

2/10-1-1

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A



NÚMERO 30

MADRID

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

1953

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.

Las posibilidades petrolíferas españolas

POR

J. GARCIA SÑERIZ

Director del Instituto Geológico y Minero de España

J. GARCIA SIÑERIZ
Director del Instituto Geológico y Minero de España

LAS POSIBILIDADES PETROLIFERAS ESPAÑOLAS (*)

Uno de los más importantes problemas que afectan al desarrollo industrial, con tanto éxito iniciado en nuestra Patria, es el estudio de las posibilidades petrolíferas de su subsuelo. El hallazgo del preciado combustible tiene enorme trascendencia desde todos los puntos de vista que se consideren, sean económicos, políticos o militares. Por ello, todos los países se preocupan de investigar esas posibilidades. Francia, con un presupuesto anual de más de 3.000 millones de francos, que son una anualidad de los 50.000 millones concedidos por una Ley, tiene más de 20 trenes de sondeo trabajando de una manera continua, con los que ha logrado el suministro de gas para el alumbrado y fuerza motriz de su zona meridional. La producción en el año 1949 fué de más de 180 millones de metros cúbicos de gas, y al S. O. de Pau han logrado perforar dos pozos de 600 metros de profundidad cada uno, con producción comercial de petróleo crudo, aunque sólo sea una pequeñísima parte de su consumo nacional.

(*) Artículo publicado en el diario *Ya* en los días 27, 28 y 29 de marzo de 1953.

Algo parecido ha sucedido en el valle del Po, en Italia, donde la producción de hidrocarburos gaseosos permite abrigar esperanzas de producir el combustible necesario para la zona Norte de aquel país.

Holanda, Austria y Hungría han logrado en estos últimos años una producción que casi iguala a nuestro consumo total de productos petrolíferos que hoy rebasa el millón anual de toneladas, a pesar del régimen restrictivo, sin el cual, dentro de pocos años, nos acercaríamos a los tres millones, que supondrían una sangría de cerca de 90 millones de dólares al año.

Comprendiéndolo así el Gobierno español, ha tenido el acierto de emprender el estudio del problema, mediante el empleo de los medios adecuados para ello. Una compañía en que están interesados el capital español, representado por el Instituto Nacional de Industria, y la técnica norteamericana, ha dado ya comienzo a los trabajos de sondeo, en una zona muy indicada de Navarra, cerca del pueblo de Marcilla.

Para dar una idea del costo de tales trabajos, baste decir que que la sonda para una profundidad máxima de 4.000 metros, con sus elementos accesorios, cuesta 800.000 dólares, y la de 2.500 metros, 400.000. Los gastos de profundización de los pozos de sondeo son de unas 2.000 pesetas por metro, y a esto hay que agregar los transportes, la construcción de caminos para llegar al lugar del sondeo con la maquinaria pesada que precisa instalar, los alojamientos para el personal, etc., etc. Esto, unido al elevado número de sondeos que hay que efectuar, en general, para obtener resultado positivo, en uno de ellos, tiene por consecuencia que se precisen sumas ingentes de dinero para acometer tales investigaciones. En Persia se gasta-

ron 25 millones de libras esterlinas para descubrir el yacimiento de Suleima. En Venezuela, 30 millones de dólares antes de obtener el primer pozo productivo. En Francia, ya hemos indicado que se ha votado un presupuesto de 50.000 millones de francos con ese fin.

Para que los lectores no versados en estudios geológicos puedan formarse una opinión propia de las posibilidades petrolíferas españolas, creemos conveniente exponer de una manera sencilla, evitando en lo posible el empleo de tecnicismos, un breve resumen de la génesis de los yacimientos petrolíferos, de la forma en que se encuentran en la naturaleza y de los procedimientos para encontrarlos.

GÉNESIS DE LOS YACIMIENTOS PETROLÍFEROS

Yacimientos primarios.

La teoría más generalizada sobre el origen del petróleo admite que éste es debido a la transformación de restos de animales y plantas en hidrocarburos, en el lugar mismo de su depósito, sobre el fondo del mar, dando así lugar a la formación de la llamada roca madre o yacimiento primario.

Se ha explicado su formación al estudiar la íntima dependencia que siempre existe entre los depósitos petrolíferos y los yacimientos salinos. Las aguas madres que quedan en las lagunas marinas costeras, después del depósito de la sal, de la anhidrita y del yeso, producido por la evaporación del agua, han sido vertidas en el mar bajo la acción de los movimientos del suelo, ocasionando la muerte de grandes masas de animales marinos, cuyos restos quedaron sepultados en las arcillas que aquéllas llevaban en suspensión.

También se ha podido formar el yacimiento primario en la misma laguna costera antes del depósito de la sal, de la anhidrita y del yeso, al aumentar el grado de salinidad de las aguas, a causa de la evaporación hasta hacer imposible la vida animal y vegetal.

Cuando sus restos, depositados en el fondo, fuesen cubiertos por los lodos arcillosos procedentes de los arrastres exteriores, se repetiría el proceso anteriormente explicado, para la formación del yacimiento primario, que después sería recubierto por la formación salina y yesosa. Este procedimiento de formación petrolífera se realizaba en Mar Chica, cerca de Melilla, antes de la apertura de la bocana.

Yacimientos secundarios.

Los plegamientos orogénicos posteriores a la formación del yacimiento primario han exprimido éste, por decirlo así, y han producido la emigración de los hidrocarburos por los terrenos permeables o por las grietas de los que no posean esta propiedad. Cuando, en este recorrido, se ponen en contacto con las aguas aireadas o sulfurosas, se oxidan o sulfatan, pierden una parte de los hidrocarburos más ligeros y se transforman en los asfaltos y betunes, que quedan como testigos de la emigración producida. Así se han formado los yacimientos de ozoquerita de Villamartín, los de asfalto de Soria y las areniscas impregnadas de betunes que se encuentran en la provincia citada y en las de Burgos y Santander.

Por el contrario, cuando los movimientos orogénicos han puesto en contacto directo el contenido de la roca madre del petróleo, con formaciones arenosas, sin las influencias químicas mencionadas o con cobijaduras de estratos impermeables, éste ha quedado almacenado en ellas, para

constituir un yacimiento secundario. A esta categoría pertenecen la mayor parte de los que actualmente se explotan. Sólo se explota, como excepción, algún yacimiento primario en América del Norte.

Los yacimientos secundarios son los únicos que tienen importancia industrial, por acumular en un espacio reducido los hidrocarburos contenidos en grandes extensiones de yacimientos primarios.

El agua subterránea meteórica interviene muy directamente en la distribución del petróleo en el yacimiento se-

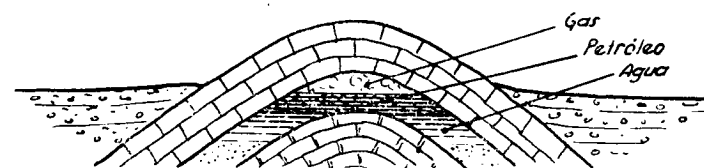


Fig. 1

cundario. Como su densidad es superior a la de éste, le obliga a concentrarse en las partes más altas de las bóvedas y anticlinales (fig. 1).

El agua salada que acompaña a los hidrocarburos puede ser también una parte intrínseca del yacimiento, procedente de la materia orgánica que le dió origen.

Puede encontrarse también el petróleo en el fondo de los sinclinales cuando el yacimiento secundario esté de tal modo protegido por capas impermeables que el agua no pueda penetrar en él. Este rarísimo caso se presenta en la zona petrolífera de Baicoi.

Los depósitos salinos y yesosos del yacimiento primario ejercen una gran influencia en la formación del yacimiento secundario. Bajo la acción de las presiones originadas por los bloques de la corteza terrestre, tanto los primeros como los segundos se comportan como verdaderos

flúidos y ascienden en forma de eczema, llegando hasta romper las capas superiores. En este caso, los hidrocarburos que contienen en su masa ascienden también y pueden impregnar las rocas permeables que encuentran en su recorrido o cobijarse bajo las estructuras favorables, determinando la formación de un yacimiento explotable.

Cuando el proceso de ascensión no está muy avanzado, el eczema se manifiesta por un anticlinal o una cúpula con núcleo de sal. En ambos casos, los hidrocarburos están en

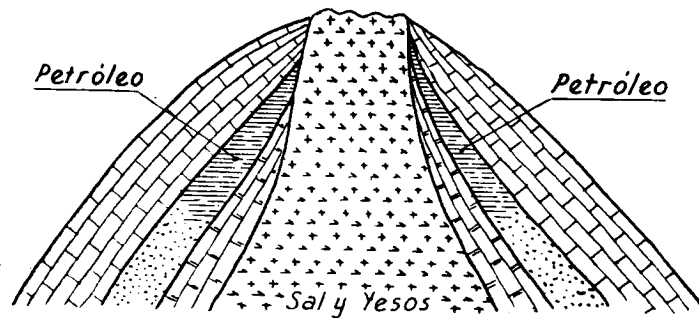


Fig. 2

las partes más altas, colocados por orden de densidades; por el contrario, cuando la sal y los yesos han logrado abrirse paso hasta la superficie, los hidrocarburos más volátiles han desaparecido por evaporación y los restantes se transforman en asfaltos y betunes por oxidación y sulfatación.

Puede suceder también que el movimiento ascensional de la sal sea más rápido que el de la formación del pliegue y que aquélla adelgace en forma de bisel las capas superiores atravesadas, cerrando con las impermeables las permeables que contienen el yacimiento secundario e impidiendo su salida. En el pliegue así formado, llamado plie-

gue diapiro, el petróleo no quedará en su eje, sino en sus flancos.

Para que el yacimiento secundario formado pueda conservarse, es preciso que esté cubierto por una capa impermeable que impida la pérdida o la transformación del petróleo acumulado.

También es condición indispensable que en los movimientos orogénicos posteriores a su formación no se ha-

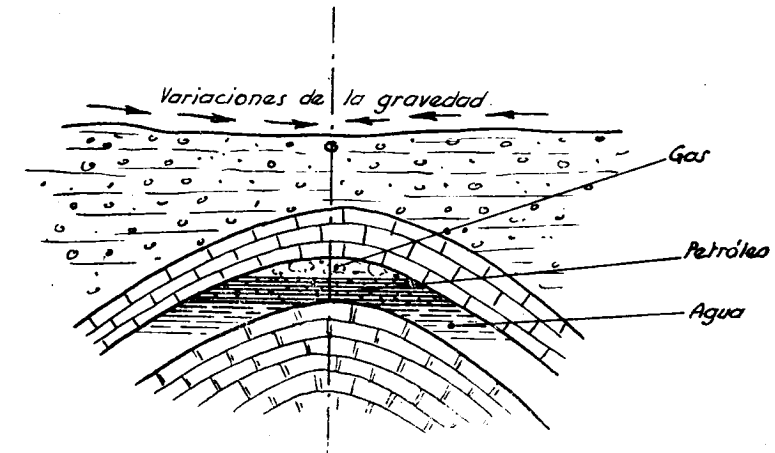


Fig. 3

yan producido fracturas por las que haya sido expelido el petróleo acumulado.

Los trastornos geológicos experimentados en nuestro suelo han sido tan grandes que los estratos se han plegado y roto en su mayor parte. Es posible que haya quedado intacta alguna estructura favorable para almacenar el petróleo; pero, por desgracia, no es grande el número de probabilidades de que las estructuras conservadas tengan importancia industrial.

Por pequeña que sea la probabilidad de acierto, debe

emprenderse el estudio sistemático de las zonas favorables para la existencia de los depósitos petrolíferos, a causa de la trascendencia política, militar y económica del problema. Ahora bien; al mismo tiempo, ante la posibilidad de quedar defraudados en nuestras esperanzas, debe emprenderse la fabricación en gran escala de productos petrolíferos, a partir de las pizarras bituminosas y de los carbones de baja calidad, de los que tanto y tan abundantes yacimientos poseemos en España. El Instituto Nacional de Industria ha abordado ya este gran problema, y en un plazo no muy lejano tendremos una gran industria propia de producción de carburantes líquidos.

PROCEDIMIENTOS GEOFÍSICOS PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PETRÓLEO

Con los antecedentes que acabamos de exponer respecto a la formación de los yacimientos secundarios de petróleo, que son los únicos que ofrecen interés económico, se comprende fácilmente que su investigación queda reducida a determinar la situación de los pliegues anticlinales y cúpulas, así como al estudio de las fracturas que hayan podido producirse, por las que pudiera haberse escapado el valioso elemento, para poder elegir el lugar más indicado para montar la sonda y perforar un sondeo, único medio de comprobar su existencia, pues no hay procedimiento alguno ni geofísico ni geológico que permita resolver, de antemano, si existe o no el combustible buscado.

Cuando los pliegues del terreno son visibles desde la superficie, el problema se resuelve con el reconocimiento geológico, que permite, en la mayoría de los casos, calcu-

lar también aproximadamente el espesor de los que tenga que perforar la sonda, hasta alcanzar el yacimiento buscado.

Pero sucede muchas veces que las formaciones geológicas plegadas están recubiertas por otras más modernas que ellas, colocadas en posición aproximadamente horizontal o con suaves pendientes, que enmascaran a las primeras y hacen imposible el reconocimiento geológico. En estos casos, hay que recurrir a la investigación geofísica, que permite determinar las estructuras ocultas buscadas desde la superficie del terreno.

Los métodos de aplicación más general son los gravimétricos y los sísmicos. Los primeros se fundan en la medición de las variaciones de la gravedad, efectuada con gran precisión, a lo largo de perfiles determinados. En el eje del anticlinal se obtiene el valor cero, y a un lado y otro de este punto aumentan progresivamente de valor, aunque con sentido contrario, pero dirigiéndose siempre a aquél, según se representa esquemáticamente en la figura número 3.

Este trabajo, realizado de una manera sistemática en toda la zona de la investigación, permite fijar la situación de los accidentes buscados y ubicar el punto más indicado para perforar el pozo de sonda.

El método sísmico se funda en la medición de la velocidad de propagación en el subsuelo de las ondas elásticas, producidas por la explosión de una carga de dinamita, a través de las capas que lo integren. Esta velocidad es característica para cada clase de rocas, y su medición sistemática en toda la zona de estudio permite determinar la situación y profundidad de los pliegues de aquél.

La geofísica permite también averiguar si los pliegues son simétricos con relación a un plano vertical o si están

tumbados, detalle importantísimo para elegir la situación del sondeo, así como muchos otros detalles relacionados con el problema que se pretende resolver.

ZONAS PETROLÍFERAS ESPAÑOLAS

Para que pueda existir en la naturaleza una acumulación de hidrocarburos, se precisan las tres condiciones siguientes: estructura geológica favorable; capas porosas o con oquedades que puedan almacenarlos, y una cubierta protectora que haya impedido su salida desde la época de su formación.

Entre aquéllas, la más frecuente es la anticlinal; pero hay también otros tipos de estructuras favorables.

La tercera condición nos obligó a desechar, en bloque, desde el punto de vista petrolífero, todo el macizo hercínico que constituye la mitad occidental de la Península, formado por las rocas graníticas y paleozoicas, en parte recubiertas por formaciones terciarias modernas, en disposición casi horizontal.

En el mencionado macizo, los plegamientos y la erosión han destruído las estructuras que, posiblemente, almacenaron hidrocarburos en épocas remotas.

Por la misma causa hay que mirar con prevención todos los terrenos de cota muy elevada, sobre todo, si están próximos al mar o al nivel hidrostático y se trata de horizontes someros, pues se comprende cuán fácil es que los hidrocarburos se hayan escapado por debajo de la cubierta impermeable.

También hay que desechar las formaciones sedimentarias donde la vida orgánica ha sido muy pobre, como sucede en nuestras formaciones terciarias de agua dulce que,

por consiguiente, no reúnen condiciones para constituir depósitos primarios de hidrocarburos y con mayor razón secundarios.

En resumen: en España no pueden existir depósitos petrolíferos en las rocas hipogénicas y arcaicas; los terrenos paleozoicos y el terciario continental. De esta manera se desechan, por exclusión, próximamente las 9/10 partes de nuestro subsuelo. En la décima parte restante, todos los yacimientos petrolíferos proceden de las margas triásicas, en Andalucía; y tanto de éstas cuanto de la formación Wealdense del infracretáceo, en el Norte. Hay también posibilidad de que existan otros niveles petrolíferos más modernos que los anteriores, pero la mayor parte de los geólogos españoles se inclinan a creer que todos ellos, salvo excepciones, proceden de emigraciones de las mencionadas margas triásicas.

Sentado el principio de que los principales yacimientos petrolíferos españoles tuvieron su origen en las citadas margas triásicas, aunque su formación es posible en todos los períodos geológicos, hay que tener en cuenta, en lo que se refiere a su conservación, los grandes trastornos orogénicos que se han sucedido después de aquella época, plegando y exprimiendo, por decirlo así, las capas petrolíferas formadas, que, al romperse, han dado lugar a la pérdida del combustible almacenado. Por consiguiente, cuando las margas triásicas afloran al exterior es imposible que se haya conservado el yacimiento petrolífero. Siempre quedarán en su masa pequeñas cantidades de petróleo que, arrastradas por la circulación del agua subterránea, aparecen en los pozos y en los manantiales, dando lugar a infundadas esperanzas sobre la existencia de aquél. Así sucede en varios lugares de la Península, donde se

pueden obtener muestras de verdadero petróleo bruto que, por desgracia, comprueban lo que acabamos de explicar.

Lo mismo sucede en las capas superiores más modernas, que las triásicas, en que se infiltró el petróleo procedente de aquéllas, a través de su masa, por las fisuras, oquedades o poros.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, se pueden considerar con alguna posibilidad petrolífera las siguientes regiones (fig. núm. 4), tomada de la reducción adjunta del Mapa Geológico de España y Portugal, escala 1 : 1.000.000, publicado el año 1952.

Sector Cantábrico.—Comprende las provincias de Santander, Vizcaya, Alava y Burgos. En ellas se presentan manifestaciones petrolíferas, en el triásico y en la parte inferior del Cretáceo, probablemente procedentes de las primeras.

En el anticlinal de Robredo-Ahedo (Burgos), perteneciente a este sector, el Instituto Geológico ha practicado dos sondeos, uno de los cuales alcanzó la profundidad de 1.009 metros, encontrando capas impregnadas de hidrocarburos, sin valor industrial.

Otro sondeo en Leva (Burgos), que profundizó hasta 612 metros, no tuvo resultado positivo por estar en una zona surcada de fallas.

En Zamanzas (Burgos), donde las manifestaciones petrolíferas han sido más intensas, la C. A. M. P. S. A. ha realizado cinco sondeos, alcanzando en el último la profundidad de 2.000 metros, sin salir de las calizas liásicas, por lo que se prolongará 200 metros más para tratar de llegar al triásico.

En Ajo (Santander), cerca de Santoña, se hizo un sondeo de 1.200 metros sin apreciar indicios de petróleo.

