habiéndose formado los grupos siguientes: Paleontología, Estratigrafía, Tectónica, Mineralogía, Geografía Física, Mineralogía y Cristalografía, Petrografía, Minería y léxico antiguo y local de Minería y Geología; y Geofísica, Geogámica y Geomoleculónica.

El Riesgo Nuclear.

Las grandes compañías mundiales de seguros tienen en estos momentos en estudio, el ampliar sus actividades a cubrir un nuevo riesgo, que

es el nuclear. A dicho riesgo está sometida desde el minero en las explotaciones de uranio, hasta el personal de los grandes depósitos de armamento nucleares, el cual ha de tener cada día más importancia por el continuo esfuerzo de todos los países cuyos de fomentar las aplicaciones de la energía nuclear a fines pacíficos. Esto hace que todos los aseguradores del mundo busquen el camino para llegar a ofrecer una garantía que cualitativa y cuantitativamente satisfaga las necesidades del amplio sector que ha de explotar esta nueva fuente de energía.

En los diversos escalones que se tienen que seguir para la obtención de radioisótopos y reactores de potencia, desde la explotación minera, concentración de minerales radiactivos, metalurgia del uranio, enriquecimiento de éste, etc., hasta la finalización del proceso industrial y después de sus aplicaciones, son múltiples las facetas del riesgo que se presentan, de las cuales las más destacadas son los daños, gastos y responsabilidades.

Para la cobertura de todos estos riesgos, falta en realidad una experiencia que permita confeccionar unas tablas de valoración de primas. Hoy es difícil fijar el riesgo corporal de un minero de uranio, aunque el fondo de la mina sea inferior al nivel tolerado; lo mismo podríamos decir referente a las posibles contaminaciones por agua y gases de los establecimientos de concentración de minerales, así como a las responsabilidades por la posible contaminación de las zonas colindantes que pueden ser amplias o reducidas para un mismo tipo de establecimiento industrial, según la situación geográfica.

Hoy sólo se pueden establecer las primas provisionales mediante la cooperación con las compañías de seguros, de los técnicos de diversas ramas especializados en temas nucleares, los que asesoran de las orientaciones que en este sentido reciben por los grandes «pools» aseguradores, que en algunos países como los EE. UU. los tres que están constituidos aseguran riesgos de hasta 50 millones de dólares.

Parece ser que España estará también pronto afectada de este nuevo riesgo: en la reciente junta general de «La Unión y el Fénix Español» se decía que nuestro país está atento a estas orientaciones del seguro.

En el seguro nuclear es difícil el fraccionamiento de los grandes establecimiento que representan sumas de decenas de millones de pesetas, y si hoy estos riesgos no tienen gran importancia en cuanto se refieren a transporte de combustibles nucleares y de radioisótopos, en general, por efectuarse con debidas garantías de protección, cuando se llega a considerar los grandes establecimientos de beneficio, enriquecimiento, potencia, etc., se ve la necesidad de recurrir a las agrupaciones de aseguradores como se acordó en la reciente reunión de Atenas de la Comisión Europea de Seguros.

Se trata, pues, de un problema que requiere solución urgente, e incluso en el tratado de creación del Euratom se fija un plazo de dos años para que se contraten los seguros de este tipo, los cuales para los

mineros y metalurgistas de esta rama de la industria tiene una importancia fundamental, así como para las compañías aseguradoras, por tratarse de una rama nueva que les ha de proporcionar considerable volumen de primas.

IV Cursillo Internacional de Paleontología.

Del 30 de junio al 9 de julio de 1958, organizado por la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell, se celebrará el IV Cursillo Internacional de Paleontología. En él se disertará sobre «Paleontología y Geología comparadas del Vallés-Penedés y del Campo de Tarragona».

Circonio para reactores.

Una nueva reducción de precios ha establecido la «Carborundum Metals Co.», fijando el precio de la esponja de circonio para reactores en 7,50 dólares la libra, en lotes de 1.000 libras. Con esta tercera reducción de precios se ha pasado de los 22 dólares la libra que costaba en 1953.

Precio de los materiales fértiles para reactores

Uranio natural	18 18 \$/lb.
U ²³⁵	5.62 a 17.07 \$/g.
U ²³³ (nitrato)	17 \$/g.
U ²³⁹	12.45 \$/g.
Th ²³²	19 52 \$/lb

Manejo y transporte de materiales exindibles.

Bajo los auspicios de la Agencia Atómica Internacional, se ha organizado un grupo científico que está preparando un código internacional de normas de seguridad referentes al manejo y transporte de los materiales exindibles.

Las centrales nucleares rusas.

Se sospecha que para fines del año 1960 estarán en funcionamiento en Rusia tres centrales grandes nucleoelectricas y cuatro reactores experimentales de tipos diversos. De las centrales, una será de 100 mega-

watios y otra de 210. De los reactores experimentales, uno será de 70 megawatios y otro de 50; el tercero se destinará a la obtención de torio ²³² y uranio ²³³, y el cuarto, uranio ²³⁸.

Factoría alemana de óxido de titanio.

Después de la puesta en marcha de la factoría para la preparación de óxido de titanio en Leverkusen, por la firma «Titan GmbH», se efectuó la inauguración de otra factoría en Uerdingen de la casa «Bayer», con una capacidad inicial de 18.000 T/a, la que llegará a producir 50.000 T/a, siendo su coste de 100 millones de DM. La última de dichas factorías utilizará como materia prima ilmenita noruega, produciendo inicialmente el monóxido de titanio. Con ambas factorías quedarán satisfechas las necesidades del mercado de Alemania Occidental.

Nuevo observatorio geofísico.

Se ha inaugurado en Kirna, al norte de Suecia, 67,7° de latitud norte y 20,4° de longitud este, un observatorio geofísico patrocinado por la Real Academia de Ciencias sueca, orientado principalmente para las investigaciones geofísicas de los fenómenos árticos.

Laboratorio Rutherford.

En conmemoración de la gran labor del físico Rutherford en el campo de la nucleónica, se está construyendo en Harwell, patrocinado por el Instituto Nacional de Investigación de Ciencias Nucleares de la Gran Bretaña, un gran laboratorio, en el que se contará, entre otros medios, con un gran acelerador, con un gran imán circular de 40 m.

El centro nuclear Demócrito.

Se espera esté inaugurado cuando salga este número el gran centro de investigaciones nucleares que se construye en Grecia, con la denominación de «Demócrito», el cual contará con un reactor de potencia elevada.

La industria mineralúrgica yugoeslava.

Durante el año 1957 experimentaron importante incremento las producciones yugoeslavas de nitrato amónico, fertilizantes, sulfato de cobre,

sosa calcinada, carburo de calcio y ácido sulfúrico, habiendo disminuido la producción de sosa caústica.

Los minerales saharianos.

Se han descubierto en la región de Hoogar formaciones con indicios de níquel, platino y cobre. También se han encontrado diamantes y amianto.

Regeneración del ácido sulfúrico.