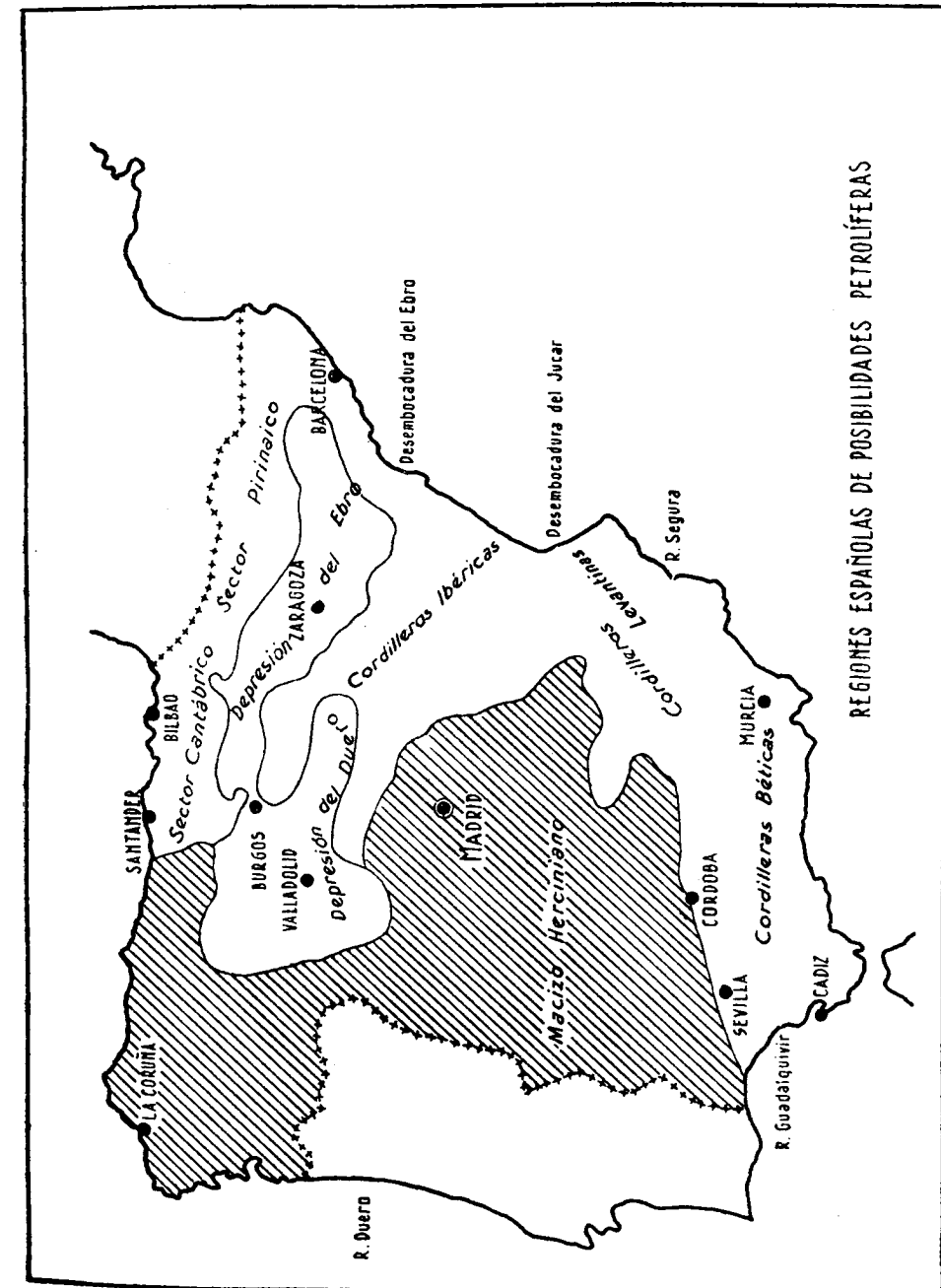


Fig. 4.

ahora se van a investigar, con el sondeo profundo de Marcilla (Navarra).

Depresión del Duero.—Intimamente unida a las faldas de la cordillera Ibérica, presenta manifestaciones asfálticas, en la región de Soria, y en su zona más llana se encuentra en las mismas condiciones que la del Ebro.

El sondeo de Burgo de Osma (Soria), realizado por C. I. E. P. S. A., alcanzó una profundidad de 2.210 metros. No dió indicios petrolíferos, a pesar de haber llegado a penetrar en las margas triásicas. Este es un síntoma algo descorazonante; pero un sondeo no es suficiente para lanzar una sombra de descrédito sobre la región del Duero, por existir otras estructuras mejor situadas, aún no reconocidas.

Cordilleras Béticas y Levantinas.—Hay en ellas múltiples manifestaciones petrolíferas, impregnaciones asfálticas, gases, etc., que no deben despreciarse, aunque sí se deben tener en cuenta, para formar opinión, en cada caso particular, las consideraciones anteriormente expuestas.

El hallazgo de hidrocarburos líquidos en Alicante y Garrucha (Almería), así como el desprendimiento de gases en el antiguo sondeo de Torre Vieja (Alicante), determinaron a C. I. E. P. S. A. a investigar esta zona. El sondeo de La Marina (Alicante) atravesó 925 metros de terciario, para cortar el triásico en que continuó hasta su terminación a los 1.610 metros. El de Rojales (Murcia), cortó aún mayor profundidad de terciario que el anterior, antes de llegar a las margas triásicas. Ninguno de los dos ha suministrado indicios petrolíferos, lo que puede explicarse por haber estado descubiertas y sometidas a la acción de los agentes exteriores, las formaciones triásicas, hasta cerca

del final de la edad terciaria, a más de haber sufrido las convulsiones del movimiento alpino.

Como resumen de lo expuesto podemos decir que se han perforado, hasta ahora, muy pocos sondeos petrolíferos, no llegando ni al mínimo de ellos que la experiencia de otros países ha demostrado ser precisa para poder tener éxito, o, al menos, para llegar al convencimiento de su existencia.

En cada comarca hay que efectuar el estudio sistemático de su tectónica y estratigrafía, sobre un plano topográfico detallado, para la determinación de las estructuras que pueden contener los hidrocarburos y practicar en ellos los sondeos mecánicos que han de dar la solución del problema.

LA INVESTIGACIÓN ACTUAL DE LA ESTRUCTURA DE MARCILLA (NAVARRA)

El Instituto Nacional de Industria ha tenido el plausible acierto de acometer, con los mejores medios de que actualmente dispone la técnica, la investigación de la estructura anticlinal de Marcilla, una de las que presentan buenas condiciones desde el punto de vista de las posibilidades petrolíferas.

Para ello se ha asociado con una importante empresa norteamericana que posee el material necesario para sondear hasta los 4.000 metros de profundidad y todos los elementos accesorios que coadyuvan al fin propuesto. Se ha comenzado por un estudio geológico minucioso de la zona, seguido por una investigación sísmica por reflexión, cuyo objetivo ha sido determinar la continuidad de la estructura en profundidad y la inclinación de su plano axial de

simetría, en caso de que éste no fuera vertical, para poder ubicar el sondeo en el punto más conveniente, habiéndose ya terminado ambos estudios, así como la instalación de la sonda en el punto elegido, para dar comienzo a los trabajos de perforación.

Esa estructura nos es muy conocida por los múltiples trabajos geológicos y geofísicos realizados por el Instituto Geológico en toda la provincia de Navarra; para el estudio de su cuenca potásica. En el anticlinal próximo al de Marcilla, que pasa por la línea Tafalla-Larraga, se ha trabajado durante varios meses, así como en el de Falces, que es la prolongación del que ahora se trata de investigar en Marcilla.

Por eso, podemos presentar un croquis geológico detallado de las formaciones que debe atravesar la sonda en Marcilla, representado en la figura 5.

Primeramente se atravesarán con la sonda las margas yesosas oligocenas, hasta llegar al banco de sal que constituye el fondo esta formación. Después de la sal, deben encontrarse las margas grises y las calizas eocenas, antes de llegar a las cretáceas y liásicas, que, de existir, se encuentran sobre la formación triásica, objetivo final de la investigación en la hipótesis de que también ésta se encuentra en el lugar del sondeo.

Las características paleográficas de la zona inducen a pensar que puedan existir niveles petrolíferos en el Cretáceo bajo el recubrimiento del terciario lacustre, pues este sistema geológico cambia radicalmente de la vertiente pirenaica a la ibérica, indicando que hacia el centro de la cuenca pudo existir una zona costera apta para la formación del petróleo. Lo mismo puede decirse respecto al Eo-

ceno, muy potente en la vertiente pirenaica, pero que se extingue antes de llegar a la vertiente ibérica.

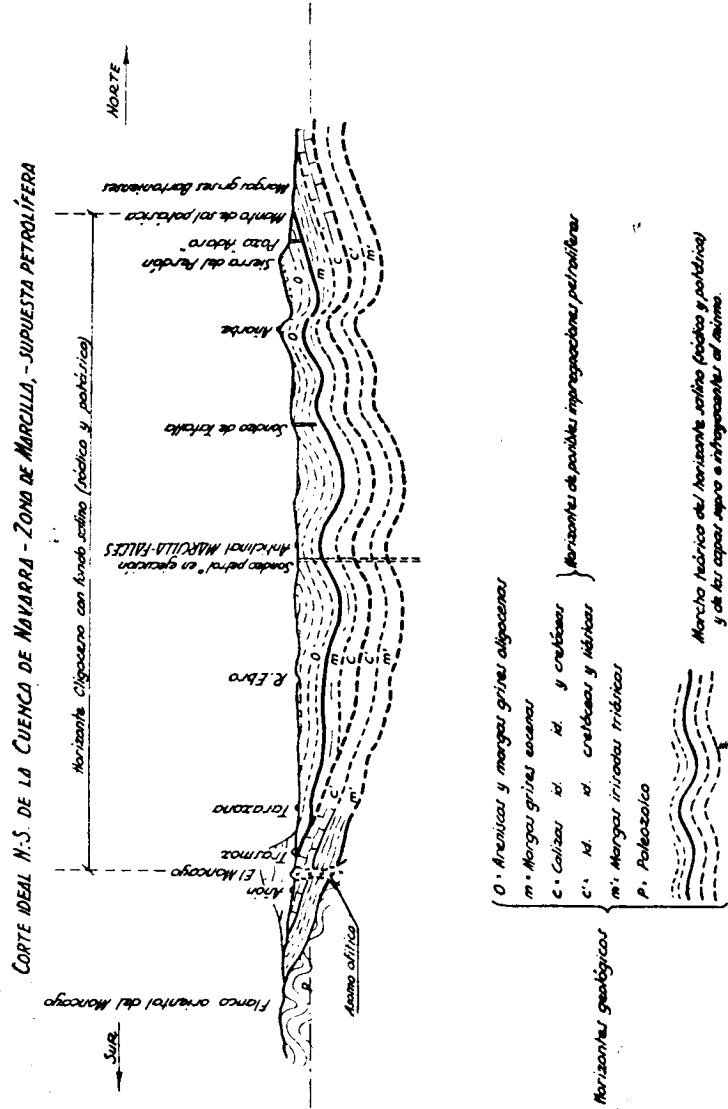


FIG. 5

En lo referente a la profundidad a que pueden encontrarse los niveles capaces de almacenar petróleo, los geó-

logos españoles opinan que el recubrimiento oligoceno tiene un considerable espesor, al que hay que añadir el horizonte salino y las margas eocenas de su fondo antes de llegar al primero que presente aquella posibilidad. Después puede haber otra posibilidad más profunda antes de llegar a las margas triásicas, sobre las que puede estar el más importante, de haberse formado el yacimiento petrolífero de aquella remota época y no haberse perdido por las convulsiones geológicas posteriores.

**Ensayo metalogénico sobre los criaderos
argentíferos de Hiendelaencina**

POR

JOSE CASTELLS

JOSE CASTELLS

ENSAYO METALOGENICO SOBRE LOS CRIADEROS ARGENTIFEROS DE HIENDELAENCINA

Geología y Tectónica

La Hoja Geológica de Hiendelaencina, publicada por el Instituto Geológico y Minero de España, nos presenta el territorio en que aparecen los filones argentíferos como una mancha arcaica gneísica, rodeada casi enteramente por formaciones silurianas (cuarcitas y pizarras) que se apoyan sobre el gneis. A grandes rasgos, el territorio da la impresión de una amplia cúpula, de la que ha desaparecido el siluriano en la parte central, dejando al descubierto el gneis.

En extensas zonas, el gneis está encubierto por acarreos modernos, cuya potencia excede a veces de los 40 metros. Donde aflora, el terreno presenta el aspecto lajoso característico de estas formaciones. Con frecuencia se observan en la superficie nódulos de cuarzo, de tamaño a veces de huevos de gallina. En profundidad, y en lo que permiten apreciar las barrancadas abiertas por las erosiones, o las labores mineras accesibles, la formación arcaica presenta frecuentes e importantes variaciones. A veces el gneis se enriquece en mica de tal suerte, que llega a transformarse en auténtica micacita; otras, se enriquecen en sílice, hasta constituir bancos de verdadera cuarcita, con todos los tipos

de transición imaginables. Es famoso el banco de cuarcita cortado hacia los 450 metros de profundidad y que ha dado lugar a tantas especulaciones sobre su influencia sobre la mineralización de los filones. En el fondo, estas variaciones de facies no constituyen, a nuestro juicio, discontinuidad desde el punto de vista geológico o tectónico.

En nuestra opinión, este manchón gneísico representa uno de los escasos afloramientos del cratón peninsular, resto visible del «interpaís» de Schneider, casi enteramente oculto en el resto por las extensas formaciones terciarias que cubren la meseta. Este «interpaís» nacido en la orogénesis ibero-atlántica, cuyas cordilleras hoy denudadas, han sido transformadas en bloque rígido de naturaleza doblemente cratónica, por cuanto participa de las fases caledoniana y herciniana, ha resistido la penetración de los ejes pirenaico y nevádico del movimiento alpino. El macizo cratónico experimentó movimientos epirogénicos verticales, cuya influencia sobre el siluriano suprayacente puede apreciarse fácilmente, que han producido dislocaciones con las que se relaciona íntimamente la metalogénesis del territorio. Por otra parte, no ha dejado de sentir la influencia de los movimientos alpinos con su secuela de plegamientos y fracturas. Los primeros son principalmente visibles en las zonas marginales, pero muy poco acentuados en la región central que nos ocupa. Por ello su relieve corresponde, antes al tipo germánico con preponderancia de dislocaciones y fracturas, que al sajónico.

Estas dislocaciones han servido en unos casos de vías de paso a las emisiones magmáticas mineralizadoras, constituyendo los sistemas de filones que ahora encontramos y en otros casos se han traducido en fallas que los trastornan.

Se han hecho ensayos en épocas pasadas, de sistematización de los filones conocidos, siendo la más interesante

la realizada por el Ingeniero de Minas don Bautista Muñoz, en 1871, basándose en la dirección y relleno de éstos, labor, a nuestro juicio, de verdadero mérito y clara intuición metalogénica, que no disminuye por el hecho de que deba ser revisada a la luz de los actuales conocimientos sobre la materia.

A grandes rasgos se distinguen dos sistemas de filones de distinta antigüedad. El sistema más antiguo, al que pertenece el famoso «filón rico» tiene dirección groseramente Este-Oeste. Otro segundo sistema más, moderno al parecer, está constituido por filones de dirección NO. o NE. En realidad, las directrices tectónicas de la región distan mucho de poder ser encasilladas en forma tan simplista. Por otra parte, las fallas más importantes conocidas pueden agruparse en dos tipos; las primeras, transversales a los filones de la primera serie, producen sobre ellos saltos apreciables y aun trastornos de mayor envergadura, como ocurre con la llamada «falla de la Vascongada», y otras, de dirección no muy diferente de la de los filones que atraviesa, son de filiación más complicada, ya que no está descartado que pueda tratarse de filones transversales. Como las labores mineras realizadas hasta el presente sólo representan una superficie muy reducida dentro de la formación gneísica y aun de ellas sólo se conservan antecedentes parciales, resulta difícil formar juicio claro de la importancia relativa de los diversos accidentes tectónicos, más aún, cuanto que, como hemos dicho, el gneis está cubierto en amplias extensiones por acarreos que impiden la observación de tales fenómenos en superficie.

Magmatismo y Metalogenia

Todo proceso metalogénico es simplemente un proceso de diferenciación magmática; por tanto, el magmatismo de una región condiciona absolutamente los fenómenos metalogénicos que de él se derivan.

Schneider ha sido el primero en intentar la síntesis del magmatismo del cratón peninsular (Schneider.—Propecção mineira e zonas geotectónicas na metalogenia ibérica.—Inst. Sup. Técnico. Lisboa, 1947). Desgraciadamente, en el estado actual de nuestros conocimientos, el magmatismo del tronco ibero-aquitano está mal conocido, por estar en su mayor parte recubierto por el terciario. Parece, sin embargo, apreciarse que hay basicidad creciente al alejarse del interpaís, cuyo magmatismo parece ser fundamentalmente granítico o granito-afáltico. Conviene también recordar (Roso de Luna.—El Cobre y las Piritas en España. Temas profesionales), que el magmatismo del cratón de la meseta central no puede atribuirse exclusivamente al diastrófismo herciniano de plegamiento, pues en el interpaís se conservan restos del caledoniano y ha sido influido después en mayor o menor medida por el alpino. Cabe, pues, admitir tres fases de magmatismo, con su secuela de fenómenos metalogénicos y de hecho la explicación del fenómeno de Hiendelaencina ha de buscarse por este camino.

Resulta por demás aventurado el diagnóstico metalogénico de un yacimiento, cuando para realizarlo se ha de partir de datos mineralógicos y análisis recogidos de la historia del criadero y la premura de tiempo no ha permitido realizar ni un solo estudio microscópico de menas. Bueno será, pues, advertir, que nuestras conclusiones tienen sólo carácter provisional en este terreno y que han de ser revi-

sadas mediante el estudio sistemático de las menas y bueno será advertir también, que este estudio es indispensable, si realmente interesa llegar a conocer la génesis de estos criaderos y deducir de ella consecuencia que guíen las futuras investigaciones.

En todo caso el criadero puede clasificarse, sin duda, como de origen hipoabisal con predominio de la fase mesotermal, que no excluye la existencia de fases katatermal y epitermal, aunque con menor desarrollo. La forma de metalización del filón que hemos podido observar en las muestras que nos han sido enseñadas, nos demuestran bien a las claras que en el criadero se superponen varias paragénesis, se trata francamente de una deposición rítmica. No se tienen noticias de zonas de cementación, pero sí parece que tuvo gran interés minero la zona de oxidación (halogenuros) cuyo origen se debe a nuestro juicio a la fase epitermal. Naturalmente, por todas las razones ya expresadas, no intentaremos siquiera la discriminación de las diversas paragénesis. Sólo llamaremos la atención acerca de las características singulares de este criadero, singulares al menos en la etapa actual de nuestros conocimientos.

Los datos que nos han legado las labores antiguas nos dicen lo siguiente:

De 0 a 100 metros de profundidad.—Zona de oxidación. Halogenuros posiblemente de generación epitermal. No conocemos muestras de ellos.

De 100 a 200 metros.—El filón (rico) arma en gneis micáceo escaso de cuarzo; relleno barita, escasa o nula metalización.

De 200 a 300 metros.—Caja más cuarzosa. El filón contiene barita y cuarzo y metalización de sulfosales de Ag, As y Sb, alguna galena y blenda.

De 400 a 500 metros.—Caja de cuarcita. Relleno cuarzo y escasa barita, abundante metalización (bonanzas) de platas rojas acompañadas de blenda escasa y galena y alguna calcopirita y pirita.

Estos datos se refieren a las labores llevadas en la zona central del filón rico. No se citan la presencia de carbonato de hierro, que hemos comprobado es muy frecuente, ni la de calcita, que también se presenta con frecuencia.

Datos más completos nos ofrece la clasificación de Bautista Muñoz, quien nos dice que en los filones de la primera serie se encuentra: Barita, calcita, cuarzo y abundante Ag; en la segunda serie: Cuarzo, carbonato de hierro, rara barita, Ag, galena, antimonio y piritas de hierro y cobre.

En resumen, las especies minerales que parece forman el relleno de los filones en unas u otras zonas son los siguientes: Cuarzo, barita, calcita, hierro espático, blenda, galena, pirita, calcopirita, mispíquel, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de plata. No se cita la existencia de minerales de níquel, ni cobalto, ni estaño.