Con un coste de cuatro millones de dólares y para una capacidad de 400 toneladas diarias, se está ultimando la instalación de una gran fábrica de regeneración de ácido sulfúrico en Hammond (Indiana, EE. UU.). Con la serie de factorías que está montando la «Stauffer Chemical Company» se espera lograr ácido sulfúrico de concentración elevada con buenas condiciones económicas, y al mismo tiempo dejar resuelto el problema de la utilización de los lodos de las refinerías de petróleo.

Gas y petróleo en Alemania occidental.

Durante el pasado año de 1957 se descubrieron en Alemania occidental 18 yacimientos de gas natural y petróleo. Durante dicho año la producción petrolífera alcanzó 3,96 millones de toneladas, con un aumento del 13 por 100 en relación con el año anterior, con lo cual quedaron cubiertas la tercera parte de las necesidades del país. La producción de gas natural fué análoga a la del año anterior de 257 millones de m³. Se espera que la producción petrolífera continúe su aumento durante el año 1958.

Fundición en Seixal (Portugal).

Se adjudicó una fundición en Seixal, al sur de Lisboa, a un consorcio germano-belga, que espera comience su producción en 1961. La capacidad del horno alto será de 210.000 toneladas anuales, la de sinterización de 800 toneladas diarias, el tren de laminación tratará anualmente 150 toneladas de hierro fino y 50.000 de hierro medio.

Expedición glaciológica internacional a Groenlandia.

Durante los años 1957 a 1960 se celebrará la expedición glaciológica a Groenlandia, patrocinada por Alemania, Austria, Dinamarca, Francia y Suiza.

Los temas a estudiar son: Geodesia en Indladsis, geodesia costera, glaciología de Indladsis, meteorología, geofísica, hidroglaciología, hidrología de un fiordo, e invierno.

La cronología de las diversas operaciones se ha planteado como sigue:

1958: Transporte del material a Sondre Stromfjord.

1959: Transporte del material y del personal a partir de Sondre Stromfjord al interior de Indladsis y campaña de verano.

1959-60: Invernaje en el interior de Groenlandia.

1960: Campaña de verano y fin de la expedición.

Comisión de Seismología Europea.

Del 8 al 12 de abril se reúne en Utrech la Comisión de Seismología Europa. Los temas a tratar son: corteza terrestre, catálogo de microseísmos, aparatos, ondas guiadas en Europa, diversos e interpretación dinámica de los seísmos.

Comisión Especial de Investigación en la Antártida.

Del 3 al 6 de febrero se reunió en Haugue la Comisión Especial de Investigaciones en la Antártida. El grupo 2.º de trabajo es el correspondiente a Geología, Glaciología, Morfología y Cartografía.

En lo referente a geología, además de los temas clásicos de los Congresos geológicos se trató:

- a) Los terrenos bajo el hielo revelados por los estudios sísmicos.
- b) Geología postglacial y cuaternaria de las estaciones costeras.
- c) Estudios paleoclimáticos.
- d) Estudios paleomagnéticos.
- e) Geología submarina.

Las secciones de glaciología fueron:

- a) Espesores, estructura y volumen del interior del hielo determinados sísmicamente.
- b) Régimen de observaciones en todas las estaciones.
- c) Estratificación anual para establecer la significación climatológica y registro de precipitaciones.
- d) Estructura interna de las capas de hielo y bases glaciares.

En morfología, el tema fundamental era el estudio de las formas del terreno con atención particular al papel de la geología de un glaciar pasado y presente.

Radio-elemento.

En la conferencia celebrada en París de 16 a 27 de septiembre de 1957, sobre aplicaciones científicas de los radio-isótopos, se tomó el acuerdo siguiente: «El término Radio-elemento es el más correcto, pero se decidió conservar el término Radio-isótopo en el título de la conferencia por razón de que su uso está muy extendido.

En dicha conferencia uno de los subgrupos más importantes se ocupó de la utilización de los radio-isótopos en geofísica.

Conferencia anual de Texas, de utilización de la energía atómica.

La 1.ª conferencia texana se celebró del 31 de marzo al 1 de abril. El programa constaba de cinco secciones, que son:

- 1.ª Reactores nucleares.
- 2.ª Isótopos y su uso.
- 3.ª Desembarazamiento de residuos nucleares.
- 4.ª Aplicación de la energía atómica a la industria del petróleo.
- 5.ª Educación nuclear.

Datos económicos.

Hay una serie de datos oficiales económicos del último bienio relacionados con la minería e industria mineralúrgicas, que resumimos en cuadros por considerarlos de interés para nuestros lectores.

Los índices de la producción nacional considerando 100 el bienio 1953-54, son:

Años	Agrícola	Pesquera	Mínera	Industrial	Total
1955	98,0	118,1	107,5	115,9	107,7
1956	105,0	119,0	117,2	123,2	112,3
1957	107,3	124,8	125,0	132,4	121,5

En el cuadro siguiente, figuran algunos de los índices parciales de producción con la misma base 1953-54.

Años	Electricidad	Metalurgia	Minerales	Carbones	Químicas
1956	134,1	121,9	127,1	104,9	145,1
1957	143,9	132,1	133,9	115,2	159,5

Las ventas netas, correspondientes en millones de pesetas, son:

Años	Metalurgia y siderurgia	Materiales de construcción	Química	Electricidad y gas	Minería	Carbones
1956	20.652	18.521	10.604	5.832	2.942	3.486
1957	27.983	27.022	13.403	7.439	4.031	5.090

Las emisiones industriales en millones de pesetas fueron:

Años	Electricidad y gas	Siderurgia y derivados	Construcción y materiales	Monopolios	Químicas	Mineras
1956	3.813,6	1.289,8	985,6	1.350,0	1.845,7	111,0
1957	4.096,3	3.062,5	1.655,4	1.560,0	1.310,8	209,4

Los aumentos de los salarios líquidos durante el año 1956 en tanto por ciento según las diversas industrias

Agua.....	Oficial 1.º	69,5
Materiales de construcción....	Oficial 1.º	50,3
Electricidad.....	Oficial 1.º	27,0
Gas.....	Oficial 1.º	60,4
Minas de carbón.....	Barrenista	24,1
Minas de plomo.....	Perforador a mano	41,8
Químicas.....	Oficial 1.º	91,4
Siderometalúrgica.....	Oficial 1.º	38,8

Para poder formar juicio completo de estas cifras, es necesaria su comparación con los precios al por mayor, la circulación fiduciaria y la cotización libre del dólar en 31 de diciembre de cada año.

Año	Precios al por mayor	Circulación fiduciaria en millones de ptas.	Cotización del dólar en ptas.
1953	102,0	38.700	43,02
1954	103,0	42.900	43,38
1955	108,1	47.000	43,95
1956	121,2	55.800	49,40
1957	141,9	60.600	60,95

L. DE A.

Lista de las abreviaturas utilizadas en las Ciencias Exactas de la Geología.