Por su formación hipoabisal de fase mesotermal predominante y por las especies minerales (ya que no por su proporción relativa) este yacimiento encaja exactamente en el grupo de criaderos de A, Pb y Zn del mismo tipo. Sin embargo, en Hiendelaencina, la galena y la blenda parecen desempeñar un papel mucho más secundario de lo que es normal en el grupo. Únicamente encontramos semejanza en este aspecto con los yacimientos de Przibram (Bohemia). En Przibram la paragénesis más antigua (Schneiderhöhn.—Lehrbuch der Erzlagertstättenkunde. Jena, 1941), se compone de cuarzo, blenda, galena y estaño en grano microscópico. La segunda encierra carbonato de hierro, y sulfosales de cobre, plomo, plata, arsénico y antimonio, local-

mente también galena, calcita, barita y algo de níquel y cobalto. El magma originario es también granítico, pero los filones arman no en el arcaico, sino en filones de diabasa que atraviesan formaciones cambrianas. La semejanza de magma y menas es notable. Merece notarse que en aquel criadero las metalizaciones se han conservado hasta la profundidad de 1.200 metros.

En todo caso, aunque sobre la paragénesis del criadero de Hiendelaencina haya mucho, sino todo por aclarar y amplio campo, por tanto, para futuras, e insistimos, necesarias investigaciones, de sus características genéticas se desprenden importantes conclusiones de tipo económico.

Por su origen hipoabisal y en gran parte, al parecer, isotermal, las mineralizaciones ofrecerán, sin duda, una gran latitud en vertical. Con frecuencia, en criaderos de este tipo, incluso la fase katatermal (Schneiderhöhn.—Op. cit.), ofrece notables enriquecimientos en plata.

No parece, pues, que el límite alcanzado hasta el presente por las labores más profundas realizadas sobre el filón rico (aprox. 500 m.) represente el límite inferior de las metalizaciones argentíferas, máxime, teniendo en cuenta, que, en principio, parece como si los minerales de la zona de oxidación (halogenuros) representaran la fase epitermal y, en tal caso, la mesotermal, la de mayor latitud de estas formaciones, no comienza hasta los 200 metros de profundidad aproximadamente en la zona central del «filón rico».

Añadiremos, por lo que al «filón rico» se refiere, algunas palabras sobre la influencia de las cuarcitas. A nuestro juicio es indudable que la caja de cuarcita puede ejercer una influencia favorable sobre la metalización. Es una influencia de tipo mecánico, ya que la cuarcita da grietas de paredes más limpias y netas que los gneis micáceos, lo que favorece, o puede favorecer, si concurren otras circuns-



tancias, la deposición metalogénica. Pero esta influencia favorable de tipo mecánico no se limita a las cuarcitas, es común a las zonas de gneis muy cuarzosas (la experiencia de las labores de La Plata confirma esta afirmación). Influencias de tipo químico, o fenómenos de adsorción no parecen probables; los primeros sólo se han observado en cajas de carácter básico y muy particularmente en el caso del oro, los segundos exigen una textura física de la roca de caja que no tienen las cuarcitas.

Por lo que se refieren a las investigaciones practicadas en el coto «San Ignacio» en el filón llamado antes «La Fuerza» y «Tres Amigos» las circunstancias metalogénicas son ligeramente diferentes. Las muestras de menas obtenidas en el pozo profundizado en zona virgen del criadero, a profundidad de sólo algunas decenas de metros, parecen corresponder a una fase típicamente mesotermal, análoga a la que se dice se cortó en el filón rico por debajo de los 200 metros. El filón parece pertenecer al mismo sistema que aquel al cual es sensiblemente paralelo. Su génesis parece idéntica, pero el dato que citamos, único antecedente de que disponemos hoy, nos hace pensar en un nivel genético más profundo. Los datos que conocemos de las explotaciones que se realizaron en «La Fuerza» nos conduce a idéntica conclusión. Cabe, por tanto, sospechar que en igualdad de condiciones genéticas, la profundidad de la zona de bonanzas que se cortó en el «filón rico» sea bastante menor en el coto «San Ignacio». Por otra parte, nos lleva a la misma conclusión la observación del terreno de la superficie; la marcha de los planos de exfoliación del gneis nos indican un nivel erosivo más acentuado en la zona de «San Ignacio».

Hierro meteórico encontrado en Villanueva del Fresno (Badajoz)

por

ANTONIO BASELGA Y RECARTE

ANTONIO BASELGA Y RECARTE

HIERRO METEORICO ENCONTRADO EN VILLANUEVA DEL FRESNO (BADAJOZ)

Entre arenas y cantos rodados, en la orilla del río Al-carrache, en el término de Villanueva del Fresno (fig. 1), he encontrado el cuerpo que describo a continuación :

Nódulo metálico, de forma irregular, casi plano en lo que considero como base y convexo y granoso en la parte superior (fig. 2) ; tiene algunos huecos que penetran hasta el interior de la masa, es muy magnético, duro y pesado, está cubierto con ligera capa de óxido de hierro, su tamaño es aproximadamente de $7,5 \times 4,5 \times 1,5$ centímetros.

Después de haberle arrancado algunos trozos (unos 20 gramos) para efectuar los diferentes análisis, pesa el ejemplar 132 gramos.

El análisis químico cualitativo acusa la existencia de gran cantidad de hierro y poco níquel ; en el estudio roentgenográfico se han descubierto kamacita (hierro níquelífero) abundante, taenita escasa y cohenita dudosa, y, en el examen espectroscópico efectuado para buscar los elementos del grupo del platino, sólo se ha encontrado iridio en proporción de 1/1.000 por 100.

En superficie pulida, se observa con el microscopio (fig. 3) estructura confusa de dudosa interpretación que qui-

zás corresponda a kamacita granulada; pulida la superficie con cuidado exagerado, se obtiene superficie lisa, compacta, con algunos poros microscópicos, inatacable por los métodos

Fig - 1.



Lugar en el que se encontró el meteorito.

Lat. 38° 24' 15" Long. 3° 26' 15"

corrientes. Se ha utilizado como reactivo especial una mezcla de 20 partes de ácido nítrico, 40 partes de ácido acético al 70 por 100 y 40 partes de acetona; así se ha conseguido hacer visible la estructura que muestra la figura 4. Para interpretar esta estructura considero dos zonas de aspecto algo diferente: la parte de la derecha de la figura 4 puede compa-

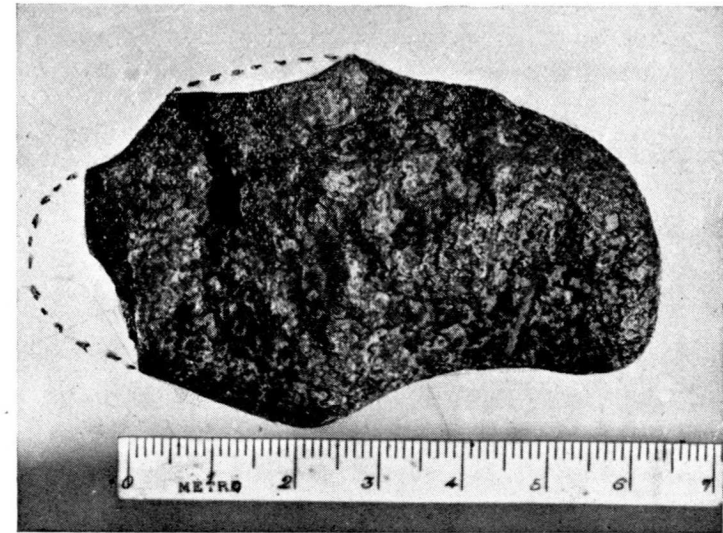


Fig. 2.—Hierro meteórico de Villanueva del Fresno.
(Fot. Antonio Baselga.)

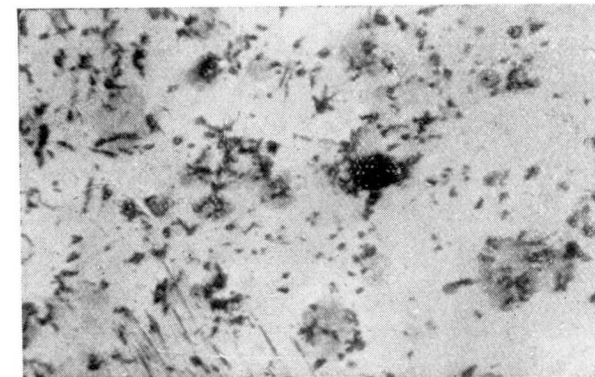


Fig. 3.—Hierro meteórico de Villanueva del Fresno.
Superficie pulida.
(Fot. Lab. Micrográfico E. de Minas.)

rarse con la figura 5 (tomada de L. J. Spéncer), que representa la estructura del hierro meteórico de Murnpeowie (Australia) con las llamadas uniones *secundarias* (sub-boundaries), cuya formación no se ha llegado a explicar satisfactoriamente y se cree debida a impurezas que ocupan esas líneas, y se incorporaron a la masa durante su solidificación. Resultan visibles por ser diferente el efecto del ataque de los reactivos en las impurezas que en el resto de la masa. En la zona de la izquierda de la figura 4 del meteorito de Villanueva del Fresno se ven también líneas de impurezas debidas probablemente a igual causa, pero estas últimas líneas tienden a formar contornos poligonales regulares con ángulos de 60° como corresponde a las figuras de Widmanstätten cuando el hierro ha quedado tallado paralelamente a la cara del octaedro, pueden compararse con las de la figura 6 (Spéncer), que corresponde al hierro meteórico de Henbury (Australia).

En el hierro meteórico de Villanueva del Fresno quizás haya ocurrido lo mismo que ocurrió con los trozos pequeños de los hierros meteóricos de Henbury, que su estructura haya sufrido destrucción y por ello resultase granulada la kamacita, lo que parece indicar que el interior del hierro meteórico ha debido calentarse, quizás durante la caída, a temperatura de, por lo menos, 850° , que es la que corresponde a la transformación del hierro α de estructura de cubo centrado en hierro β de estructura de cubo de caras centradas.

Como resultado de estos análisis, estimo debe clasificarse este hierro como *atxita*, pobre en níquel, procedente de una octaedrita que sufrió calentamiento después de haberse formado.

Aunque sabido, es interesante recordar que el número

de meteoritos de todas clases reunidos en los museos, de los que se recogieron en todo el mundo hasta el año 1930, era de 958, de los que 396 correspondían a los hierros meteoricos, 38 de los cuales se cogieron en Europa, y de éstos sólo dos en la Península Ibérica, uno en Moreira (Portugal) y otro en Quesa (Valencia); se comprende la importancia que tiene este hallazgo que creo representa la primera ataxita encontrada en España y el segundo de los hierros meteoricos españoles.

Fueron mis colaboradores: Padre Jaime R. Candela (análisis químico cualitativo), doctor Isidoro Asensio Amor (análisis roentgenográfico) y mis compañeros Juan Manuel López Azcona (análisis espectroscópico), con Ismael Roso de Luna y Juan José Miraved (pulido, ataque de superficie pulimentada y microfotografías de laboratorio); a todos ellos expreso en estas líneas mi agradecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- BEN SAUDE (ALFREDO): Meteorito férreo encontrado en Sao Juliao de Moreira, cerca de Ponte de Limia.—Lisboa, 1888.
- LAPPARENT A. (Trad. de Marcial de Olavarría): Hierro nativo y meteoritos.—Madrid, 1898.
- LA NATURE: Les fauses meteorites.—París, diciembre 1901.
- FAURA Y SANS: Meteoritos caídos en la Península Ibérica.—Tortosa, 1922.
- BRITISH MUSEUM (Natural History): A guide to the collection of meteorites.—London, 1926.
- WOLFF, FERDINAND V.: Einführung in die systematische Mineralogie.—Leipzig, 1925.
- THE MINERALOGICAL MAGAZINE: A new meteoric iron found near Kyancutta. N.º 140, march 1933.—Meteoric iron and silica glass from the meteorite craters of Henbury (Central Australia) and Wabar (Arabia). N.º 142, september 1933.—Murnpeowie (South Australia). A granular type of meteoric iron. N.º 148, march 1935.
- HEIDE, FRITZ: Kleine Meteoritenkunde.—Berlin, 1934.

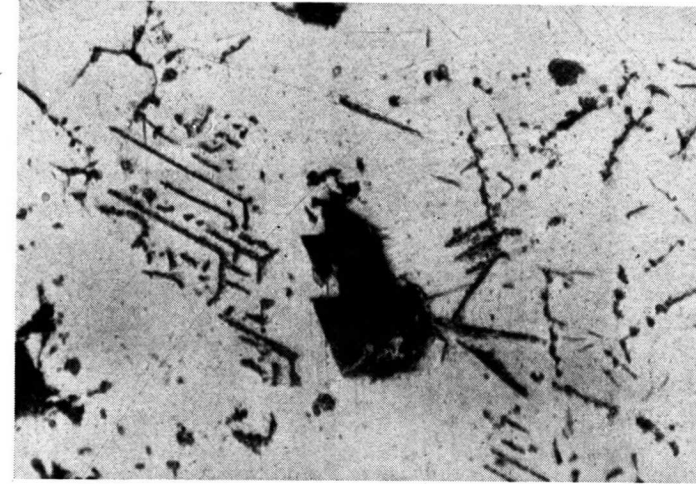


Fig. 4.—Hierro meteorico. Villanueva del Fresno (Badajoz). Superficie pulida. En las líneas correspondientes a las bandas de kamacita que se cortan según ángulos de 60°, parece estar también sustituida la kamacita por impurezas como en las uniones de líneas secundarias.

(Fot. Lab. Micrográfico E. de Minas.)

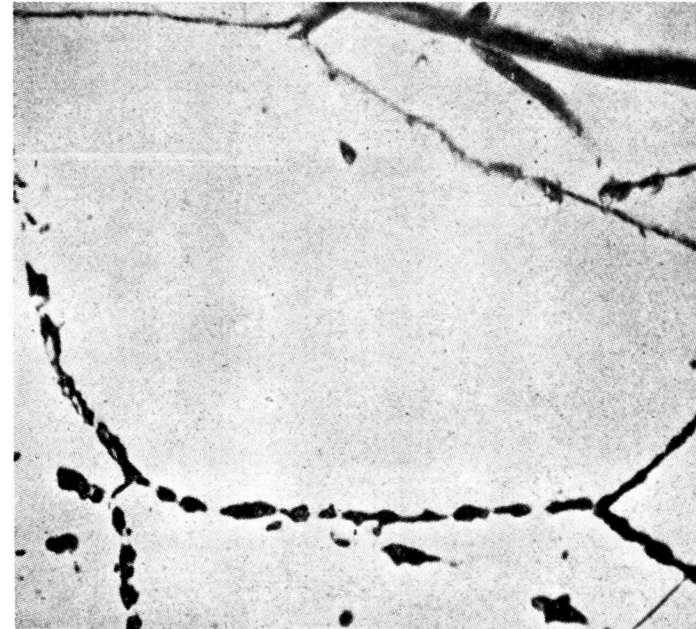


Fig. 5.—Hierro meteorico de Murnpeowie (Australia). Líneas de uniones secundarias.

(Fot. de Spencer.)



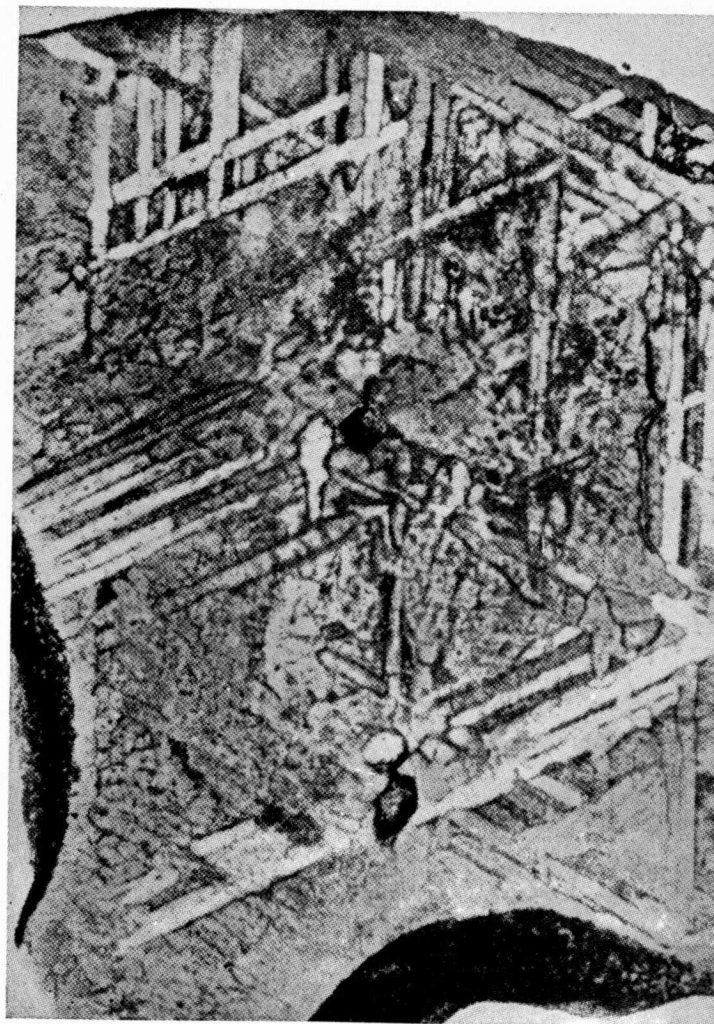


Fig. 6.—Hierro meteórico de Henbury (Australia).
Figuras de Widmanstätten.

(Fot. de Spencer.)



- BASELGA, ANTONIO: Estudio y clasificación de las rocas.—Madrid, 1941.
- DANA'S: The System of Mineralogy. Seventh edition. Volume 1. Nueva York, 1944.
- ASENSIO AMOR, I.: Identificación de materiales cristalinos por Rayos X.—Ana. Real Aca. Farm., 1953.

Análisis sobre una escoria supuesta volcánica

POR

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA
Doctor en Ciencias Geológicas

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

Doctor en Ciencias Geológicas

ANALISIS SOBRE UNA ESCORIA SUPUESTA VOLCANICA

En el número 28 de esta misma revista, el señor Baselga establece un nuevo tipo de roca volcánica bajo el nombre de *matalanita*. Cree que muchas rocas semejantes han sido encontradas por distintos lugares de la Península sin que se les haya prestado ninguna atención, por creerlas originadas de forma artificial como escorias de fraguas prehistóricas o incluso de tiempos más recientes.

Personalmente me encuentro en este caso, pues durante los trabajos de campo de mi tesis doctoral, en el término de Valverde del Fresno (Cáceres) y en el paraje conocido por El Lagar de los López, hallé varios fragmentos de una escoria cordada igual a la reproducida en la fotografía número 2 del trabajo del señor Baselga. No le presté ninguna atención por considerarla extraña al campo de la petrogénesis, pero recuerdo perfectamente que busqué detenidamente por los alrededores tratando de localizar indicios de construcciones o quizás hachas u otros restos prehistóricos. Creo que de haber existido algún resto de chimenea volcánica lo habría notado inmediatamente, ya que mi excursión era precisamente para el estudio petrográfico de la zona. Es más, unos metros antes había recogido muestras

pizarrosas, por lo que todas las características petrográficas y tectónicas fueron anotadas con la minuciosidad del caso, sin que existiera ningún indicio de aparato volcánico.

Algunas de estas escorias fueron recogidas por iniciativa privada del guía, y más tarde me desprendí de ellas a excepción de una muy pequeña, olvidada en mi casa, hasta que, al aparecer el trabajo del señor Baselga, la recordé y, atendiendo al ruego que formula, procedí a efectuar su análisis químico, que publico en esta nota, agregando algunos cálculos y deducciones con el único fin de ayudar a quien se interese por este problema.

El yacimiento se encuentra en un pequeño rellano, a orillas de un riachuelo y como a un metro sobre el curso del agua. Esta plataforma está labrada en las pizarras paleozoicas sobre las que se extiende una débil capa de tierra vegetal. Inmediatamente comienza la ladera de un cerro erosivo, y al otro lado del riachuelo la morfología es idéntica. Por estos caracteres, y teniendo en cuenta que la red fluvial de la región se niveló en épocas sumamente recientes, hemos de deducir que las rocas o escorias corrieron por la superficie del terreno en tiempos cuando más pliocenos.

El aspecto es cordado por una de sus caras, mientras que por la otra aparecen algunas inclusiones de trocitos pizarrosos. El grosor es pequeño, no pasando por lo general de dos dedos, de donde se deduce que no son muestras arrancadas de las paredes de una chimenea, y que de haber existido ésta, no podía encontrarse muy lejos, pues una lámina tan delgada debió solidificarse casi en el acto. El mismo razonamiento podríamos hacer para el aparato volcánico (que sería muy pequeño, pues no lo vimos), y entonces cabría preguntar cómo ascendió la lava por poros tan reducidos sin haberse solidificado en el camino.

Todos los ejemplares estaban diseminados por una superficie no mayor de 10 x 20 metros sobre las formaciones cámbricas con débil metamorfismo propio de la zona de la clorita. Su D = 335° N. L. y el buzamiento hacia el SW, de 82°. A unos 9,5 kilómetros, hacia el Este, comienza la masa granítica del batolito de Jálama, que considero de origen palingenético. En estas rocas graníticas y sus proximidades existen líneas de roturas más o menos claras, pero en El Lagar de los López no hay indicios de tales fenómenos, presentando una morfología de lomas y cerros de erosión por descendimiento de la base del río Eljas bastantes kilómetros más al Sur.

La escoria es compacta o algo porosa, negra, bastante densa y dura. En las superficies antiguas es un tanto verdosa, mientras que en las fracturas recientes el color es más neto. A simple vista no se le pueden distinguir ninguna clase de cristales, y el polvo es atraído por el imán en pequeña proporción. Con la ayuda del microscopio se pueden observar algunas láminas mayores (figs. 1 y 2) de hábito ortorrómbico y con numerosas inclusiones negras. El pleocroísmo es muy débil, siendo algo menor según la X, que es normal a la cara 001. El carácter biáxico no es muy claro, y el signo óptico negativo. La extinción es recta. En algunos cristales aparecen líneas de exfoliación paralelas a 010. Con estos caracteres más el del índice de refracción, que es menor que en los piroxenos rómbicos, consideramos este mineral como la *bementita*. El estudio del señor Baselga sobre la muestra de Matalanes y el alto porcentaje de Mn dado por el análisis químico, nos inducen a ello.

Otras partes de la preparación aparecen como si la *bementita* formara la trama de la roca, y entre los espacios que dejan sus cristales o sobre ella aparece el elemento ne-

gro (fot. 3). Por el contrario, hay puntos donde la masa oscura domina sobre la clara, que queda reducida a finas agujas con fuertes colores de polarización (fot. 4). En el elemento opaco se pueden distinguir con luz reflejada algunos puntos brillantes en gris acero que pueden ser de *magnetita*. Pero no toda la masa lo es.

Es interesante que la preparación presente algunas superficies internas de solidificación como si hubiesen existido distintas superposiciones en el estado líquido. En estas superficies son más abundantes los granos opacos (fot. 4).

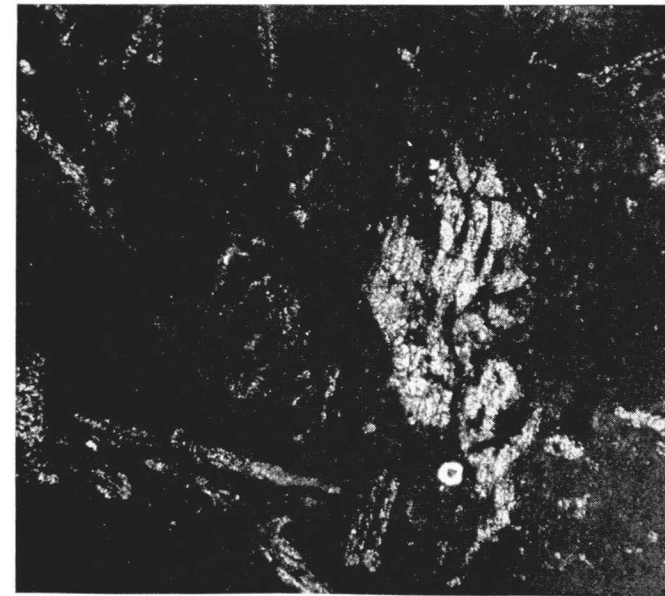
QUIMISMO

Los resultados del análisis químico se relacionan en el cuadro siguiente con los obtenidos por Coteló Neiva para la muestra de Matalanes:

	1	2
SiO ₂	27,70	13,84
Al ₂ O ₃	1,54	2,11
Fe ₂ O ₃	5,69	3,25
FeO.....	55,28	60,62
MgO.....	0,18	3,60
MnO.....	4,07	6,66
CaO.....	1,44	6,77
Na ₂ O.....	0,75	0,87
K ₂ O.....	1,46	0,92
TiO ₂	0,98	0,80
P ₂ O ₅	ind.	0,61
H ₂ O ⁺	0,60	0,09
H ₂ O ⁻		0,10
	99,74	100,24

1 Muestra del Lagar de los López.—GARCÍA DE FIGUEROLA.

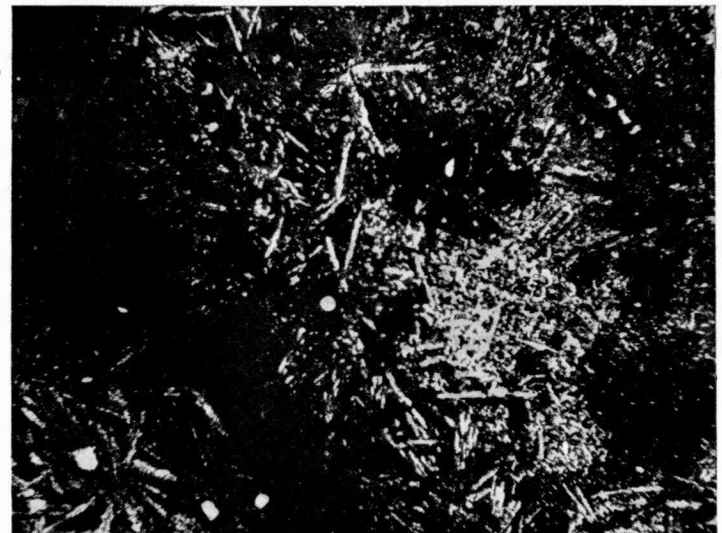
2 Muestra de Matalanes.—Anal. J. M. COTELO NEIVA.



Fot. 1 y 2.—Láminas de bementita y agujas probablemente del mismo elemento, en la escoria del Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres). N +. 30 y 100 D. respectivamente.



Fot. 3.—Escoria del Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres).
Láminas de bementita con entrecruzamiento de un mineral opaco.
L. N. 100 D.



Fot. 4.—Escoria del Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres).
Agujas de bementita sobre una masa opaca. Nótese hacia la izquierda,
una banda de solidificación con gran concentración del elemento opaco.



El cálculo de los valores de Niggli y su comparación con los tipos magmáticos es como sigue :

si	al	fm	c	alk	k	mg	
15	6	90	4	4	?	var.	<i>Erzperidotítico</i>
18,7	1,7	86,6	9,8	1,9	.41	.08	(M. de Matalanes)
47,0	1,5	92,2	2,7	2,8	.55	.05	(M. del Lagar de los López)
60	5	90	4	1	?	var.	<i>Peridotítico</i>

Nuestro análisis está más cerca del *peridotítico* que del *erzperidotítico*, ya que el valor de *si* es más elevado, y más próximo el de *al*. Para el resto de los valores es indiferente, puesto que coinciden en ambos tipos. La diferencia entre las dos muestras analizadas es bastante acusada en cuanto a la sílice, que en el ejemplar del Lagar de los López es más del doble que en el de Matalanes. Algo semejante ocurre con el *alk*, mientras que el *c* es menos de una tercera parte.

Si admitimos que estas dos muestras se originaron de un mismo magma, nos veremos precisados a suponer la existencia de una fuerte diferenciación, precisamente en sentido opuesto al demostrado en la tesis doctoral del señor Parga Pondal, para el carácter atlántico del cratógeno ibérico, pues estando El Lagar de los López bastante más al N. que Villanueva del Fresno, debería de ser más atlántico y acontece que por el valor de $k = .55$ es claramente mediterráneo y al mismo tiempo mucho más ácido.

En cuanto a la comparación con los magmas tipo *c* más aparente que real, ya que el valor de *fm* se calcula mediante la suma de $2(\text{Fe}_2\text{O}_3) + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{MnO}$, que son muy dispares entre sí, sobre todo en lo que respecta al Fe_2O_3 y al MnO con relación a los otros dos.

Para hacernos una idea de estas diferencias se calculan a continuación los cocientes de los valores moleculares entre el ferroso y el férrico ($\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$) de las rocas que sirvieron de base para la construcción del tipo *ersperidotítico*:

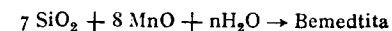
Dunita ilmenítica.....	6,16	Cumberlandita.....	4,54
Magnetita.....	1,05	Sienita magnetífera.....	0,43
Espinilita magnetífera.....	1,46	Urbainita.....	2,46
Corundita.....	1,36	Ilmenita.....	3,13
Högbonita.....	1,26	Alexoita.....	1,06

Vemos que estas relaciones están comprendidas entre los extremos de 6,16 y 0,43, mientras que en la muestra analizada se eleva a 21,62. La diferencia aun es mayor si tenemos en cuenta que en las dunitas ilmeníticas, ilmenitas y urbainitas la cantidad de titanio es muy elevada (10,28, 10,11, 41,75, 53,35 por 100, respectivamente). Este titanio se encuentra en las rocas en forma de ilmenita, disminuyendo así la cantidad de hierro ferroso que entra a formar compuestos con la sílice. Los análisis de tales rocas están de acuerdo con la composición mineralógica estudiada por Palmunen, Tröger y Gavelin, que dan grandes cantidades de magnetita (a veces el 98 por 100) o de ilmenita. En las dunitas ilmeníticas y en las alexoitas el porcentaje de olivino alcanza valores de 60 y 54, que inician el paso hacia el tipo *peridotítico*. En nuestra escoria no existen estas proporciones mineralógicas, según veremos a continuación.

Haremos notar también que la mayor parte de las rocas que se han tomado como base para el cálculo de los tipos magmáticos *ersperidotítico* y *peridotítico* se consideran modernamente como de claro origen sedimentario.

No se puede efectuar el cálculo normativo del C. I. P. W., pues aun suponiendo la existencia de mi-

nerales como la *nefelina*, *acmita*, *wallastonita* y *olivino*, necesitaríamos 476 valores moleculares de sílice, sin contar que el MnO está integrado en la *bementita*, cuya formación normativa la podemos suponer así:



con lo que haría falta un total de sílice igual a 501 moléculas frente a una disponibilidad de 462.

Ante este hecho anómalo decidí realizar el cálculo normativo de Niggli, que presenta una mayor amplitud mineralógica.

Pero como la cantidad de manganeso es elevada, he introducido un elemento nuevo en la base: la *tefroita* (Te), segregándola del valor Fa, lo que nos permitirá el cálculo de la *bementita*. Creo que este artificio no se ha empleado nunca, porque las pequeñas cantidades de manganeso dadas por los análisis corrientes se agregan al hierro ferroso. No conozco trabajo alguno en donde se calcule este mineral, que en este caso es necesario por existir en la realidad.

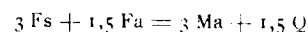
La base sería así:

	N. a.	Kp	Ks	Ns	Cs	Mt	Fo	Fa	Te	Ru	Q
SiO ₂ .	462	30	0,5	12,1	12,8		2,3	348	28,5		27
Al ₂ O ₃	30	30									
Fe ₂ O ₃	71					71					
FeO .	768					71		697			
MgO .	4,5						4,5				
MnO .	57								57		
CaO .	25,7				25,7						
Na ₂ O .	24,2			24,2							
K ₂ O .	31	30	1								
TiO ₂ .	12,2									12,2	
Σ . . .	1.458,3	90	1,5	36,3	38,5	142	6,8	1.045,5	85,5	12,2	27
Base .	100	6,06	0,11	2,44	2,62	9,56	0,45	70,35	5,79	0,83	1,81

De donde se obtienen las siguientes coordenadas para el triángulo de orientación :

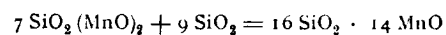
$$\begin{aligned} Q &= 1,81 \\ L &= 6,06 \\ O &= 91,34 \end{aligned}$$

y en resumen la formación de compuestos silicatados no será posible más que en parte. Se ha calculado en la base todo el férrico en forma de magnetita según la ecuación

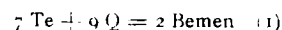


con lo que queda un poco más de cuarzo disponible.

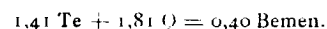
Para el cálculo de la *bementita*, que es un mineral real, damos por cierta la fórmula $\text{Si}_7 \text{O}_{27} \text{Mn}_8 \text{H}_{10}$, y prescindiendo de las moléculas de agua podemos formarla así :



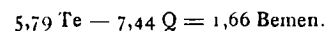
o sea



de donde el cálculo a partir de la sílice libre nos daría :



Con lo que ni siquiera tenemos sílice suficiente para saturar todo el manganeso en forma de *bementita*, quedándonos 4,38 moléculas de *tefroita* frente a 0,40 de *bementita*. Como la realidad mineralógica no demuestra la presencia del primer mineral y sí la del segundo, debemos admitir que todo o casi todo el Mn está bajo la forma de la *bementita*, y la ecuación (1) sería :



Necesitamos para esto una cantidad de cuarzo cuatro veces mayor y por lo tanto algunos de los componentes de la base no están en forma silicatada. Solamente el Kp y el Fa tienen suficiente sílice como para elevar el porcentaje de Q desde 1,81 a 7,44.

De acuerdo con la determinación roentgenográfica del señor Asensio Amor en la muestra de Matalanes, y por ra-

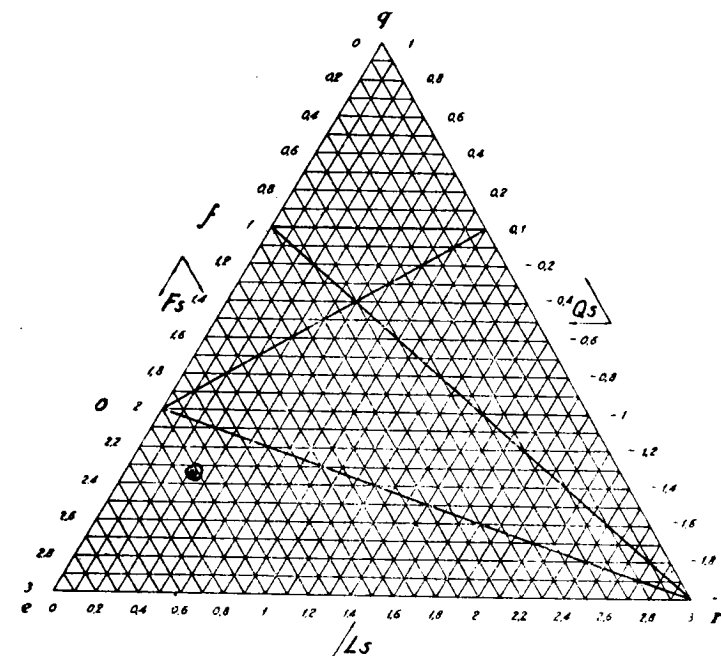


Fig. 5.—Proyección sobre el triángulo Ls-Fs-Qs de P. Niggli, del análisis de la escoria del Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres).

zones químicas que no me parece oportuno indicar, debemos admitir se trate del Fa. Esto nos lleva a la curiosa deducción de que existe hierro ferroso independiente, y hasta el presente yo no tengo conocimiento de que dicho óxido se encuentre como especie mineralógica en las rocas.

Todo esto parece indicar un proceso reductor incom-

pleto. Es cierto que en medios naturales podría ocurrir tal fenómeno mediante el ácido sulfhídrico, el ácido sulfuroso, el cloruro estannoso, etc., que han de actuar en medio ácido y dan cationes como el S ó el Sn, o aniones como el SO_4 que no aparecen en el análisis que realizamos.

Quizás esta reducción tuvo lugar de forma artificial mediante una combustión con el carbón, y partiendo de arcillas ricas en limonita y pirolusita.

También me parece oportuno indicar que la proyección triangular Fs—Ls—Qs (fig. 5) cuyos valores son :

$$\begin{aligned} \text{Fs} &= 2,03 \\ \text{Ls} &= 0,31 \\ \text{Qs} &= -1,34 \end{aligned}$$

está situada en el campo *con* donde no existen proyecciones de rocas magmáticas.

Como conclusión de todo lo que llevamos dicho, creo que la escoria del Lagar de los López no puede considerarse como originada de forma eruptiva. Tanto la ausencia de un aparato volcánico visible, como su quimismo aconsejan este punto de vista.

Esta conclusión no contribuye de una manera terminante a resolver el problema planteado por el trabajo del señor Baselga, pero creo que servirá para que otros investigadores interesados en el asunto estudien muy detenidamente las condiciones geológicas y químicas de muestras escoriáceas encontradas en el campo.

R E S U M E

Considerant l'indication que M. Baselga formule dans un travail publié en cette revue (n.º 28, p. 5). On réalise l'analyse d'une scorie trouvée dans Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres). On compare les numéros de Niggli avec les valeurs des types erzperidotites et peridotites de même qu'avec eux

obtenus par M. Baselga dans le travail indiqué, en trouvant quelques anomalies chimiques. Ces anomalies empêchent un calcul normatif par la grande proportion qu'existe de FeO et MnO devant des petites quantités des autres éléments. Dans un essai pour obtenir la base normative de Niggli on calcule tout le MnO comme *téphroite* et de là on obtient la *bementite* existant comme minerale réelle. Au reste du fer bivalent libre on suppose que la scorie tient son origine d'un milieu reducteur et sûrement de forme artificielle.

R E S U M E

Keeping in mind the suggestion which Baselga formulates in a work published in review issue number 28, p. 5, an analyses is performed of a slag found in Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres). Niggli's figures are compared with the values of the erzperidotitic and peridotitic types, as well as with those obtained by Baselga in the work mentioned above, with the result of finding some chemical anomalies. These anomalies interfere with a normative calculation an account of the great proportion which exists of FeO and MnO too small quantities of the other elements. In an attempt to obtain the normative base of Niggli, all the Mn is calculated as *tephroite*, and from here is obtained the *bementite* existing as a true mineral. Upon leaving ferrous iron in the free state, it is supposed that the slag originated in a reducing medium and al most certainly of artificial form.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Arbeit nimmt auf eine Veröffentlichung von Baselga in dieser Zeitschrift Bezug (n.º 28, p. 5). Der Autor vergleicht die Niggli-werte eines schlackenartigen Gesteins, das er in Lagar de los López, Valverde del Fresno (Cáceres), fand, sowie die Niggliwerte, die Baselga veröffentlichte, mit denen der erzperidotitischen und peridotitischen Magmen, wobei auffällige chemische Abweichungen von den Verhältnissen, wie sie in Gesteinen normalerweise gefunden werden, zu Tage treten. Die grossen Mengen FeO und MnO verunmöglichen eine normative Berechnung. Bei einer versuchsweisen Berechnung der Basis wird alles MnO als *Tefroit* in Rechnung gesetzt, wobei *Bementit* als

tatsächlich auftretendes Mineral gefunden wird. Da freies FeO übrigbleibt, vermutet der Autor, dass es sich um eine künstliche Schlacke handelt, die sich unter reduzierenden Verhältnissen gebildet hat.