- AGI.—Año Geofísico Internacional.
- AI.G.—Asociación Internacional de Geodesia.
- AIGA.—Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía.
- AIH.—Asociación Internacional de Hidrología.
- AIMAP.—Asociación Internacional de Meteorología y de Física Atmosférica.
- AIOP.—Asociación Internacional de Oceanografía Física.
- AIS.—Asociación Internacional de Sismología y de Física del interior de la tierra.
- AI.V.—Asociación Internacional de Vulcanología.
- CIUS.—Consejo Internacional de Uniones Científicas.
- CSAGI.—Comite Especial del Año Geofísico Internacional.
- FAGGS.—Federación de los Servicios Permanentes de Astronomía, Geodesia y Geofísica.
- FAO.—Organización para la Alimentación y la Agricultura.
- IAG.—Asociación Internacional de Geodesia.
- IAGA.—Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía.
- IAMI.—Asociación Internacional de Hidrología.
- IAMAP.—Asociación Internacional de Meteorología y Física Atmosférica.
- IAP.O.—Asociación Internacional de Oceanografía Física.
- IAS.—Asociación Internacional de Sismología y Física del interior de la tierra.
- IAU.—Unión Astronómica Internacional.
- I.V.—Asociación Internacional de Vulcanología.

ICBS.—Consejo Internacional para la Exploración del Mar.
 ICSU.—Consejo Internacional de Uniones Científicas.
 IGU.—Unión Geográfica Internacional.
 IGY.—Año Geofísico Internacional.
 IMU.—Unión Matemática Internacional.
 IUB.—Unión Internacional de Bioquímica.
 IUBS.—Unión Internacional de Ciencias Biológicas.
 IUCr.—Unión Internacional de Cristalografía.
 IUGG.—Unión Internacional de Geodesia y Geofísica.
 IUHS.—Unión Internacional de Historia de las Ciencias.
 IUP.—Unión Internacional de Fisiología.
 IUPAP.—Unión Internacional de Física Pura y Aplicada.
 IUTAM.—Unión Internacional de Mecánica Teórica y Aplicada.
 OMM.—Organización Meteorológica Mundial.
 PAIGH.—Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
 PIOSA.—Asociación Panandiana de Ciencias Oceanográfica.
 SCAR.—Comité Especial de Investigaciones Oceánicas.
 SCOR.—Comité Especial de Investigaciones Antárticas.
 URSI.—Unión Internacional de Radio Científica.
 WMO.—Organización Meteorológica Mundial.

Lista de las localidades de la Antártica con observatorios durante el Año Geofísico Internacional.

ESTACIONES	POSICION APROXIMADA	
	Latitud	Longitud
Adare (Cape)-Hallett	72° 18'	170° 18' E
Admiralty Bay	82° 03'	58° 24' O
Albert Markham	92°	160° E
Almirante Brown	64° 54'	02° 52' O
Amundsen-Scott (Polo Sur)	90°	
Anvers Island	64° 43'	64° 75' O
Argentine Island	65° 15'	04° 19' O
Arturo Prat	62° 28'	50° 37' O
Belgrano	71° 58'	38° 48' O
Breid Bay	70° Aprox.	23° E Aprox.
Bvrd Station	75° 59'	120° 01' O
Chercoff	69° 30'	130° 02' E
Davis	68° 34'	77° 27' E
Decepcion (Argentina)	62° 59'	60° 43' O
Decepcion (Chile)	62° 58'	60° 36' O
Decepcion Island (Gran Bretaña)	62° 59'	60° 35' O
Diego Ramirez	56° 31'	68° 36' O
Dumont d'Urville (Punta Geologica)	66° 40'	140° 01' E
Duse Bay	93° 32'	57° 22' O

ESTACIONES	POSICION APROXIMADA	
	Latitud	Longitud
Ellsworth	77° 43'	41° 08' O
Esperanta	63° 16'	56° 46' O
Evangelistas	52° 21'	75° 05' O
Fox Bay	51° 59'	60° 02' O
González Videla	65° 48'	63° 05' O
Graham Coast	66° Aprox.	65° 24' O
Halley Bay	75° 31'	26° 36' O
Hope Bay	63° 25'	57° O
Horseshoe Island	67° 49'	67° 17' O
Kerguelen	49° 21'	70° 13' E
Konsomolskaia	60° 17'	95° 30' E
Little América	78° 11'	162° 10' O
Liv Glacier	84° 30'	168° O
Loubet Coast	66° 55'	66° 48' O
Macquarie Island	64° 29'	158° 53' E
Mawson	67° 36'	62° 52' E
McMurde	77° 51'	166° 37' E
Melchior	64° 20'	02° 59' O
Myrni	66° 33'	93° E
O'Higgins	63° 19'	57° 54' E
Orcadas	60° 45'	44° 43' O
Pioneerskaia	69° 44'	95° 30' E
Port Lockroy	64° 49'	63° 30' O
Presidente P. A. Gerda	62° 56'	60° 16' O
Punta Arenas	53° 05'	70° 54' O
Punta Arenas Relay	53° 07'	70° 53' O
Queen Maud Land (Shore Base)	70°	0°
San Martin	68° 08'	67° 26' O
Scott	78°	162° E
Shakleton	77° 57'	37° 16' O
Tigny Island	60° 42'	45° 36' O
Sovietkaia	68° 24'	87° 35' E
Syowa Base	69° 0'	39° 35' E
(Advanced Base)	72°	39° E
Tte. Camera	62° 37'	84° 57' O
Vosiok	72° 08'	96° 35' E
Wilkes	66° 15'	110° 31' E
Wilkes lucap station	66° 28'	112° 17' E

Positron.

La Academia de Ciencias francesa recomendó el uso de la voz «positron», y no la voz «positrona», para designar el nombre de la partícula elemental de la misma masa que el electrón, pero con carga opuesta. La asociación de un electrón y un positón deben designarse con el nombre «positonium» y no «positronium».

El mismo organismo rechaza la voz «protonation» para designar la fijación de un protón sobre una molécula.

Torio.

Los cinco países de mayores reservas de torio son: India, Brasil, Ceilán, Rusia y Australia. En la India y en Australia se ha prohibido la exportación de los minerales de torio, dado que la posibilidad de encontrar formaciones de estos minerales está emitada, mientras que no lo está la de uranio. Por ello, dichos países, pretenden conservar este combustible nuclear para sus necesidades propias.

Uranio en Chile.

Se ha descubierto una formación de minerales de uranio en la provincia de Linares, esperándose que su explotación sea interesante.

Symposium sobre combustibles nucleares.

El primer symposium sobre combustibles nucleares organizado conjuntamente por la Universidad de Columbia y por la «Sylvania-Corning Nuclear Corporation» tendrá lugar en la Universidad de Columbia los días 28 y 29 de enero de 1959.

Central nuclear norteamericana.

Ya está en funcionamiento la primera central nuclear norteamericana de importancia; se ha instalado en Shippingport (Pensilvania), con una potencia de 60 MW, se destina únicamente a la producción de energía eléctrica, la que sale a un coste decuplo del correspondiente a las centrales térmicas clásicas. Este reactor, parecido al del submarino «Nautilus», funciona con 12 toneladas de uranio natural y 74.250 Kg. de uranio enriquecido.