Marzo de 1953.

Laboratorio de Petrografía de la Universidad Central.

Hidrología subterránea de los campos de Dalías y Níjar, en la provincia de Almería

POR

JOSE MESEGUER PARDO

Ingeniero de Minas

JOSE MESEGUER PARDO
Ingeniero de Minas

HIDROLOGIA SUBTERRANEA DE LOS CAMPOS DE DALIAS Y NIJAR, EN LA PROVINCIA DE ALMERIA

Demasiado conocida es la penuria de corrientes superficiales en la provincia de Almería, a causa de la escasez de precipitaciones atmosféricas que impide disponer en muchas de las zonas agrícolas del agua necesaria para el debido desarrollo de los cultivos.

Entre los sectores más castigados figuran los campos de Dalías y Níjar, donde la irregularidad de las lluvias hace que el régimen torrencial a que están sujetos los cauces naturales, haya producido en los mismos grandes acumulaciones de materiales detríticos bajo los cuales circulan aguas subálveas cuya cuantía se subordina a la época del año y al valor de las precipitaciones en la cuenca.

La magnitud de los depósitos de acarreo entorpece considerablemente el aprovechamiento de las aludidas aguas, por lo costoso de las obras en el subálveo y porque aquellas no captarían la totalidad del caudal en las épocas de mayor abundancia, mientras sería insuficiente cuando más lo precisan las necesidades de las áreas regables. Parece así obligado el aprovechamiento de las aguas subterráneas, alumbrándolas conforme a las necesidades de las zonas de utilización, en los lugares más próximos a ellas. Vamos,

pues, a considerar la investigación de niveles acuíferos aprovechables en las comarcas de referencia.

CAMPO DE DALÍAS

Se encuentra al Sur de la provincia, entre la Sierra de Gádor que lo limita por el N., las estribaciones que avanzan por el O., hasta cerca de la costa, y el Mediterráneo, con el que linda por el S. y E.

Al Mediodía de la Sierra de Gádor, el terreno carece de accidentes y ofrece tan sólo una ondulación, denominada Loma de la Torrentina, que se encuentra en la parte central de la zona.

La referida Sierra de Gádor muestra una serie de estribos que se suceden de O. a E. y llevan los nombres de Sierras del Hacho, Félix, Vicar, etc., a los que cruzan una serie de barrancadas que forman otras tantas ramblas entre las que descuellan: las del Boquerón, que va a verter al mar, y las del Capitán, el Aguila, el Tartel, el Calar y el Cañuelo, que terminan en la depresión existente entre las sierras de Felix y Vivar, y las lomas de la Torrentina. En época de lluvias, las ramblas originan una laguna que sólo se seca por evaporación.

Asimismo cruzan la comarca, con dirección al Sur, las llamadas ramblas de Vicar y de Las Artichuelas, que desaguan directamente en el Mediterráneo.

Cinco series de terrenos, con distintas características hidroiógicas, están representados en el territorio, a saber: Permiano, Triásico, Mioceno, Plioceno y Pleistoceno.

El primero de dichos sistemas, infrapuesto a las calizas mesozoicas, comprende ciertos filadios de naturaleza compleja y muy metmorfizados que, por descomposición,

se transforman en unas arcillas magnesianas conocidas en el país con el nombre de «launas» o «láguenas». Estas rocas son tan impermeables que de ordinario se emplean para formar las cubiertas planas o «terrados» de los edificios de la región.

El Triásico forma los accidentes de la Sierra de Gádor y se integra de calizas con aspecto y composición bastante variado: las más inferiores son margosas y amarillentas; siguen, en sentido ascendente, otras de color gris azulado, tabuias, que se fracturan con facilidad; y por fin, en la parte superior aparecen dolomías compactas, de color más o menos oscuro, que forman grandes bancos y están cruzadas por pequeñas vetas espáticas. Todas las calizas se hallan trastornadas y afectadas por fracturas de dirección variable con predominio de la E.-O. Descansan directamente sobre los filadios permianos que originan las «launas», y los contactos se perciben con claridad en la vertiente meridional de la sierra, por los barrancos del Cañuelo, Vicar, Las Artichuelas y algunos otros. En las mismas calizas arma una profusión de yacimientos metalíferos entre los que destacan los de plomo que tan explotados fueron en el siglo anterior. Las rocas triásicas, por su porosidad y gran fisuración, vienen a constituir una masa permeable de extraordinaria importancia dada la considerable extensión que ocupan.

El sistema Mioceno determina una banda en la falda meridional de la sierra, que no tarda en desaparecer bajo formaciones más modernas. Posee una base de areniscas y molásas, explotadas a veces en canteras, sobre las que se extienden margas arcillosas que ocupan los collados de la Alcazaba, Buenavista y otros, y por encima vienen conglomerados de color blanco, amarillento y rojizo, que afloran

ran en diversos lugares de la vertiente meridional de la montaña. Los estratos miocenos son, pues, en su mayor parte permeables, y allí donde aparezcan tenderán a absorber, bien las aguas de las precipitaciones atmosféricas, ora las procedentes de manantiales situados a nivel superior. En todo caso, el Mioceno no llega a revestir la importancia hidrológica del Triásico.

El Plioceno, en estratificación horizontal, ocupa casi todo el centro del Campo de Dalías y forma las Lomas de la Torrentina. Hacia el E. y S., cerca de la costa, queda recubierto por las formaciones cuartarias. Está constituido por areniscas sueltas, amarillentas, que suelen ir encima de los conglomerados miocenos, y además margas alternantes con alguna que otra capa de caliza margosa, compacta, de color amarillo. En algunos de los bancos abundan los yesos. Las rocas pliocenas constituyen un conjunto más bien impermeable, y sólo en los puntos en que las más permeables quedan próximas a la superficie podrá existir algún manto de agua, de no mucho valor.

El Pleistoceno, sobrepuesto al Terciario, forma algunas fajas que siguen el curso de las ramblas del Boquerón, el Aguila, el Tartel y el Cañuelo; determina algunos depósitos en la Mojonera, y en la rambla de las Artichuelas origina una extensa mancha que ocupa toda la costa de Roquetas de Mar, donde encierra una capa de turba bajo la cual existe una loess, que descansa sobre la arenisca pliocena. Se compone el Pleistoceno de aluviones cementados por una pasta calizo-arcillosa, que se ven cubiertos en algunos sitios por travertino y limos. Los depósitos son, por lo tanto, muy permeables, pero dada la escasez de lluvias en el país sólo podrán producir acumulaciones de agua donde el terreno se alimente con las procedentes de las formaciones de amplia cuenca de absorción.

Desde el punto de vista de la hidrología subterránea son de interés los contactos de las calizas triásicas de la Sierra de Gádor, con las «launas» permianas subyacentes. Las primeras, porosas y sumamente fisuradas, determinan una masa permeable que abarca todo el macizo montañoso, y en consecuencia, constituyen una cuenca alimentadora de magnitud considerable. El hecho de que en las zonas más elevadas de la sierra abunden normalmente las precipitaciones atmosféricas y que el agua caída lo sea en forma de nieve cuya fusión paulatina favorece la infiltración, hace comprender el abundante caudal de agua que debe circular por las grietas, paraclavas y filones que cruzan las calizas para acumularse en el contacto con las «launas» impermeables y formar niveles importantes. Buena prueba fueron las aguas encontradas en las antiguas minas de la sierra, que crearon a las explotaciones serias dificultades.

Las aguas que consideramos no determinan una masa estática, sino que circulan y llegan a la superficie en aquellos puntos en que los plegamientos dejan al descubierto los contactos a que tanto nos referimos. De ahí la aparición de surgencias que, además de servir para el abastecimiento de los núcleos de población de las vertientes de la sierra se emplean para regar parte del Campo. Así, a 1,5 kilómetros al N. de Dalías, en un barranco a 600 metros de altitud, brota la Fuente Principal del pueblo, con un caudal constante, superior a 100 litros por segundo.

A 1,5 kilómetros a Levante de dicho manantial y a la misma cota, se halla la Fuente Nueva, que mana en una galería de 800 metros, practicada sobre el primitivo aliviadero. Dicha galería sigue trabajándose para lograr un aumento del caudal, que es algo inferior al anterior.

En el paraje La Hormiga, situado a unos 2 kilómetros a Poniente de la Fuente Principal, se ha practicado

también una galería de 800 metros, que rinde 1,5 litros por segundo.

A 2,5 kilómetros al N. O. de Dalías se encuentra la llamada Fuente Vieja y a 3 kilómetros al N. NE., La Mosca, ambas con un caudal semejante al de la galería anterior.

En lo alto de la sierra, a unos 4 kilómetros al E. de Dalías, brota la Fuente Alta, que rinde un litro por segundo, y a 3 kilómetros al SE. del mismo pueblo, en el paraje Chiciana, se halla la Fuente de los Alamos, que ofrece un gasto análogo.

En término de Felix, la Sociedad «Riegos y Saltos de Almería» ha perforado una galería llamada La Molina que, a gran altitud, avanza 60 metros en dirección al N., y no muy distante se encuentra la del Aguadero, que tiene 561 metros de longitud. Ambas labores producen unos 20 litros de agua por segundo.

Sin ninguna duda, una parte importante de las aguas que circulan a través de las calizas de la sierra, escapa hacia el Campo de Dalías, a nivel inferior al de base, por entre las capas de terrenos más modernos, y de esta manera alimentan a las rocas permeables pleistocenas en las cuales forman mantos limitados por el Plioceno impermeable de las Lomas de la Torrentina, formación esta última que determina un arco desde la zona de Dalías, a través de los llanos de La Mojonera, hacia Aguadulce, por encima de Roquetas de Mar.

También es posible la alimentación de los mantos pleistocenos por las ramblas procedentes de la sierra que conducen por el cauce las aguas de infiltración de las partes altas. Ello explica la presencia del manto existente en la ladera septentrional de la Loma de la Torrentina, que se aprovecha por unos 50 pozos, sin influencia mutua, dis-

tribuidos por ambas márgenes de la carretera de Almería a Adra. Puede citarse, en el Ejido, el pozo del mismo nombre, ubicado a unos 300 metros al N. de la carretera, el cual cuenta 58 metros de profundidad y produce unos 5 metros cúbicos de agua cada hora. En el mismo centro populoso, y junto a la carretera, se encuentra otro pozo que proporciona 20 metros cúbicos horarios.

Desde el Ejido hasta el Viso se cuentan unos 30 pozos con profundidades variables entre 8 y 60 metros, según la cota de las bocas. Cada uno de ellos produce, por término medio, 30 metros cúbicos por hora.

En el cortijo de los Tres Aljibes se halla el pozo de Capilla, provisto de taladro artesiano en el fondo, el cual, según el aforo practicado por la Jefatura del Distrito Minero, rinde 26,625 litros por segundo. A muy corta distancia se ha perforado otro pozo, de idéntica profundidad, que da muy poca agua.

En Roquetas de Mar aparecen también un nivel hidráulico en el contacto de las intercalaciones arcillosas del Pleistoceno. Puede citarse el pozo de la finca La Terrera, de 8,5 metros de profundidad, situado a pocos metros del Mediterráneo, que produce 13,5 litros por segundo.

Las características de la Sierra de Gádor, como los alumbramientos realizados en la misma, señalan que constituye un buen receptáculo de aguas subterráneas susceptibles de aprovechamiento. En la base de la vertiente meridional podrían realizarse captaciones satisfactorias, acometiendo la perforación de socavones convenientemente situados, que cortasen los contactos de las calizas triásicas con las «launas» y además las paraclases y zonas fisuradas de las primeras. Dada la longitud de la sierra no sería exagerado efectuar varios alumbramientos mediante gale-

rías de 1,80 × 1,40 metros de sección transversal y longitud media de 400 metros.

Asimismo es factible realizar captaciones de consideración en el Campo de Dalías y en Roquetas de Mar perforando, en los lugares más favorables para la distribución del agua, pozos circulares de 1,50 metros de diámetro y 40 de profundidad media, en cuyo fondo se abrirían galerías de absorción de 1,50 × 1,00 de sección transversal y longitud media de 40 metros.

CAMPO DE NÍJAR

Se halla limitado al N. por la sierra Alhamilla y su prolongación oriental llamada Sierra Cabrera, y al Mediodía, por la Sierra del Cabo de Gata, que forma la costa. El terreno constituye una amplia zona, apenas ondulada, en cuyo centro se alza el pitón volcánico del Hoyazo, y al SE., la arista denominada La Serrata, en la que asoman multiplicados apuntamientos hipogénicos.

Elévase la Sierra Alhamilla a Levante de la de Gádor como si fuese su prolongación, y se extiende en una longitud de 25 kilómetros de O. a E. y unos 10 de N. a S. Las laderas son abruptas en la vertiente meridional sobre los términos de Níjar y Huebro, donde aparecen grandes tajos como los de Los Peñascales, Loma del Perro y Los Barrancones.

Cruzan la extensa llanura del Campo diversas ramblas, generalmente no bien definidas, a causa de lo poco accidentado del terreno. Las más importantes, llamadas del Campo y del Arteal, determinan una cuenca terciaria que se une con la del río Alías hasta la costa, al SE. del Cabo de Gata. Ambas ramblas forman la de Morales, que desagua en el Mediterráneo al NO. del citado cabo.

En casi toda la cumbre de la sierra Alhamilla y en buena parte de las laderas altas, a uno y otro lado de la divisoria, se observan micacitas y pizarras estrato-cristalinas y permianas, trastornadas por múltiples fallas en las que predomina la dirección E.-O., y hendidas por frecuentes grietas y quebradas. En cambio, en las laderas bajas aparecen calizas groseras triásicas infrapuestas a otras algo arcillosas, todas las cuales buzcan al S. con inclinación de 45 a 50°.

Al Mediodía de la Sierra Alhamilla se desarrolla el Mioceno integrado por conglomerados, calizas arcillosas, margas y calizas blanquecinas. En algunos lugares como el barranco de Pechina se encuentran arenas margosas amarillentas, con delgados lechos de caliza arcillosa fosilífera, que soportan brechas trabadas por un cemento calizo de color ocre claro. Esta formación se extiende por Viator, Mazarulleque, Aljibe y el Viso hasta la rambla del Arteal, donde desaparecen las brechas y quedan sustituidas por calizas arcillosas groseras, de tono gris, que se apoyan sobre las potentes arenas margosas que corta la rambla, y presentan intercalaciones de yeso.

En los alrededores del pueblo de Níjar, los conglomerados superficiales se superponen a las calizas y margas, y bajo éstas yacen bancos de calizas y areniscas de grano fino, que suelen explotarse en canteras. Las capas inclinan en esta zona 10° al S.

A Levante de Níjar desaparecen los conglomerados y asoma en la superficie la caliza arcillosa seguida de las margas; bajo éstas se encuentran potentes molasas de color rojizo, según se observa en el barranco del Carreal.

En la rambla de Los Tristanes las calizas arcillosas están cubiertas por algunos conglomerados de no mucha

extensión, pero en cambio quedan bien aparentes en los parajes de Balsa Seca y Castro.

En el sector de la Palmerilla afloran reiteradamente las margas y calizas arcillosas que se reconocen en los desmontes del ferrocarril de la Compañía Minera de Sierra Alhamilla, construido sobre tales rocas.

En el Hoyazo como en la Serrata y en la base del Campo, los estratos miocenos han quedado afectados por las masas ígneas de la Sierra de Cabo de Gata. Estas últimas poseen gran importancia desde el punto de vista hidrológico, pues llegan a formar una barrera impermeable que impide el desagüe en el mar de los mantos subterráneos de la Sierra Alhamilla y de la cuenca del Campo de Níjar.

En derredor del Hoyazo, los bancos se hallan ligeramente inclinados; pero al Mediodía, en la rambla de la Granatilla, se acentúa el buzamiento y las calizas arcillosas se hacen bastante duras.

En la vertiente N. de la Serrata, en contacto con las rocas ígneas, se encuentran areniscas amarillentas que forman gruesos bancos y se hallan cubiertas por otras arcilloso-calizas, alternantes con margas blancuzcas.

Las aguas de lluvias caídas en la Sierra Alhamilla se infiltran en las calizas triásicas gracias a la permeabilidad de éstas y a las multiplicadas grietas que las cruzan; mas no descienden indefinidamente, sino que se detienen al llegar a los contactos con las pizarras estrato-cristalinas impermeables, y en ellos determinan niveles que se manifiestan en surgencias en aquellos puntos en que los contactos se hallan al descubierto por los fenómenos de diastrofismo. Así se encuentran diversos manantiales, entre los que sobresalen: la Fuente de Níjar, situada en el barranco del

Duendé, a un kilómetro al N.-NE. del pueblo, que posee un caudal de 16 litros por segundo; la Fuente de Inox, que rinde 12 litros, y las dos del Hualí, con unos tres litros en igual período de tiempo. El manantial de Huebro, sito en el pueblo de este nombre, es bastante variable por hallarse muy afectado por las lluvias.

Asimismo, en el pueblo de Fernán Pérez existe una surgencia en una antigua galería de 1.500 metros de longitud, practicada con motivo de una investigación de manganeso, y en la vertiente N. de la Serrata se encuentran la Fuente de Escribano y la del cortijo de Cayuela.

Las aguas de escorrentía de la falda meridional de la Sierra Alhamilla y las pluviales caídas sobre el Mioceno del Campo se infiltran también hasta alcanzar un estrato impermeable de la formación que, admitida la concordancia con las capas superficiales, las conducirá hasta su detención al S. por el obstáculo que opone el macizo endógeno de la Serrata. De este modo originan un manto acuífero que se revela en el manantial del Saltador, sito en la rambla de Morales, en una barrancada donde existe un conglomerado fino con una serie de fracturas de dirección casi perpendicular a la de la rambla. Las aguas se aprovechan para el riego de algunas huertas próximas.

Este manto del Campo de Níjar se utiliza también en bastantes pozos que se distribuyen por toda la zona. El principal, perteneciente a la Obra Sindical de Colonización Agrícola, radica en el cortijo de Los Pipaces, en Campo Hermoso, y posee 34 metros de profundidad hasta el nivel de agua. Rinde 200 metros cúbicos por hora, que se elevan con un grupo moto-bomba de 65 C. V.

Es indudable que con determinadas obras puede aumentarse el caudal y mejorarse el aprovechamiento de las aguas existentes en el Campo de Níjar. Dada la constitu-

ción de la Sierra Alhamilla, en buena parte caliza, y la fisuración de sus rocas, podrían lograrse alumbramientos eficaces perforando socavones en lugares convenientes de la base, labores que deberían tener 400 metros de longitud media y sección transversal de 1,80 x 1,40 metros. Asimismo, en la planicie que media entre la Sierra Alhamilla y la Serrata cabe perforar pozos circulares de 1,50 metros de diámetro, cada uno de los cuales tendría en el fondo una galería de absorción de 1,50 x 1,00 de sección transversal y 40 metros de longitud máxima. Para la elevación del agua de los pozos se instalarían bombas centrífugas accionadas eléctricamente, dada la circunstancia favorable de existir en la zona una línea de la Sociedad Hidroeléctrica del Chorro a 6.000 voltios que se reducen a 240 en subestaciones de transformación.

Impresiones de un viaje técnico a Norteamérica

POR

JOSE CANTOS

Ingeniero de Minas

JOSE CANTOS
Ingeniero de Minas

IMPRESIONES DE UN VIAJE TECNICO A NORTEAMERICA

Ante todo hago constar mi mayor agradecimiento para el doctor John N. V. Dorr, fundador y presidente del Consejo de la Dorr Co., dedicada, entre otras actividades, a hacer instalaciones de tratamiento y concentración de minerales. Gracias a su amabilidad al convidarme a su casa de New York y organizarme todas las visitas en América, pude hacer un viaje técnico que ha resultado del mayor interés para un ingeniero que pisa por primera vez los Estados Unidos.

Mi agradecimiento también, como español, a este amigo de España, que en la primera página de la *Agenda Anual* de la Dorr Co., que reparte por miles de ejemplares, envía un corto saludo a todos sus amigos del mundo, dedicando más de la mitad de esa página a nuestro país.

Dice así:

«Pasamos un mes en España este verano, entrando por San Sebastián, haciendo una buena parada en Madrid y saliendo a Francia vía Valencia, después de pasar por la fascinadora Costa Brava. Miramos con el mayor respeto la labor realizada por los españoles sin ayuda de nadie

desde su guerra. Especialmente impresionante es el aprovechamiento de sus fuerzas naturales, sus buenos proyectos y sus deseos de contribuir al desarrollo de la industria privada lo más posible.

Este hecho se hace evidente en la nota del «Time», asegurando que los hombres del petróleo de los Estados Unidos han hecho un arreglo con el Instituto Nacional de Industria al 50 por 100 para realizar sondeos de investigación de petróleo con dos millones de dólares para empezar. El valor, orgullo nacional, y generalmente alegre filosofía de los españoles, cuyo nivel medio es pobre según las estadísticas comparativas, trajo a mi memoria el dicho: «Hay dos clases de gente rica: los que poseen muchas cosas y los que saben que no las necesitan para ser felices.» Y termina: «En cualquier sitio que estemos la Dorr Co. Universal, tiene los más calurosos buenos deseos para todos sus amigos. Firmado: *John N. V. Dorr.*»

OFICINAS Y LABORATORIOS DE LA DORR CO.

La casa Dorr tiene una plantilla de cerca de 400 empleados técnicos. Las oficinas principales están en Stamford (Connecticut) y la presidencia en New York. Sus actividades se condensan en estas tres palabras: «Investigación, Ingeniería, Equipos», y está dedicada muy especialmente al manejo y clasificación de partículas sólidas, arrastradas por flúidos, cualquiera que sea su procedencia de proceso químico, metalúrgico o sanitario. Los laboratorios de investigación se encuentran en Westport (Connecticut), donde está también su planta piloto para el tratamiento de minerales por los distintos métodos de flo-

tación y por el nuevo sistema de «Fluosolid», que explico a continuación:

El reactor de fluosólidos: Es un sistema de tostión de minerales, especialmente bueno para el tratamiento de sulfuros, pues con él se produce la tostión con gran rendimiento y con poco consumo de combustible. Por ejemplo, con un sulfuro de cobre de 8 por 100 de ley han conseguido conservar la temporada conveniente sin mayor consumo que el del encendido inicial con quemadores de fuel-oil.

La reacción es:

$S_2Cu + 3O_2 = SO_4Cu + SO_2 + \text{calor}$. Luego, por disolución en agua, se llegó a recuperar el 98 por 100 del total del cobre, pero en este caso con aplicación de más calor durante la tostión.

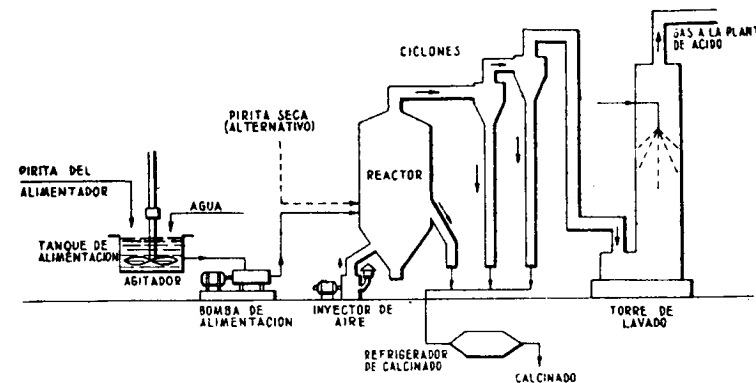


Fig. 1

La figura 1 da idea de lo que es una instalación para la producción de gas SO_2 partiendo de una pirita.

En resumen es un nuevo método para la producción de SO_2 empleando lo que llaman el principio de la «fluidización». Se llama así a lo siguiente: Cuando las partículas

sólidas de piritita, por ejemplo, se hallan empujadas por una corriente de gas ascendente, toda la masa densa se comporta como un líquido y se dice que está «fluidizada». Su aspecto de ebullición es similar a la del agua. Cada partícula busca su nivel de acuerdo con su masa, cada vez menor a medida que se tuesta, y sigue elevándose hasta que sale por las tuberías altas; lo que es más importante, cada partícula está constante y perfectamente rodeada por una película de gas y de aire.

Las ventajas del sistema, según parece, son:

Economía de combustible; mayor concentración de SO_2 en el gas final; mayor rendimiento en el aprovechamiento del azufre de los sulfuros y, como consecuencia, mayor también en la recuperación de los metales contenidos, como es el caso de las minas de oro de Cripple Creek (Colorado).

En estas minas han instalado una planta de este tipo para 700 Tm. día. El mineral contiene 11 gramos de oro por Tm. El proceso es el siguiente:

1.º Se le somete a flotación para recuperación de los telururos.

2.º Los telururos son sometidos al reactor con gasto de combustible (fuel-oil).

3.º Una vez tostados y triturados, de nuevo se tratan por cianuración.

4.º Los residuos de flotación contienen el oro nativo, y también se tratan aparte por cianuración. El resumen es que se recupera el 97 por 100 del total contenido de oro.

En este caso, la molienda se ha hecho «a priori», de acuerdo con las necesidades de un tratamiento por flotación. Pero, por ejemplo, en el caso de producción de SO_2 partiendo de una piritita, es corriente que se mueva al ta-

maño de 2 mm. Pero esto varía mucho de acuerdo con las características del mineral a tratar.

VISITA AL CAMPO PETROLÍFERO DE «EAST TEXAS»

Gracias a la extraordinaria amabilidad de Mr. Zeppa, vicepresidente de la Delta Drilling Co. interesada en nuestras prospecciones de Marcilla, pude hacer una rápida visita al más maravilloso campo petrolífero del mundo. El centro del campo es Kilgore, a 120 millas de Dallas, donde he venido a parar desde New York, y las oficinas centrales están en Tyler, ciudad nueva de 50.000 almas, desde donde mandaron para recogerme un avión particular de su compañía con idea de llevarme al campo. Pero una fuerte tormenta de granizo impidió su salida, en vista de lo cual hice el viaje en el coche de Mr. Marc Gardner, ingeniero y vicepresidente de la Delta Gulf Drilling Co., que vive en Dallas. Las carreteras son anchas y extraordinariamente buenas, y el paisaje muy bonito; primero a base de verdes prados y siembras de cereales, y a medida que nos acercamos a la zona, se presenta más cubierto de bosque de pinos, robles y otros árboles parecidos al haya, cuyo nombre desconozco. Las oficinas de Tyler son muy cómodas y amplias, con aire acondicionado y termostatos regulables a voluntad, que invitan al trabajo en todo tiempo.

Desde Tyler me llevan directamente al centro del campo, que es el pueblecito de Kilgore hasta hace poco tiempo, hoy ciudad de 40.000 habitantes. Las fotografías que incluyo dan idea de lo que es aquello. La distancia mutua entre pozo y pozo en muchos lugares es de 7 metros solamente, y la explicación de este desatino es la siguiente:

El propietario del suelo es el del subsuelo, sin limitaciones al principio, y el que tenía un jardín, hacía su pozo en él, y el que no lo tenía o ya lo había perforado, tiraba su propia casa para hacer otro más. Así resulta que las torres de sondeo se tocan en su base. De esta forma y sin conocimiento aún de lo que era el campo, se fué extendiendo en todas direcciones hasta convertirse en lo que es hoy. El número de compañías y de propietarios particulares es enorme. Están en él todas las compañías americanas, además de cientos o miles de pequeños propietarios. Mientras tanto, se han seguido haciendo exploraciones geológicas y geofísicas, y hoy se conocen exactamente las características de la estructura, pasados próximamente veintidós años desde su primer sondeo productivo.

Características geológicas.—El yacimiento es una acumulación estratigráfica monoclinal con una pendiente bastante uniforme de 1 por 100 aproximadamente. Sus dimensiones son de unas 55 millas de longitud por 9 de anchura, y pertenece a la gran cuenca oriental de Texas, de cuyas características da idea el adjunto corte (fig. 2).

Superficialmente el terreno es Eoceno, que con poco espesor recubre un tramo de calizas margosas y compactas del Cretáceo superior. Este a su vez hace de roca cobertura del tramo productivo, también Cretáceo superior, compuesto de capas alternantes de margas y arenas. Las arenas, con potencias variables del orden de 10 a 30 m., constituyen la roca almacén (fig. 3). Son muchas las capas de arena, doce o catorce, pero por su posición con relación al agua y al Infracretáceo margoso, no se suelen explotar más que un par de capas en cada sondeo. Estas margas y arenas del Infracretáceo, que aquí son estériles, se vuelven productivas en otras estructuras de la misma cuenca.



CUENCA DE "EAST TEXAS"

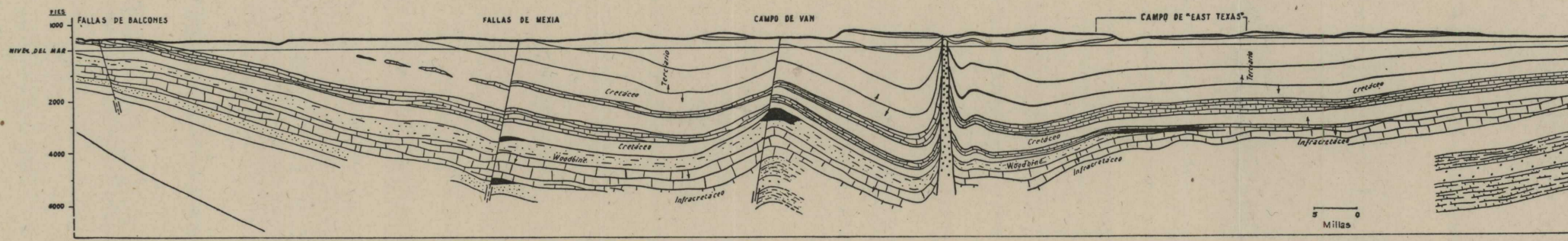


Fig. 2

salada y cantidad importante de gas metano y butano. El gas se aprovecha, como explicaremos refiriéndonos al yacimiento Chapel-Hill. Pero el agua ha de ser obligatoriamente devuelta al criadero, en el borde oeste, donde se encuentra actualmente el contacto agua-petróleo. Esto está perfectamente controlado por las autoridades y hay sociedades que se ocupan de introducir ese agua a presión. Se calcula que el 99 por 100 del agua vuelve al criadero.

Las autoridades de Texas son severísimas en todos estos aspectos de la producción, colaborando con ellas todos los elementos técnicos de la región, pues hoy se encuentran en otros lugares campos abandonados al cabo de pocos años, por no haber sido tratados como correspondía. Es raro en Texas que se autorice a producir más de 100 barriles diarios por sondeo, pero si pasa de una determinada profundidad (creo que más de 2.500 metros) se les suele autorizar hasta 250 barriles, todo ello de acuerdo con las características del yacimiento.

Actualmente en el «East Texas», incluso a las Sociedades que tienen concesiones relativamente grandes con pocos pozos, les está vedado el perforar, lo que significa reserva para mañana. Únicamente están autorizados a limpiar, mantener sus pozos en las mejores condiciones y perforar más profundo en busca de nuevos niveles, pero a través de los mismos sondeos actuales.

Otros campos petrolíferos de la zona: En otra estructura que visitamos de paso llamada Sand Flat situada a poniente de «East Texas» que es un anticlinal con uno de los pozos más profundos de la zona (unos 2.700 metros) son productivos los niveles de arena del Infracretáceo intercalados entre las margas. El citado pozo da 120 barriles al día que es para lo que está autorizado, pero podría dar

fácilmente 500 o más. Igualmente que en «East Texas» no existe nivel de gas, pero sale éste mezclado con el petróleo y se aprovecha.

Chapel-Hill: Otro tipo de estructura, de lo más corriente en Texas, es el domo salino como el *Chapel-Hill*. El yacimiento tiene treinta y cinco años desde su descubrimiento y está muy agotado. Están autorizados a hacer un pozo cada 25 hectáreas y siguen perforando. Los pozos dan unos 50 barriles diarios. Las capas productivas son también margas con arena del Infracretáceo, y hay pozos de 2.600 metros de profundidad. Es curiosa la explotación de esta estructura. Con el petróleo sale una considerable proporción de gas, pasando el todo a unos depósitos separadores. El gas sigue a una estación de filtrado lo que da como subproductos gasolina natural de 80 octano y gas butano. El metano limpio se devuelve al yacimiento para mantener la presión y queda ahí como reserva para un futuro no lejano, cuando se le haya filtrado de toda su gasolina. El petróleo es de muy buena calidad, como el de toda la zona, dando por destilación sencilla un 33 por 100 de gasolina de 70 octano y por craking 65 por 100 de gasolina de aun mayor índice octano.

Pasamos sin parar, unas 80 millas antes de llegar a Tyler, por otro campo de interés, pues la estructura es una falla obturada por el Terciario. Pertenece a un sistema de fracturas, orientadas de Sur a Norte y denominado «Sistema de Mexia-Talco», que gira luego en forma de arco hacia Levante para internarse en Arkansas. La falla de este yacimiento tiene una inclinación de 45°. El petróleo se encuentra, según parece, donde se produce el cierre de las capitas arenosas contra la falla. Tanto las del Cretáceo como las del Infracretáceo son productivas.

Fábrica de aparatos geofísicos G. S. I. — Una de mis visitas de mayor interés ha sido esta fábrica de la Geophysical Service Inc. instalada en Dallas. Esta casa es la que realiza en agrupación con Gen. Am. Oil Co. y con Delta Drilling Co. las prospecciones de Navarra. En su organización tiene unos 1.000 empleados técnicos y sólo la sección de investigaciones y modificaciones tiene unos 200, la mayor parte ingenieros.

Su producción es casi exclusivamente la de equipos sísmicos de reflexión y la de aparatos de Radar.

De los equipos sísmicos hacen hasta las más pequeñas piezas, geófonos electromagnéticos, transformadores eléctricos, etc., y luego la sección de comprobación de piezas es de una severidad y meticulosidad extraordinaria.

Componen en un solo cable los especiales de 24 conductores aislados, que quedan con un total de 7 u 8 milímetros de diámetro.

En lugar de aluminio, como material ligero, emplean el metal magnesio, que les suministra una fábrica de Houston, que lo extrae del agua de mar. Para evitar el peligro de combustión las piezas van plateadas y recubiertas con pinturas especiales.

A los transformadores eléctricos, que fabrican de diversos tipos, los meten cierto tiempo en agua hirviendo y hacen sus pruebas después. Igualmente someten los geófonos a presiones, pruebas de agua, etc., antes de ser dados de alta.

Utilizan también como material especial unas planchas de madera en láminas que después de prensadas a grandes presiones son enormemente resistentes.

Cada pequeño engranaje ha de ser comprobado diente

por diente con aparatos que miden la presión o rozamiento al girar lentamente con un engranaje patrón.

Igualmente hacen con cada pieza importante, teniendo instrumentos de medida para comprobar diferencias de menos de 5/100.000 de pulgada.

Como nuevo descubrimiento me enseñaron un nuevo elemento que fabrican actualmente y que puede sustituir a las lámparas de radio. Tiene solamente medio centímetro cúbico de volumen.

Según parece, consiste en un pequeño cristal de Germanio, purísimo en principio, al que se le han añadido determinadas impurezas dosificadas. Esto produce una perturbación de la estructura atómica del metal, que se aprovecha en forma parecida al de una lámpara de radio ordinaria. Del elemento salen varios electrodos, dos de ellos para la antena.

Además de la enorme ventaja del reducido volumen, tiene la de no ser nada frágil, no consumir apenas energía y no producirse en él desgaste o fatiga como en las lámparas.

Otra Sección es la de aparatos de Radar y otra la de estudios relacionados con el radio y con nuevos detectores radiactivos, para lo que tienen instalado un patrón de Cobalto «60» con el que realizan, en una gran explanada que le rodea, sus diferentes experiencias.

Cuando salí de los talleres vi que en el lugar especial de aparcamiento de sus coches había varios centenares propiedad de la Compañía y de los empleados de la misma. Tengo que manifestar mi agradecimiento porque me permitieron visitar hasta los departamentos más reservados de la fábrica.

CONGRESO ANUAL DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y PETRÓLEO
DE HOUSTON, DE 1953

Sin duda, por la amabilidad del Dr. John Dorr, recibí una invitación para asistir al Congreso de Geología, Geofísica y Petróleo, que se reúne anualmente en Houston. La Reunión está organizada por la «Soc. of Economic Paleontologists and Mineralogists», la «American Association of Petroleum Geologists» y la «Soc. of Exploration Geophysicists».

Desde Dallas fui llevado allí por el avión particular de la Delta Gulf Drilling Co., que es el mismo que no pudo salir cuando visité el «East Texas». Es un bimotor muy cómodo de 900 HP. y siete plazas. Por cierto que al iniciarse el viaje pregunté a mi colega Mr. Gardner, que me acompañaba, si era bueno su piloto: «Sí que lo es, me dijo, pero no se preocupe; todo el que vuela con nosotros está asegurado por 25.000 dólares.» Realmente no valía la pena el golpe, pero reconozco que me tranquilizó bastante.

Durante el Congreso asistí a numerosas conferencias de mucho interés con los siguientes títulos:

«La existencia de hidrocarburos en los sedimentos marinos recientes», por P. V. Smith.

«El volumen de sal de los domos salinos del Golfo», por Sigmud Hammer.

«Anomalías aeromagnéticas sobre estructuras conocidas y campos petrolíferos», N. C. Steenland.

«Coordinación de los resultados sísmicos con los geológicos en el área Poza Rica-Golden Lane», por D. W. Rockwell y A. García Rojas.

«Campos petroíferos de la Región Mercedes, Venezuela», por J. M. Patterson y J. G. Wilson.

«Prospecciones de petróleo en Dinamarca», por Ch. W. Flagler.

«Petróleo en Argelia y Marruecos», por J. Brian Eby.

La sala exposición de aparatos de Geofísica y del instrumental y métodos empleados en la prospección del petróleo fueron del mayor interés y tuve también ocasión de visitar varias de sus fábricas y laboratorios de los que doy cuenta a continuación.

Laboratorios de la Atlas Exploration Co.—Por invitación de su Director Mr. Meyer tuve ocasión de visitar su pequeña fábrica y laboratorios de Houston. No construyen más que el gravímetro que lleva su marca y en reducido número. Es el mismo modelo que poseemos en nuestro Instituto, que, según hemos podido comprobar, es de gran sensibilidad y sencillez operatoria. El sistema del balancín del gravímetro es totalmente de cuarzo y encerrado en cámara de vacío. Además, todo el conjunto está metido en un termo para evitar así tener que hacer corrección de temperatura.