Razvedka i Okhrana Nedr.

Se ha iniciado la traducción total y regular al francés de la revista rusa «Prospección y Protección del subsuelo», estando encargada de su edición la «Oficina de Investigaciones Geológicas, Geofísicas y Mineras», con residencia en 74 Rue de la Federation-Paris 15°. La suscripción es de 3.500 francos para Francia y 4.000 francos para el extranjero.

Los artículos del num. 1.º están agrupados en Geología y materias primas minerales, Métodos y técnicas de prospección e investigación, Geofísica, Hidrogeología y geología aplicada, Cambios de técnicas basadas en la experiencia, Comunicados y bibliografía y, por último, Crónicas, con un total de quince aportaciones.

Uranio en Groenlandia.

Según el programa danés de energía nuclear, se induce la importancia de los yacimientos de uranio de la provincia de Groenlandia, que permitirán a Dinamarca ser autosuficiente de los combustibles nucleares que pueda necesitar en el futuro.

Nuevos precios mínimos para la exportación de óxido rojo de hierro.

El Ministerio de Comercio ha establecido los siguientes precios mínimos de exportación para el óxido rojo de hierro:

En barriles de madera de 50 kilogramos ...	53 dólares tonelada
Otros tipos de envase	47 » »
En envases suministrados por el comprador.	42 » »

Las riquezas mineras.

El XII principio fundamental de los que dió cuenta el Jefe del Estado a las Cortes del Reino el 17 de mayo, dice:

«El Estado procurará por todos los medios a su alcance perfeccionar la salud física y moral de los españoles y asegurarles las más dignas condiciones de trabajo; impulsar el progreso económico de la nación con la mejora de la agricultura, la multiplicación de las obras de regadío y la reforma social del campo; orientar el más justo empleo y distribución del crédito público; *salvaguardar y fomentar la prospección y explotación de las riquezas mineras*; intensificar el proceso de industrialización, patrocinar la investigación científica y favorecer las actividades marítimas, respondiendo a la extensión de nuestra población marítima y a nuestra ejecutoria nava.»

Reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la provincia de Salamanca.

Por Orden del Ministerio de Industria de 9 de abril, 17 y 12 de mayo de 1958, se reservan, provisionalmente, a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las

rocas bituminosas que puedan encontrarse en las zonas que se designan a continuación:

Paraje denominado los «Propios», de los términos municipales de Bañobárez y San Felices de los Gallegos, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 136 pertenencias con el nombre de «Salamanca quinta». Se tomará como punto de partida un mojón de mampostería de forma prismática cuadrada que termina en un remate piramidal que está situada encima del Teso el Gorrón en la parte más al Sur.

Desde el punto de partida, con dirección E., 14° S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección N., 14° E. y 200 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección E., 14° S. y a 100 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 14° E. y a 500 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E., 14° S. y a 100 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección N., 14° E. y a 500 m., se colocará la sexta estaca. Desde la sexta estaca, con dirección E., 14° S. y a 100 m., se colocará la séptima estaca. Desde la séptima estaca, con dirección N., 14° E. y a 700 m., se colocará la octava estaca. Desde la octava estaca, con dirección O., 14° N. y a 400 m., se colocará la novena estaca. Desde la novena estaca, con dirección S., 14° N. y a 700 m., se colocará la décima estaca. Desde la décima estaca, con dirección O., 14° y a 100 m., se colocará la undécima estaca. Desde la undécima estaca, con dirección S., 14° O. y a 500 m., se colocará la duodécima estaca. Desde la duodécima estaca, con dirección O., 14° N. y a 100 m., se colocará la dodecimotercera estaca. Desde la dodecimotercera estaca, con dirección S., 14° O. y a 500 m., se colocará la dodecimo cuarta estaca. Desde la dodecimo cuarta estaca, con dirección O., 14° N. y a 100 m. se colocará la dodecimo quinta estaca. Desde la dodecimo quinta estaca, con dirección S., 14° O. y a 1.700 m., se colocará la dodecimo sexta estaca. Desde la dodecimo sexta estaca, con dirección E., 14° S. y a 400 m., se colocará la dodecimo séptima estaca. Desde la dodecimo séptima estaca, con dirección N., 14° y a 1.500 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un polígono de una superficie de 136 pertenencias.

Paraje denominado «Valdemaria», del término municipal de Hinojosa del Duero, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 56 pertenencias con el nombre de «Salamanca sexta». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35×35 centímetros, que termina en un remate piramidal de 10 centímetros de altura. Su altura total es de 25 centímetros. Está situado en la parte más alta de un cerro de poca altura en el paraje «Valdemaria», del término de Hinojosa del Duero, entre los caminos de Valdemaria y el del Prado Cambó, a unos 425 metros el primero y a 70 metros el segundo, por la parte más próxima, y a 925 metros en dirección S., 19°

75° O. del poste indicador del kilómetro 51 del ferrocarril de Salamanca a la frontera de Portugal.

Desde el punto de partida, con dirección E., y a 100 metros, se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., y a 600 metros, se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., y a 400 metros, se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., y a 1.400 metros, se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E., y a 400 metros, se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S., y a 800 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 56 pertenencias.

Paraje denominado «Las Viñas», del término municipal de Lumbrales, de la provincia de Salamanca, a donde se reservarán 62 pertenencias con el nombre de «Salamanca séptima». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 35×35 centímetros, y terminado en un remate piramidal de 10 cm. de altura, sobresaliendo en total 25 cm., que está situado sobre unas rocas de granito, en el paraje denominado Las Piñas a 175 metros en dirección $20^{\circ} 95'$ N. de la Fuente de Lora (que está situada en la margen derecha del camino del Arroyo del Pinar, a unos 150 metros del cruce de este camino con el de Las Viñas), y a 925 metros en dirección S., $20^{\circ} 35'$ E. de la cruz de la ermita de San Gregorio.

Desde el punto de partida, con dirección E., 10° N. y 300 m. se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., 10° E. y 300 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., 10° S. y 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 10° O. y 1.300 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E., 10° N. y 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S., 10° E. y 1.100 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de 1.300 por 400 m., con una superficie de 52 pertenencias.

Paraje denominado «Las Miguels», del término municipal de Hinojosa del Duero, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 32 pertenencias con el nombre de «Salamanca octava». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 35×35 cm., que termina en un remate piramidal de 15 cm. de altura. En total sobresale 25 cm. del suelo. Está situado en el paraje denominado «Las Miguels», en una loma, a 162,50 m., en dirección E., $45^{\circ} 72'$ N. del mojón del kilómetro 106 de la carretera de Salamanca al Muelle de Fregeneda.

Desde el punto de partida, con dirección N., 10° E. y 400 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección E., 10° S. y 400 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección S., 10° O. y 800 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección O., 10° N. y 400 m., se colocará la cuarta

estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección N. 10 E. y 400 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado un rectángulo de 400 x 800 m., con una superficie de 32 pertenencias.