La labor más cara y delicada es la de compensación de cada aparato, una vez terminado, para que no le afecte apenas la temperatura. Una vez conseguido, la casa entrega cada gravímetro con su curva de temperatura, cuyas diferencias máximas en las condiciones normales de trabajo deben ser de muy pocas centésimas de miligal.

La Sociedad es principalmente prospectora y consume sus propios gravímetros.

Tuve ocasión de ver los planos de extensas investigaciones de mucho detalle en la zona de los domos salinos de Texas.

Estos domos se manifiestan en general con anomalías negativas, menos en los casos en los que otro núcleo de mayor densidad se encuentre relativamente próximo a la superficie, pues entonces se produce en el centro un pico positivo, rodeado de un burlete negativo. En general, los trabajos que se realizan en esta zona son de un interés extraordinario. Tuvo el señor Meyer la amabilidad de ex-

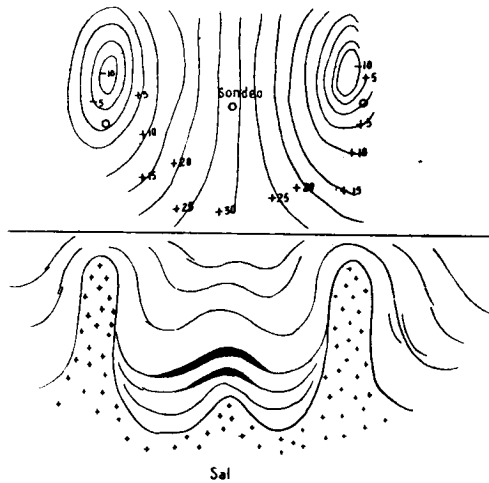


Fig. 4

plicarme una serie de problemas sobre sus planos, que habían sido confirmados favorablemente. Por ejemplo: Las anomalías negativas A y A' (fig. 4) eran sin duda domos salinos pronunciados fáciles de interpretar, luego a primera vista parecía normal sondear. La interpretación fué la del corte de la misma figura; se perforó donde indica el sondeo y se encontró petróleo. Posteriormente se perforaron los domos que resultaron estériles, quizás por demasiado agudos. Esto que parece muy sencillo sobre la figura no lo es cuando la investigación se hace en un lugar

donde en general las anomalías negativas (domos salinos) constituyen los yacimientos.

Fábrica de aparatos geofísicos de la Electro Tech. Lab. Por falta de tiempo no hice más que un rapidísimo recorrido de ella. Fabrican casi exclusivamente equipos sísmicos de reflexión. Adquieren varias piezas de otras fábricas, pero sin embargo fabrican y suministran sus galvanómetros especiales a muchas otras. El sistema del galvanómetro está encerrado en un tubo de metal de unos 5 centímetros de longitud y unos 4 milímetros de diámetro. La bobina (fig. 5) es alargada y tiene un par de milí-

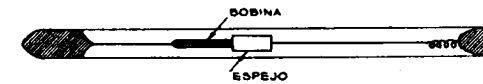


Fig. 5

metros nada más de anchura. Va unida a un espejito y ambos, a su vez, por intermedio de dos hilos delgados y de una espiral, a los extremos del tubo fijo. La resistencia mecánica a la torsión del hilo unido a la espiral hacen de muelle. El sistema es muy sólido y se puede hacer caer al suelo sin peligro de romperse.

Como detalle de los geófonos vi que el muelle es una lámina de cobre que, tratada electrolíticamente en ciertas condiciones, tiene mejores características de elasticidad que el acero para este caso especial. A estos geófonos, que cierran herméticamente, se les ha hecho el vacío después de terminados y han sido rellenos luego de nitrógeno seco puro para su mejor conservación.

Planos aéreos.—A parte de las indicaciones que hacemos referente a esto en otros apartados, en la Exposición del Congreso de Houston, pude ver las instalaciones de dos Compañías que se dedican a esto.

Una de ellas tiene hechas por avión las fotografías de gran parte del territorio norteamericano, y por encargo, se puede adquirir la fotografía aérea de cualquier localidad, con el detalle de los propietarios de cada parcela. Esto se hace principalmente con vistas a la investigación de petróleo, ya que para ello hay que tratar con el propietario del terreno, como indicamos al hablar del campo de «East Texas».

Otra Sociedad se dedica a la Geología aérea, con ayuda de la fotografía en la misma forma que lo realiza el Geological Survey.

El detalle que se consigue en general es muy superior al de los métodos clásicos, ya que una vez verificados ciertos cortes pisando el terreno, la fotografía nos permite seguir la misma capa con mucha mayor facilidad y perfección.

Este sistema ha revolucionado sin duda la Geología y en el futuro habrá que contar con él.

La Sociedad de Investigaciones Geológicas Degolyer y Mac Naughtam.—Según parece, esta Sociedad es la organización más importante del mundo para la prospección del petróleo. Tiene su oficina principal en Dallas (Texas), donde trabajan unos 40 Ingenieros geólogos y de petróleo. Pero repartidos por los numerosos países posiblemente petrolíferos, tienen muchos centenares de técnicos. Esta Compañía también participa en nuestras investigaciones de Navarra.

Otras curiosidades sobre «Texas».—Como hemos dicho anteriormente, en los Estados Unidos el dueño del suelo lo es también del subsuelo; pero los convenios corrientes cuando una Sociedad se dispone a alumbrar pe-

tróleo son que un octavo de la producción bruta la recibe el dueño como «Royalty».

Añadiré como detalles curiosos de mi visita a Texas que Dallas es la capital de «North-Central» Texas. Su población se eleva a 500.000 habitantes.

El hotel donde paraba tiene 20 pisos, con 1.000 habitaciones. Cada habitación tiene aire acondicionado, televisión, grifo de agua helada para beber y toda clase de detalles de escritorio que permiten trabajar cómodamente en el cuarto.

El consumo de agua por habitante en esta ciudad es muy grande, superior a la normal de las ciudades europeas y tienen que recurrir como complemento al alumbramiento de aguas subterráneas. La capa explotada es uno de los niveles arenosos del Cretáceo, casualmente el mismo que da petróleo en los campos de «East Texas». Este nivel acuífero se encuentra en Dallas a 1.000 metros de profundidad, pero tiene presión y hay que elevarla relativamente poco.

Houston tiene cerca de 800.000 habitantes y varios hoteles de categoría igual o superior al indicado de Dallas. La mayoría de las oficinas, fábricas, clubs, e incluso casas particulares de los Ingenieros tienen aire acondicionado en todas las habitaciones, lo que es de la máxima importancia, especialmente para el buen rendimiento del trabajo.

Claro que esto se consigue a base de que la energía eléctrica no vale apenas nada en relación con los ingresos. Un ingeniero joven, de cinco años de servicio, gana unos 800 dólares al mes y el tener su casa refrigerada en verano le significa unos 20 dólares mensuales. El coche se lo da en general la Compañía, con vales pagados de ga-

solina. Su precio en el surtidor es menos de tres pesetas el litro.

Estos son datos en líneas generales de Texas ; supongo que variarán mucho según las regiones.

Entre otras cosas, también visité varias viviendas del tipo correspondiente de un ingeniero. Son casas independientes, con jardín. Construcción muy sólida, con paredes dobles y lana de vidrio para evitar las diferencias de temperatura. Tiene, además, dobles ventanas.

Gran parte de la casa es de madera y el tejado de pizarra. Garaje para tres o cuatro coches, con separación de uralita entre el garaje y el resto de la casa por el peligro de incendio. Dos antenas para dos receptores de televisión. Calefacción y refrigerador de aire, para invierno y verano, con aparatos termostáticos para regularlo a la temperatura deseada.

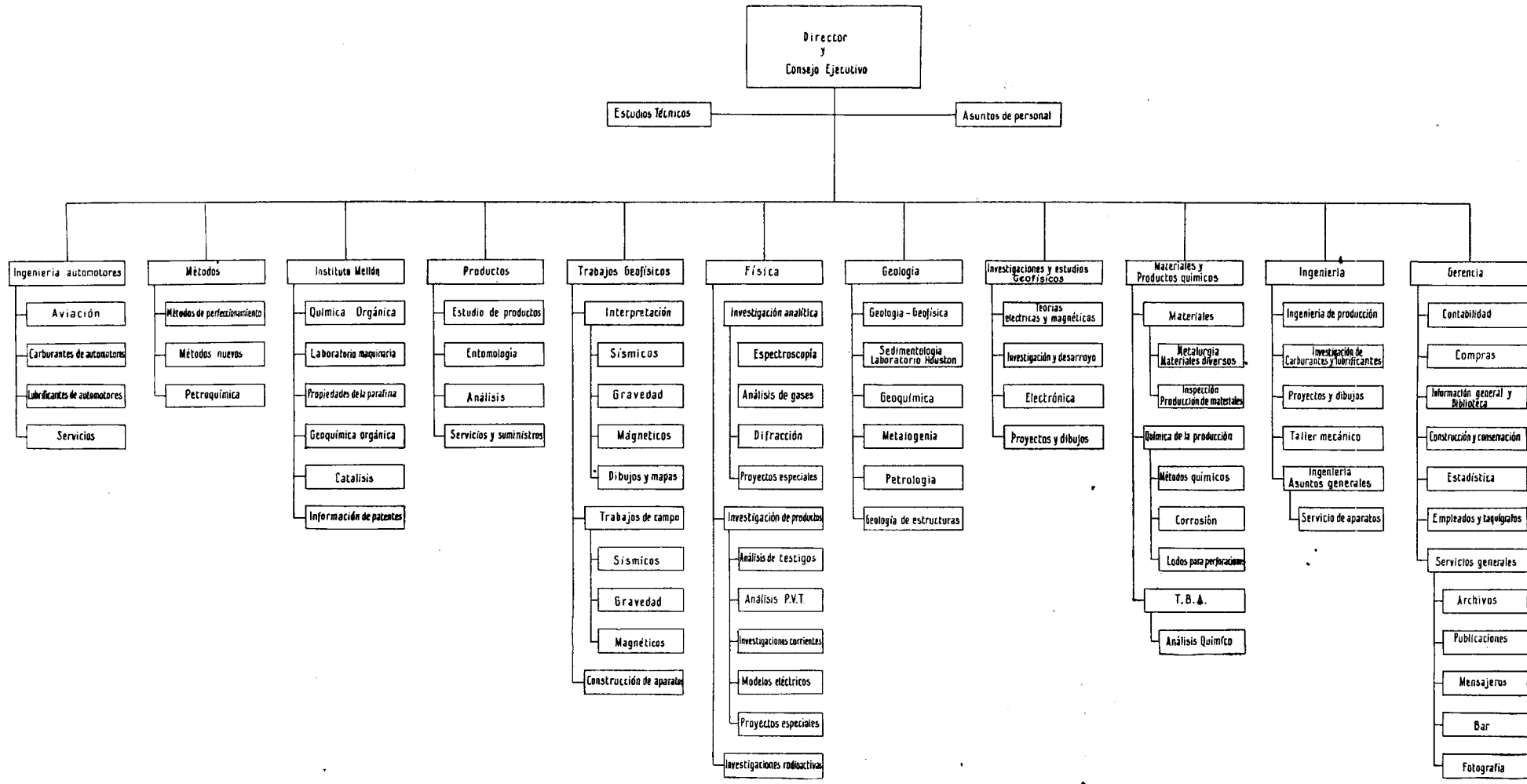
La cocina, curioso para Europa, está en el comedor, con idea de no tener servicio o una sola persona, que es lo corriente. Todo es eléctrico y empotrado bajo muebles de madera, cocina, lavaplatos, automáticos, lavarropas, frigoríficas. Costo de esa casa capaz para una familia con tres o cuatro hijos, 35.000 dólares.

Los laboratorios de la Gulf Research and Development Co. en Pittsburgh.—Invitado por la Gulf Research and Development Co. tuve ocasión de visitar sus importantes laboratorios en Pittsburgh.

Al volar primero sobre la ciudad y recorrerla luego en coche pude comprobar que se trataba de una población con solera industrial, probablemente la que más de toda América. Sus importantes minas de carbón dieron lugar a su gran desarrollo, siendo su complemento el mineral de hie-

GULF RESEARCH & DEVELOPMENT COMPANY

ORGANIZACIÓN 1953



Cuadro 1

rro venido del Norte por los lagos que forman la frontera con el Canadá.

Posteriormente vino el descubrimiento del petróleo de Pensilvania a aumentar su potencia industrial, aunque ya gran parte de estos campos petrolíferos han pasado casi a la historia. Actualmente importan gran proporción de su petróleo de los campos de Texas; parte viene por tuberías, pero otra hace 3.000 kilómetros de recorrido en grandes barcas por el cauce del Mississipi primero y luego por el del río Ohío, sobre el que tiene que atravesar cerca de 50 esclusas. La principal energía eléctrica es térmica producida con carbón.

El trazado y aspecto general de Pittsburgh son los de una ciudad industrial inglesa.

La Gulf Oil Co.—Para dar una idea del significado de los laboratorios de la Gulf Research and Development Co. empezaré por decir que se trata de una Sociedad filial de la Gulf Oil Co. Esta enorme organización tiene aproximadamente un capital de 1.250 millones de dólares.

Posee la totalidad de las acciones de unas 50 filiales, una de las cuales es ésta en cuestión. Como detalle diré que una de sus *holdings* es la Kuwait Oil Co., que posee, a medias con la Anglo Iranian, el enorme campo petrolífero de Kuwait, actualmente el mayor depósito de petróleo del mundo, con una reserva de 2.500 millones de toneladas de petróleo y una producción de 31 millones de toneladas al año.

Explicaré a continuación en qué forma esta pequeña filial que se llama la Gulf Research and Development Co. no produce nada aparentemente y consume en investigaciones 12 millones de dólares al año.

Los laboratorios.—Los laboratorios de la Gulf Research

se hallan distribuidos en varios edificios independientes separados por grandes jardines. Casi todos los lugares de trabajo tienen aire acondicionado.

El personal lo forman unas 1.500 personas entre técnicos y obreros especialistas. Unos 900 están constantemente fuera y en conexión con las diferentes organizaciones de la Gulf Oil Co.

Organización de la Gulf Research Co.—Para mayor claridad de lo que es la organización de esta Compañía he copiado el cuadro que han tenido la amabilidad de darme con ocasión de mi visita.

Como se puede observar a primera vista, la geofísica está incluida en cuatro Secciones y en 22 Subsecciones, siendo la realidad que consumen una elevadísima proporción del presupuesto de la Sociedad.

Contra esta cifra, en la que no hay incluida ni Geología aplicada (solamente investigación geológica) ni sondeos, no tienen en su haber más que el valor de los descubrimientos científicos y el señalamiento de estructuras geofísicas, cuyos conocimientos pasan a la Gulf Oil Co. para mayor seguridad en la ubicación de los sondeos.

Departamento de Geofísica.—Este departamento estudia y modifica unas veces los modelos existentes de aparatos de prospección y construye otras sus propios equipos, que son con los que trabajan en general. De construcción propia tienen los equipos sísmicos de reflexión, gravímetros corrientes y gravímetros para trabajar en el fondo del mar; además fabrican los variómetros aeromagnéticos. Todo esto lo hacen para su propio servicio, pues son ellos mismos los que realizan las prospecciones sobre los terrenos que interesa a la Gulf Oil Co. investigar.

Aeromagnético.—Solamente Aeromagnéticos tienen un

par de equipos trabajando en zonas completamente nuevas. El método de trabajo es complicado, pues cada medición magnética debe ser ubicada sobre un plano, de acuerdo con la localización del avión realizada desde dos estaciones especiales de radio. Pero el cálculo lo complican aún más, pues para mejores datos en la interpretación, derivan las curvas de los valores obtenidos.

Sísmico.—No pregunté cuántos equipos tenían funcionando en el campo, pero baste saber que sólo el número de sismogramas realizados por el método de reflexión, era del orden de dos millones. Los conservan centralizados en esa oficina y actualmente están recopiándolos en película cinematográfica de 16 mm. para poder ser vistos ampliados por un aparato especial. Esto lo hacen además para asegurar su conservación en caso de guerra.

Plantas piloto de Refinería.—Entre las varias Plantas piloto, tiene una de dos barriles diarios de producción por el método *cracking* o de catalizador y otra más importante de 30 barriles diarios por destilación fraccionada. En estas y otras muchas que poseen, se estudian las características de los petróleos brutos para dar las normas mejores para su tratamiento industrial.

Aceites.—Igualmente se estudian las características de los aceites obtenidos por las grandes Refinerías de la Gulf Oil Co. y por ellos mismos en sus investigaciones.

Gracias a estos estudios han conseguido aceites que conservan un alto poder lubricante después de 3 ó 4.000 kilómetros de lubricar un motor corriente de automóvil.

Pruebas de motores.—Para las pruebas de gasolina (índices octano, potencia, etc.), y de aceites, poseen grandes naves, donde funcionan en diferente forma más de un centenar de motores día y noche.

Incluso coches que sobre rodillos dinamométricos, desarrollan sus mayores velocidades sin salirse de una habitación.

Las pruebas suelen ser de sesenta horas, después de las cuales desarmen totalmente el coche y estudian sus desgastes, ataques de válvulas, etc.

Como detalle curioso diré que han comprobado que los automóviles americanos corrientes tienen su mejor marcha en conjunto con gasolinas de 72 octano. Pero referente al tetraetilo de plomo, es malo para las válvulas el que su contenido pase de 3,5 gramos por galón. Es un dato útil para nosotros que usamos en general gasolinas de bajo grado octano y con plomo.

Geología.—Los laboratorios geológicos se dedican al estudio de las características de las formaciones, estructuras, estudios físicos, de porosidad, maneras de atacar un exceso de arcilla en un nivel productivo para aumentar su producción. Estudios tectónicos de cómo se han formado las estructuras, con ayuda de aparatos de modelos plásticos aplicados a cada problema tectónico. Estudios de conexión entre lo geología y los resultados geofísicos. Estudios petrofísicos, petroquímicos; de foraminíferos, de diatomeas, etc.