Paraje denominado «Valdemaria», de los términos municipales de Lumbrales, Hinojosa de Duero y Sobradillo, de la provincia de Salamanca, donde se reservaran 92 pertenencias con el nombre de «Salamanca noventa». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 35 por 35 cm., que termina en un remate piramidal de 10 cm. de altura, siendo su altura total de 25 cm. Está situado en el punto más alto del cerro llamado «Tesito de los Cuatro Términos», punto donde concurren las líneas divisorias de los términos municipales de Lumbrales, Hinojosa de Duero, Sobradillo y La Ronda. Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes:

Desde el punto de partida, con dirección O. 7 N. y 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección N. 7 E. y a 2.300 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección E. 7 S. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección S. 7 O. y a 2.300 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección O. 7 N. y a 200 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado un rectángulo de 2.300 por 400 m., que da una superficie de 92 pertenencias.

Paraje denominado «Güño y Rapada», de los términos municipales de Ahigal de los Aceiteros, Sobradillo y La Ronda, de la provincia de Salamanca, donde se reservaran 120 pertenencias con el nombre de «Salamanca undécima». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillo y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 30 por 30 cm. y 20 cm. de altura total. Termina en un remate piramidal de 10 cm. de altura y está situado en el punto más alto del cerro La Rapada, en el término municipal de Ahigal de los Aceiteros.

Desde el punto de partida, con dirección E. 7 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 7 O. y a 800 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 7 N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 7 E. y a 3.000 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 7 S. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 7 O. y a 2.200 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un rectángulo de 3.000 por 400 m., con una superficie de 120 pertenencias.

Paraje denominado «Alajema», en los términos municipales de Lumbrales y La Ronda, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 100 pertenencias con el nombre de «Salamanca décima». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm., y una altura total de 20 cm. Termina en

un remate piramidal de 15 cm. de altura. Está situado en el punto más alto del cerro Alajema, en el término municipal de Lumbrales.

Desde el punto de partida, con dirección E. 36 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 30 O. y a 1.700 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 30 N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 30 E. y a 2.500 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 30 S. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 30 O. y a 800 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un rectángulo de 2.500 por 400 m., con una superficie de 100 pertenencias.

Paraje denominado «El Sierro», del término municipal de Saucelle, de la provincia de Salamanca, donde se reservaran 68 pertenencias con el nombre de «Salamanca décimotercera». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm. y 25 cm. de altura. Está situado en el punto más alto del cerro denominado «El Sierro», en el término municipal de Saucelle.

Desde el punto de partida, con dirección E. 35 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 35 O. y a 300 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 35 O.N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 35 E. y a 1.700 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 35 S. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 35 O. y a 1.400 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el rectángulo de 1.700 por 400 m., con una superficie de 68 pertenencias.

Paraje denominado «Quebrada del Nieto», del término municipal de Cabeza del Caballo, de la provincia de Salamanca, donde se reservaran 32 pertenencias con el nombre de «Salamanca décimocuarta». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm. y 30 cm. de altura. Termina en un remate piramidal de 20 cm. de altura, y está situado en el paraje «Quebrada del Nieto», en el término de Cabeza del Caballo, y en la parte más alta de un cerro, denominado en la localidad el «Teso del Sierro». Dista 545 m. en dirección E. 9 g. 75 m. S. del kilómetro 3 del camino vecinal de Cabeza del Caballo, a la carretera de Vitigudino a Alieza y 593 m. en dirección N. 14 g. 64 m. E. de la arista S. del ojo más Sur del puente sobre el río Uces, en el citado camino vecinal.

Desde el punto de partida, con dirección E. 30 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 30 O. y a 400 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección N. 30 E. y a 400 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 30 S. y a 600 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado el rectángulo de 800 por 400 m., con una superficie de 32 pertenencias.

Paraje denominado «El Grullo», del término municipal de La Zarza de Pumareda, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 56 pertenencias con el nombre de «Salamanca décimoquinta». Se tomara como punto de partida de un mojón de mampostería, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm., terminado en un remate piramidal de 15 cm. de altura. En total sobresale 25 cm. del suelo. Está situado en el punto más alto del Cerro de Cabeza Rasa en el término municipal de la Zarza de Pumareda.

Desde el punto de partida, con dirección O., 40 S. y a 200 m. se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., 40 O. y a 1.400 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., 40 N. y a 400 m. se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 40 E. y a 1.400 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E., 40 S. y a 200 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado el rectángulo de 1.400 m., que da una superficie de 56 pertenencias.

Paraje denominado «Lindón Gordo», de los términos municipales de Encinasola de los Comendadores y Guadramiro, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 40 pertenencias con el nombre de «Salamanca décimosexta». Se tomará como punto de partida un mojón de mampostería de sección cuadrada, de 35 por 35, que termina en un remate piramidal de 10 cm. de altura. La altura total es de 20 cm. Está situado en una loma que forma límite de fincas en el término de Encinasola de los Comendadores, en el paraje «Lindón Gordo», a unos 30 m. del camino de la Badenera, por el sítio más próximo, a 415 m. en dirección S. 7° 25' E., del cruce de este camino con el del Molino Nuevo, y a 243 m. en dirección N. 13° 30' O., del cruce del mismo camino con el camino viejo de Barreras a Guadramiro.

Desde el punto de partida, con dirección E., 10 N. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., 10 E. y a 500 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., 10 S. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 10 E. y a 1.000 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta, con dirección E., 10 N. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S., 10 E. y a 500 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el rectángulo de las 40 pertenencias solicitadas.

Paraje denominado «Cabeza de Gejo», del término municipal de Sobradillo, de la provincia de Salamanca, donde se reservarán 48 pertenencias con el nombre de «Salamanca duodécima». Se tomará como punto de partida un mojón de mampostería de forma prismática cuadrada, que termina en un remate piramidal. Está situado en el lugar más alto de Cabeza de Gejo.

Desde el punto de partida, con dirección E., 24° 70' S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., 24°

70' O. y a 1.200 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., 24° 70' N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 24° 70' E. y a 1.200 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E., 24° 70' S. y a 200 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado el rectángulo de las 48 pertenencias solicitadas. Todos los rumbos se refieren al Norte astronómico y son centesimales.

Se encomienda la ejecución de las labores de investigación a la Junta de Energía Nuclear. Las reservas provisionales así establecidas, expirarán cuando se hayan elevado a reservas definitivas.

Reserva provisional a favor del Estado de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la provincia de Cáceres.

Por Orden de 12 de mayo de 1958 del Ministerio de Industria, se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, que puedan encontrarse en las zonas que se designan a continuación:

Parajes denominados «El Orejudo» y «La Centenera», de los términos municipales de Montánchez y Alcuéscar, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 144 pertenencias con el nombre de «Cáceres décima». Se tomará como punto de partida un mojón de mampostería, enlucido, de sección cuadrada, de 35 por 35 cm. y 35 cm. de alto, que termina en un remate piramidal de 10 cm. de altura. Está situado en la parte más alta del cerro «El Orejudo», en el término municipal de Montánchez.

Desde el punto de partida, con dirección E., 30 S. y a 400 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S., 30 O. y 1.100 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O., 30 N. y 40 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N., 30 E. y 200 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección O., 30 N. y 600 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección N., 30 E. y 1.100 m., se colocará la sexta estaca. Desde la sexta estaca, con dirección E., 30 S. y 400 m., se colocará la séptima estaca. Desde la séptima estaca, con dirección N., 30 E. y 600 m., se colocará la octava estaca. Desde la octava estaca, con dirección E., 30 S. y 600 m., se colocará la novena estaca. Desde la novena estaca, con dirección S., 30 O. y 800 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 144 pertenencias solicitadas.

Paraje denominado «Las Zosteras», del término municipal de Torremoncha, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 52 pertenencias con el nombre de «Cáceres décimotercera». Se tomará como punto de

partida el centro del mojón del kilómetro 13 de la carretera de Aldea del Cano a Torremocha.

Desde el punto de partida, con dirección O. 30 S. y 800 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección N. 30 O. y 400 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección E. 30 N. y 1.300 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección S. 30 E. y 400 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección O. 3 S. y 500 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado un rectángulo de 1.300 por 40 metros, con una superficie de 52 pertenencias.

Paraje denominado «Dehesa Boyar», de los términos municipales de Torremocha y Albalá, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 52 pertenencias con el nombre de «Cáceres décimocuarta». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada, de 35 por 35 cm., terminando en un remate de 15 cm. En total sobresale 35 cm. del piso. Está situado en una loma a unos 18 m. de un pozo procedente de trabajos mineros antiguos, en el paraje denominado «Dehesa Boyar», de los bienes comunales de Torremocha. Dista 1.150,75 m. del centro de la chimenea de la casa principal del Cerro Pajar, en dirección E. 38° 30' S. y unos 800 m., en dirección N. 15° 50' E. del cruce de la línea divisoria de los términos de Albalá y Torremocha, con el camino del Cerro Pajar.

Desde el punto de partida, con dirección E. 30 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 30 O. y a 900 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 30 N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 30 E. a 1.300 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 30 S. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 30 O. y a 400 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el rectángulo de las 52 pertenencias solicitadas.

Paraje denominado «La Bambarrona», del término municipal de Albalá, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 36 pertenencias con el nombre de «Cáceres décimoquinta». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm. y 35 de altura, que termina en un remate piramidal de 15 cm. de altura. Están construidos sobre una escombrera pequeña procedente de una calicata de trabajos mineros antiguos en el paraje «La Bambarrona», del término municipal de Albalá y en finca de don Emilio Cáceres, del citado pueblo. Dista 1.245 m. en dirección O. 13° 30' S. del vértice geodésico de Cabeza Puerquera y unos 300 m. en dirección E. 11° 35' N. del cruce del arroyo de La Tallisa, con el camino de La Lancha a Albalá.

Desde el punto de partida, con dirección E. 30 S. y 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 30 O. y

500 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 30 N. y 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 30 E. y 900 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 30 S. y 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 30 O. y 400 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado un rectángulo de 400 por 900 m., con una superficie de 36 pertenencias.

Paraje denominado «La Higuera», de los términos municipales de Albalá, Alcuéscar y Casas de Don Antonio, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 60 pertenencias con el nombre de «Cáceres undécima». Se tomará como punto de partida un mojón de ladrillos y piedras, enlucido, de sección cuadrada de 35 por 35 cm. de altura total, terminando en un remate piramidal de 15 cm. de altura. Está situado en la finca «La Abierta» en el término de Albalá, a unos 44 m. de la pared que separa los términos de Albalá y Casas de Don Antonio, a 737 m. en dirección N. 38° 62' E. de la esquina N. de la casa de la Higuera (casa principal) y a 525 m. en dirección N. 2° 25' E. del cruce de la línea divisoria de los tres términos citados en el camino de Casas de Don Antonio a Montánchez.

Desde el punto de partida, con dirección E. 5 S. y a 200 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección S. 5 O. y a 1.100 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección O. 5 N. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección N. 5 E. y a 1.500 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección E. 5 S. y a 400 m., se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, con dirección S. 5 O. y a 400 m., se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el rectángulo de 60 pertenencias solicitadas.

Paraje denominado «Cerro Cano», del término municipal de Albalá, de la provincia de Cáceres, donde se reservarán 80 pertenencias con el nombre de «Cáceres duodécima». Se tomará como punto de partida el vértice geodésico de Cabeza Puerquera, sito en Albalá.

Desde el punto de partida con dirección O. 25 N. y 300 m., se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, con dirección N. 25 E. y a 2.000 m., se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, con dirección E. 25 S. y a 400 m., se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, con dirección S. 25 O. y 2.000 m., se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, con dirección O. 25 N. y 100 m., se vuelve al punto de partida, quedando así cerrado un rectángulo de 2.000 por 400, que da una superficie de 80 pertenencias.

Todos los rumbos se refieren al Norte astronómico y son centesimales.

Las reservas provisionales así establecidas expirarán cuando se hayan elevado a reservas definitivas.

Reserva provisional a favor del Estado de una zona de la provincia de León.

Por Orden del Ministerio de Industria de 7 de mayo de 1958 se reserva provisionalmente a favor del Estado, una zona de la provincia de León, delimitada por el siguiente perímetro: Se tomará como punto de partida el centro de la torre de la iglesia de Sorriba, que se unirá sucesivamente con los de las torres de las iglesias de Vidanes, Cebanico y Cabrera, desde donde se seguirá por un paralelo geográfico hasta su intersección con el límite de las provincias de León y Palencia, continuándose desde el punto así determinado y en dirección Norte, dicho límite de provincia hasta un kilómetro al Norte de la estación de ferrocarril de La Espina, uniéndose este punto con el centro de la torre de la iglesia de Robledo de la Guzpeña, y siguiéndose desde este punto hasta cerrar el perímetro en el de partida. En esta zona se mantiene la suspensión de derecho a solicitar permisos de investigación o concesiones de explotación para carbón, así como las condiciones que de la Ley de Minas de 19 de julio de 1944 le sean aplicables.

Se acuerda levantar con lo dispuesto en el artículo 50 de dicha Ley de Minas la reserva provisional del área restante comprendida en la citada Orden de este Ministerio de 14 de febrero de 1946, pudiendo, por tanto, solicitarse en esta zona liberada los permisos de investigación o concesiones de explotación de carbón que se deseen.

Reserva de la Sierra de Gádor (Almería).

Por orden del Ministerio de Industria del 21 de abril del corriente año, se prorroga por un plazo de dos años la que se había establecido en 21 de abril de 1955, que lo era a favor del Estado, de los yacimientos de plomo de la Sierra de Gádor (Almería). Esta prórroga se hace a petición de la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.

Notas informativas

Hoja n.º 847. Yecla (Murcia).

La hoja de Yecla está situada en el límite septentrional de las provincias de Murcia y Alicante.

Comprende un país de orografía variada, con zonas montañosas aisladas y valles muy cultivados y densamente poblados.

Aflora en la zona una serie estratigráfica muy completa, que comprende el Triásico, Jurásico, Cretáceo, Eoceno y Mioceno.

Son muy notables las variaciones laterales de facies en el Neocretáceo. En el Sur de la Hoja del Barremense presenta facies batial y al Norte de la misma los depósitos cocretáceos corresponden a las facies Wealdense.

También son interesantes las variaciones de sedimentación en el Albense.

Está situada la Hoja de Yecla en el borde septentrional del arco externo de las cadenas béticas, y la tectónica de las series que aquí se encuentran es ya muy violenta.

Pueden observarse una serie de pliegues orientados de SO. a NE. y generalmente volcados hacia el Norte.

Existen además grandes asomos de Keuper, especialmente en la zona de Villena.

El Eoceno del borde Sur de la Hoja está deslizado sobre el Keuper y yace anormalmente contra el Cretáceo de la Sierra de Salinas.

Existen además profusión de roturas y accidentes tectónicos secundarios.

En el capítulo correspondiente de la memoria descriptiva de la Hoja de Yecla se estudiarán estos accidentes y su relación con las unidades tectónicas regionales.

Gran importancia tiene en esta zona el alumbramiento de aguas subterráneas. En la zona de Villena existe además una importante cuenca artesiana, cuya explotación abusiva ha producido un grave descenso del nivel de las aguas. En un capítulo de la Memoria se estudia este problema, y en general los relacionados con el alumbramiento de aguas subterráneas en la zona.

Las explotaciones mineras carecen de importancia. Muy recientemente ha comenzado la explotación de un criadero de hierro al Sur de Villena, cuyo volumen es prematuro todavía establecer.

Se encuentran además algunas yeseras, canteras de caliza, y salinas, cuyos productos se destinan casi exclusivamente al consumo local.

Notas bibliográficas

GEOGRAFIA FISICA

FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO: *Evolución del relieve peninsular en relación con las obras hidráulicas*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Cien. F. F. y N. de Madrid, 26 marzo 1958, 75 páginas.

Puede considerarse este discurso como el prólogo de la obra que está preparando el autor, sobre el relieve peninsular y su evolución a lo largo de los tiempos pliocenos y cuaternarios.

Después de considerar el origen del relieve peninsular, las unidades morfo-estructurales, el proceso erosivo, los fenómenos orogénicos y epirogénicos, las deformaciones de las viejas superficies de arrasamiento de la península y el desequilibrio de los bloques corticales en el Occidente de la península, pasa a la consideración de una serie de ejemplos, en los que se puede decir esta incluida toda la península.

Los ejemplos que exponen son: El relieve de las Hespéridas e Hispánidos en los dominios Hercinianos de Occidente. Rejuvenecimiento del relieve en la península de Occidente. Evolución y tipo de relieve del Noroeste peninsular. Evolución y relieve de Cantabria; Valle del Besaya. El relieve de Castilla y su evolución. El relieve peninsular de las zonas del Sureste. Evolución del relieve en la depresión del valle del Ebro. Evolución del relieve en el valle Bético, terminando la valiosa disertación con El relieve de la cordillera pirenaica.

La impresión que se obtiene de nuestro suelo es de una formación orogénica peninsular de extraordinaria violencia, que, a pesar de la continua modificación de aspecto y estructura del relieve por los procesos sucesivos de erosión y decantación, ponen una inmensa dificultad para las relaciones y vida de sus moradores, al mismo tiempo que son causa de que se viertan al mar en algunas épocas importantes cantidades de agua.

En su contestación, el ingeniero Peña Boeuf destaca, como confirmación de la exposición del profesor Hernández-Pacheco, la importancia que se tiene que dar en los planes de Obras Públicas de nuestra península, a los dos grandes enemigos de las mismas: las erosiones y la sedimentación.—L. de A.

GEOLOGIA

ORLANDO VECCHIA: *La Terra e la vita*. Casa Editrice Dr. Francesco Vallardi, 410 págs., 27 láminas, Milano, 1957.

Bajo la dirección de Gaetano Castellfranchi se está editando en Milán la colección FRIMA de vulgarización, a la que como tomo XII pertenece el que es objeto de esta nota bibliográfica.

La obra está dividida en dos partes, tituladas: Nuestro Planeta y La vida en la Tierra.

Comienza la primera parte presentando la Tierra al hombre, "relata como la veía el explorador lunar, y nos indica las cosas que la ciencia diría de ella. Considera la forma del globo, la evolución geoséica, el mar y el agua, el mundo de las piedras y la edad de las rocas, quizás aplicando para las mismas, así como para la creación del hombre, un criterio que podríamos considerar como un poco largo.

Con gran atractivo nos relata cómo se formaron las montañas, la geografía y climatología de las épocas pasadas, el origen de los volcanes y sus efectos, los temblores de tierra, la corteza terrestre, la estructura interna del globo, el origen y la transmutación de la tierra, capitulo este último que pone en duda algunos conceptos de las obras reveladas, con el que finaliza la primera parte de la obra.

Comienza la segunda parte con el nacimiento y evolución de la vida, habla después de los animales y plantas, de la conquista de la tierra por el hombre, terminando con el relato de los tesoros terrestres cazados por el hombre. En esta segunda parte se observa una tendencia evolucionista, quizás más acentuada que la admitida actualmente por la Iglesia Católica, así como algunos puntos sobre origen de la vida, que no son concordantes con nuestras teorías. Las láminas que ilustran esta obra son magníficas, tanto las fotografías como los dibujos, y la coloración muy acertada. L. de A.

M. R. K. LEPPER y D. G. WILSON: *Notes on the geology of uranium*. «Geol. Survey, India», 1046 F., 87 a 148, 1957.

Comienza el artículo con el capítulo de geología del uranio, su abundancia y distribución y sus procesos de concentración. Dedica otro capítulo a la influencia de la orogénesis en la concentración del uranio. El tercero se refiere a los tipos de yacimientos, encuadrados en tres grupos: los de origen ígneo o metamórfico, los sedimentarios y los de origen incierto. Otro capítulo se refiere a las provincias uraníferas, cómo se definen, cómo se reconocen y cómo se debe efectuar su prospección. El mejor de todos los capítulos trata de los criterios

de prospección: el positivo y el negativo, dando las reglas para formarse cada uno de ellos. Termina el artículo con una amplia información bibliográfica de 115 obras.—L. F.

Remarques sur la stratigraphie et la paléontologie du bassin de Granada (Espagne). — Emilio Aguirre C. R., Paris, CCXLVI, 2140-42, 9 abril 1958.

La revisión de los niveles continentales de la región Alfacar (cuenca de Granada) y el reciente descubrimiento de una fauna de vertebrados en las mismas capas, permite establecer la equivalencia de esta serie con la de Arenas del Rey.—L. F.

ROBERT BISSARDO, MICHEL DEJAND DELGA y PAUL FILLARD: *Le contact frontal du Subbétique entre le massif du Recoñadores et la Sierra Sagra (provincias de Granada et de Murcie, Espagne)*, C. R., 246, 2320 a 25, 21 abril 1958.

Los acarreo de la Subbética de facies pelágica, sobre la Prebética de facies continental o nerítica, definidos ya de Calasparra a Nepio, se extienden en realidad sobre un frente de 110 kilómetros hasta la Sierra de Duda. El estudio de las microfauas confirma esta extensión y el heteroprismo absoluto, consistente entre las dos series juxtapuestas por uno de los mayores accidentes estructurales del Mediodía de España.—L. F.

GEOXUCLEONICA.

AKIMASA MASUDA: *Isotopic composition of primordial lead of the earth*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», 14, 143 a 152, 1958.

Toma como base la composición isotópica de los minerales de plomo del mismo sitio, y valora la edad de la tierra en 4550 m. de a. Basándose en la heterogeneidad de los elementos radiactivos: uranio y torio, deduce una composición del plomo aborigen de $Pb^{207} = 1.297/1.298$ de 1.905-9.81-29.15.

Admite que el plomo aborigen terrestre no del o diferenciarse esencialmente del plomo aborigen meteorítico o plomo tritítico.—L. de A.

PATRICK M. HURLEY: *Test on the possible chondritic composition of the earth's mantle and its abundance of uranium, thorium, and potassium.* «Bull. Geol. Soc. of America», 68, 279 a 82, marzo 1957.

A partir de los valores de los basaltos de U + Th y la relación Th/U = 3.5, deduce el uranio total de la corteza y manto como 1.0×10^{21} g y el torio 3.5×10^{21} g.

Por el valor del potasio deducido por Edwards en 1955 para los meteoritos, el total para corteza y manto es de 3.5×10^{21} g. Estos valores son aceptables desde el punto de vista del autor.—L. de A.

PREHISTORIA

TOM HARRISON: *Carbón-14 Dated Palaeoliths from Borneo.* «Nature», CLXXXI, 792, 15 marzo 1958.

En las excavaciones de Niah Cave, West Borneo, se encuentra una sucesión de restos de Neolítico a la Edad de Bronce. Han deducido una edad por el C-14 de $39,660 \pm 1,000$ años.—L. F.

QUÍMICA MINERAL

NICOLE SAILLARD, GASTON SCHEIBLING Y ARLETTE HEE: *Determination de la teneur en plomb des zircons.* «Bull. Serv. Cart. Geol. d'Alsace et Lorraine», N-N, 2-28 a 21, 1957.

Efectúan la valoración del circonio con espectrógrafo de dispersión grande, y arco a 300 v, 9A, durante 30 segundos y electrodos de grafito. Elemento de referencia el Bi 0.5 en 1.000. Valoran de 1 a 1.000 p. p. m. de circonio. Prefieren las escalas tipo con sílice, óxido de Zr y óxido de Pb. Las líneas son: Pb 2833A°, Bi 2898 y 2938A°. Utilizan el método para valorar en los circones de los granitos. Si el espectrógrafo no tiene suficiente dispersión, la línea de Zr está empastada con la del Fe y otros elementos.

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

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo	75
Agotados números 1, 10, 11, 12, 15, 21, 22, 23, 38, 39, 43, 44, 45, 48, 50 y 56	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada número	40
Agotados números 1, 8, 9, 10, 13 y 19.	
MEMORIAS	
GEOFISICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofisicas, Tomos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno	240
Idem, id. Tomo 5.º	150
CRÍADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia	40
Idem de Asturias	40
Idem de Galicia, Tomos 1.º y 2.º agotados	40
Idem de Galicia, Tomo 3.º (dos fascículos cada uno)	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba	75
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serrania de Ronda	50
Monografía de las melanopsias	50
Conchas bivalvas de agua dulce	50
Memoria del Uranio (agotada)	50
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 mundiales de piritas (dos volúmenes)	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes)	75
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno)	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España	20
El Cretáceo en España	75
GUÍAS GEOLÓGICAS.	
Estrecho de Gibraltar	40
Los platinos de la serrania de Ronda	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés)	40
Sierra Morena-Sierra Nevada	40
Terciario continental de Burgos	40
Minas de Almadén (francés)	40
Isla de Mallorca	40
Sierra de Guadarrama	40
Aranjuez	40
Asturias (sólo en francés)	40
Sierra Morena-Llanura Bética	40
Despeñaperros	40
Gua geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla	40
Idem id. Madrid Iruñ	40
BOLETINES DE SONDEOS.	
Tomo 1.º (fase. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo	30
Tomo 2.º (fase. 1.º, 2.º y 3.º). Idem	30
Tomo 3.º (fase. 1.º)	30
MAPA GEOLOGICO	
CARTOGRAFÍA.	
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	250
Idem id., hojas sueltas, cada hoja	100
Idem id., escala 1:400.000 (cada hoja)	20
Idem id., nueva edición (cada hoja)	30

	Ptas.
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno	75
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	20
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	20
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000... ..	40
Idem Vulcanológico	40

MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.00	75
Idem id., explicación tomo 2.º	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º)	50
Memoria provincial de Lérida y Huesca	75
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	20
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000. Gijón-Oviedo	30
Catálogo	15

Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

PARA LAS LIBRERÍAS.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.

INDICE

	PÁGS.
Datos paleontológicos del fíysch litoral de Guipúzcoa: El vraconiense de septarias de Motrico, por JOAQUÍN GÓMEZ DE LLARENA... ..	3
Sensibilidad de la calcita en los diagramas de fábrica, por TIRSO FEBRELL... ..	23
El Garumniense español y su fauna, por J. R. BATALLER... ..	41
Congreso sobre los yacimientos de gas natural de Europa Occidental, por SANTIAGO GARCÍA-FUENTE y CARLOS MUÑOZ CABEZÓN... ..	83
Nota sobre la estratigrafía de las Bardenas en su extremo meridional, por EDUARDO ALASTRUÉ	226
La vertiente Sur Pirenaica, desde el punto de vista de la investigación petrolífera, por A. ALMELA	241
Investigaciones de niobio y tántalo en la zona de Noya (Coruña), por J. M. LÓPEZ DE AZCONA y A. COMBA SIGÜENZA	283
Sobre un equinido fósil de Melilla, por RAFAEL CANDEL VILA	317
Nuevo Cistideo del Ordoviciense de los Montes de Toledo, por BERMUDO MELÉNDEZ... ..	321
Datos geotectónicos de la Extremadura Central, por FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO... ..	329
El estudio de las variaciones rápidas del campo magnético terrestre, por ANTONIO ROMANÁ, S. J.	345
Algunos fósiles triásicos de la provincia de Valencia, por INDALICIO QUINTERO y JOSÉ DE LA REVILLA... ..	363
Estructura geológica de la cordillera Ibérica entre Teruel y Cantavieja, por FERNANDO REIG	371
El <i>Chlamys rogeri</i> Crusafont, nombre nulo, en sustitución del <i>Ch. catalaunica</i> Alm.-Bof., por J. R. BATALLER y LUIS VILA... ..	379
Resúmenes... ..	395
Noticias	411
Notas informativas... ..	445
Notas bibliográficas	440
Instituto Geológico y Minero de España... ..	455