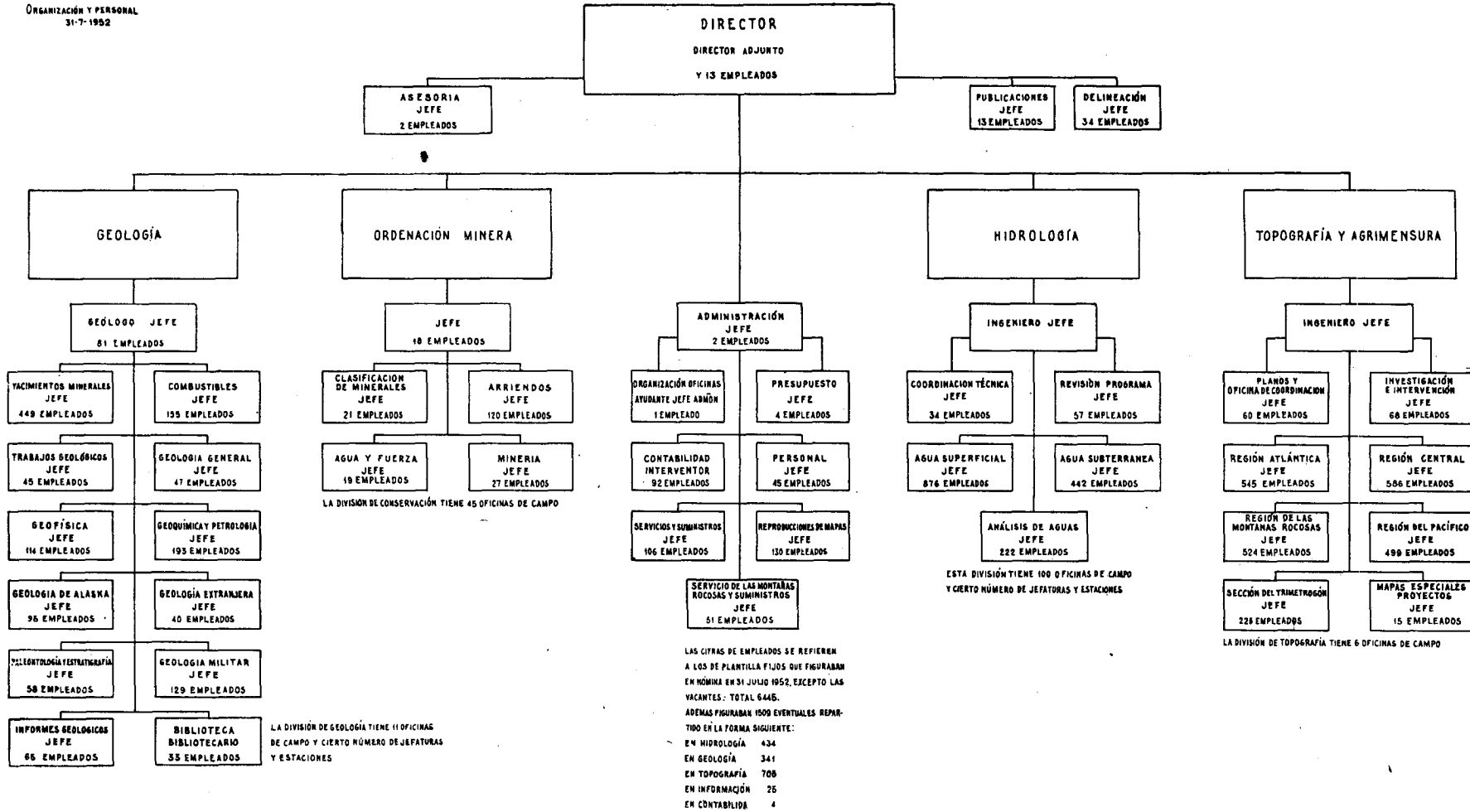
Talleres.—Los talleres de construcción y reparación son de gran magnitud y con verdadero lujo instrumental. Es bonito el detalle del chorro capilar de aceite dirigido a gran presión exactamente sobre el punto de ataque de la herramienta al tornejar un hierro, lo que se traduce en menor calentamiento y desgaste y, por lo tanto, una posible mayor velocidad de trabajo, con menos consumo de aceite.

Por último me dieron cuenta de un curioso descubrimiento, que desconozco si es moderno o no. Se trata de

GEOLOGICAL SURVEY



ORGANIZACIÓN Y PERSONAL
31-7-1952



Cuadro II

que para cortar hierro o acero, hacía falta mucho engrase de la sierra, muy buenos materiales y poca velocidad de trabajo. Pero una casual observación hizo cambiar totalmente el sistema. Consiste en dar a la sierra velocidades del orden de 15.000 pies por minuto. En estas condiciones el enfriamiento es superior al calentamiento en la sierra y no ocurre igual en la pieza de hierro a cortar. Así vi cortar en quince segundos una lima muy gruesa de acero duro, sin lubricación de ninguna clase.

Para terminar diré que si me interesó tanto esta organización es porque se trata de un Instituto Particular, dedicado casi exclusivamente a la Geofísica y al Petróleo, pero que tiene 1.500 empleados y gasta unos 500 millones de pesetas al año.

El «Geological Survey» de los Estados Unidos. — Se trata del Instituto Geológico de los Estados Unidos. Su oficina principal se encuentra en Wáshington, pero tiene tal extensión, que en mi corta visita no pude más que hacer un somero recorrido de parte de la rama de Geofísica y más somero aún de la de Geología. La impresión principal se puede recoger en el cuadro de organización que tuvieron la amabilidad de darme y que copio a continuación :

Como se puede ver por el cuadro, este Instituto tiene la respetable cantidad de 6.445 empleados de plantilla más 1.509 agregados y temporeros.

La Sección de Aguas Subterráneas y de Superficie tiene en total 2.093 empleados.

La Sección de Geofísica posee naturalmente todos los métodos de prospección, inclusive el Aeromagnético. Como novedad, trabajan actualmente con un Aeroradiactivo, haciendo las mediciones a 500 pies de altura, cuyos resultados están en estudio, pero con grandes posibilidades.

Quizá lo más importante de todo lo que pude ver, es la organización de la Sección de Geología. La estratigrafía se dibuja sobre los mapas de avión o fotografías aéreas con todo detalle y a gran escala, 1/30.000 ó 1/40.000. Luego se pasan a los planos fotográficos los resultados de los cortes transversales realizados directamente sobre el terreno y se siguen las mismas capas sobre las fotografías. Al fin se pasan a los planos topográficos definitivos, una de cuyas escalas más corrientes es la 1/62.500.

Las fotografías aéreas permiten al personal especializado dibujar los buzamientos aproximados de las capas, por comparación con los puntos donde se han tomado sobre el terreno.

Una Hoja equivalente a las nuestras de este Instituto, la suelen hacer entre tres o cuatro técnicos (Ingenieros y Ayudantes) que trabajan sobre ella unos tres trimestres. Esto equivale a que una Hoja cuesta por encima de los 20.000 dólares.

Todos los descubrimientos mineros o de interés comercial quedan libremente a beneficio del público.

MINAS DE MATAHAMBRE (CUBA)

Estuve pocos días en Cuba pero no quise desperdiciar la ocasión que se me brindaba de ver las importantes minas de cobre de Matahambre. Desde La Habana hasta Pinar del Río la carretera es muy buena, pero desde esta población hasta las minas está aún sin terminar una nueva carretera que une estos lugares y debido a las obras se tarde bastante en llegar. Desde La Habana son cerca de cinco horas de coche, pero la visita ha valido la pena y agradezco a su per-

sonal técnico el haberme enseñado y explicado amablemente sus instalaciones, en forma tal, que en tan corta visita he podido sacar la impresión somera que traduzco a continuación:

Geología.—Los filones explotados son unos ocho o diez y se presentan en forma de filones-capa interestratificados en el Lías. En las proximidades aflora el Trías, en cuyo contacto dicen haber sacado algún mineral, pero está poco reconocida esa zona. Hoy se preparan a hacer una importante prospección del Trías por medio de estudios geológicos y de sondeos, para lo que han presupuestado la cifra de 1.500.000 dólares.

Los filones tienen una inclinación variable de unos 45° y una potencia media de siete a ocho metros. La roca encajante es de calizas y margas.

Explotación.—El filón se arranca en su totalidad, siendo el mineral aprovechable una calcopirita muy pura. El contenido medio actual es del 7 por 100 de Cu, pero han tenido épocas del 8 por 100. Una vez arrancada la mena en forma de realce, se efectúa el relleno del filón con la ganga procedente del lavadero. El relleno se hace por medio de bombas y tuberías y el barro que se devuelve a la mina tiene un 30 por 100 y aún más de materias sólidas. Actualmente funcionan dos pozos para extracción del mineral, pero se disponen a profundizar otro más. El pozo secundario que es antiguo tiene 3.100 pies de profundidad y el principal 3.600 pies. De este pozo se extrae actualmente la mena y se tritura todo a boca mina hasta un par de centímetros de tamaño. De ahí pasa por un pequeño cable a la planta de flotación.

Lavadero de mineral.—El lavado se hace por flotación. El mineral se distribuye por cintas a unos molinos de bo-

las, donde se muele con agua y se mezcla con los ingredientes de flotación, aceites de pino, etc., y se clasifica haciéndole pasar por tamiz de 48 mallas por pulgada lineal, tamaño grande en comparación con los sistemas más corrientes de flotación. Se le añade también cierta proporción de cianuro para que no flote la pirita de hierro contenida. Luego pasa a los depósitos escalonados de flotación, consiguiéndose un mineral de 33 por 100 de cobre. El concentrado es parcialmente desecado por medio de unos tambores de lona con calentadores y de ahí pasa al cable aéreo para su transporte a puerto. El rendimiento de la planta, gracias a un funcionamiento muy perfecto y por tratarse de un mineral muy simple, varía entre el 97 y el 98 por 100, según pude ver por sus partes. El mineral concentrado contiene, como materia recuperable, algo de plata.

Problema del agua. — La mina da próximamente un metro cúbico por minuto, correspondiente al desagüe, y el lavadero consume unos 4.000 metros cúbicos diarios. Por esto ha sido necesario aprovechar al máximo el agua de un río, haciendo una presa de contención y además utilizar el agua de la mina. Esta sale con una acidez excesiva para ser empleada para flotación, lo que les obliga a pasarla a unos depósitos y echar cal viva para alcalinizarla y conseguir el PH conveniente en el lavadero.

Relleno.—Los barros estériles no pasan en su totalidad a la mina, pues los lodos demasiado finos impedirían el que soltasen el agua y harían un mal relleno. Por ello pasan a unos tanques circulares de aspas que separan los lodos finos no aptos para el relleno. Estos son llevados por una bomba a un gran depósito, situado a un kilómetro de distancia, donde el Sol se encarga de disminuir el agua contenida. Las materias gruesas son las que vuelven otra

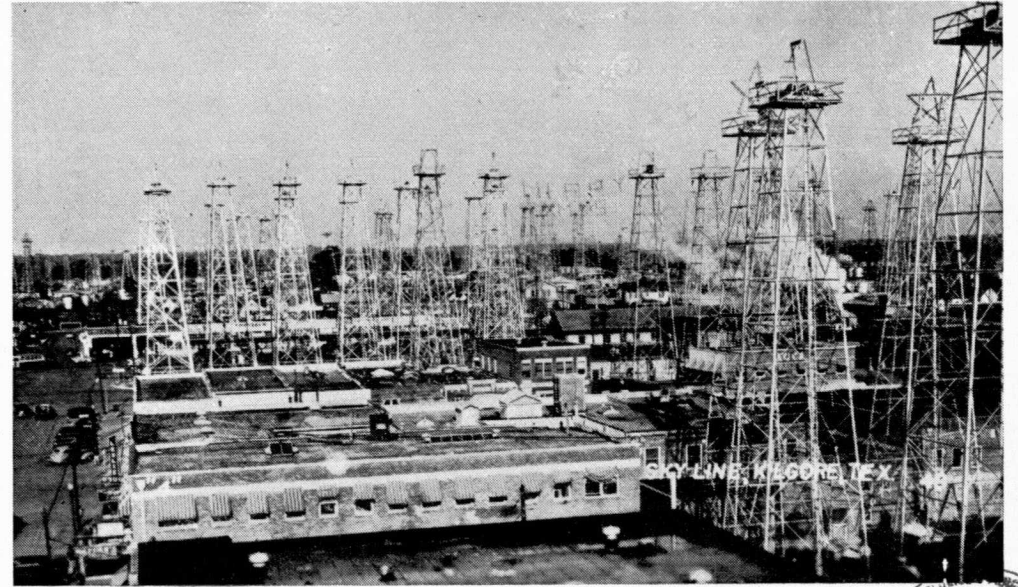
vez a la mina por medio de bombas, y a través de un pozo auxiliar.

Transporte del concentrado.—El concentrado del 33 por 100 de Cu pasa a las vagonetas de un cable aéreo de unos ocho kilómetros de longitud para ser trasladado al puercecito de Santa Lucía, situado al Norte de la mina. Las vagonetas descargan a unas barcazas especiales y de ahí pasan a los grandes barcos para ser trasladado a Galveston para el beneficio del cobre puro.

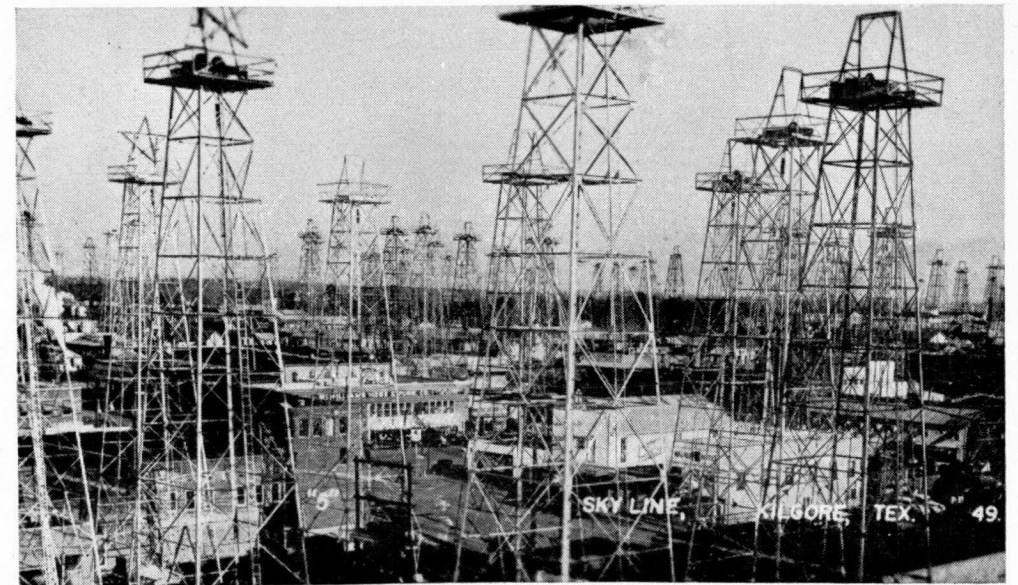
Producción.—La producción actual es de unos 3.500.000 libras mensuales de cobre contenido, lo que equivale a unos 20.000.000 de kilogramos al año. El precio actual de venta es de 32 a 34 céntimos de dólar la libra de cobre contenido.

Organización.—Tiene la mina unos 28 técnicos, Ingenieros y Ayudantes y más de 1.000 obreros. Los obreros tienen primas de producción en forma de participación sobre el mineral total extraído y de acuerdo con su precio. Actualmente gana un obrero de ocho a doce dólares al día.

Energía.—La Sociedad tiene una planta de energía, que es una de las mejores de la isla. Tiene 12.000 kw-h. y es una central térmica de vapor con quemadores de petróleo (fuel-oil), cuyo precio actual es de unos centavos de dólar por galón, con lo que consiguen un fluido eléctrico muy económico y sirven además a los pueblos cercanos.

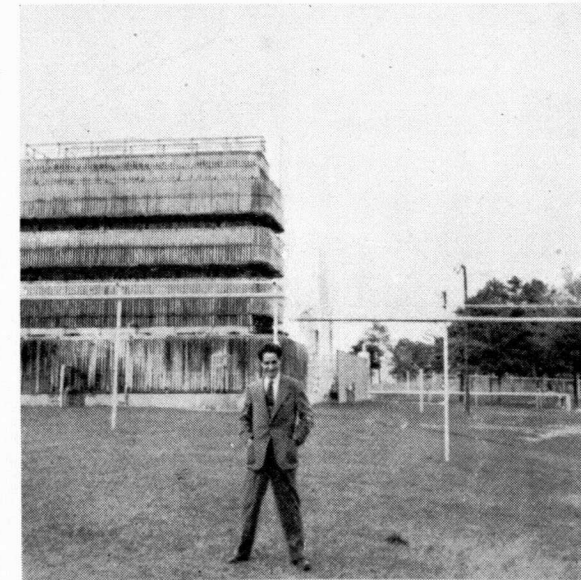


Campo de «East Texas». Pueblo de Kilgore.



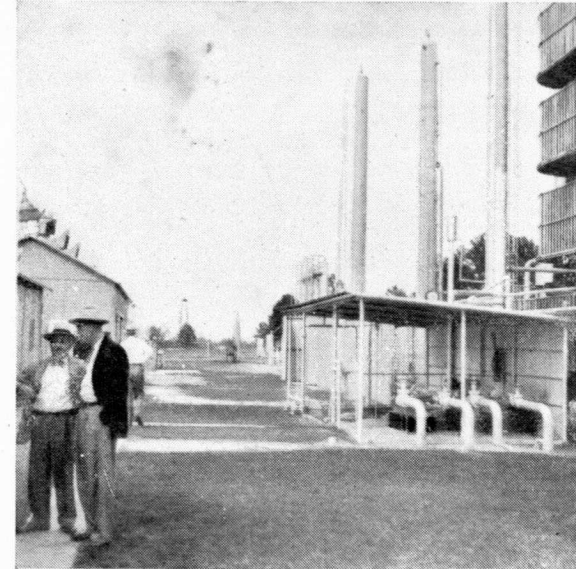


Pozos petrolíferos en Kilgore.



Planta de gasolina y butano en «East Texas». Refrigerador.

Planta de gasolina y butano en «East Texas».

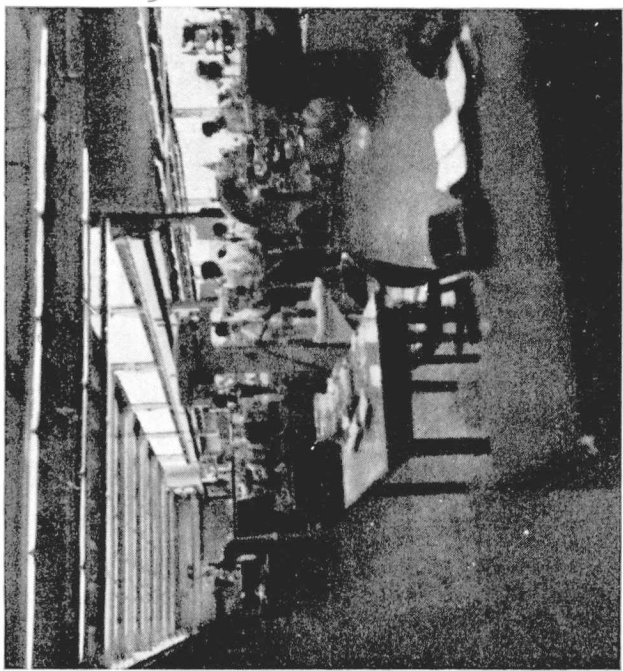


Separadores de gasolina, butano y metano.

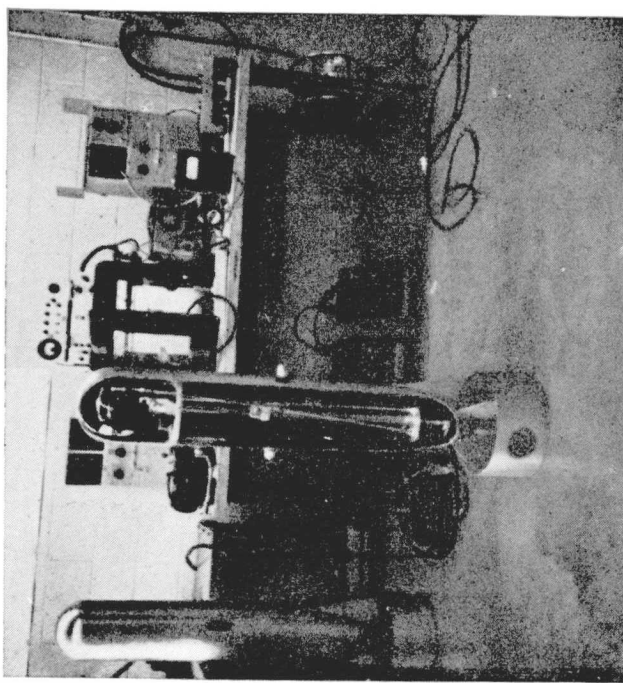


Separadores de gas y petróleo.





Taller de la «Gulf Research Co.» en Pittsburgh.



Variómetro aeromagnético en Pittsburgh.

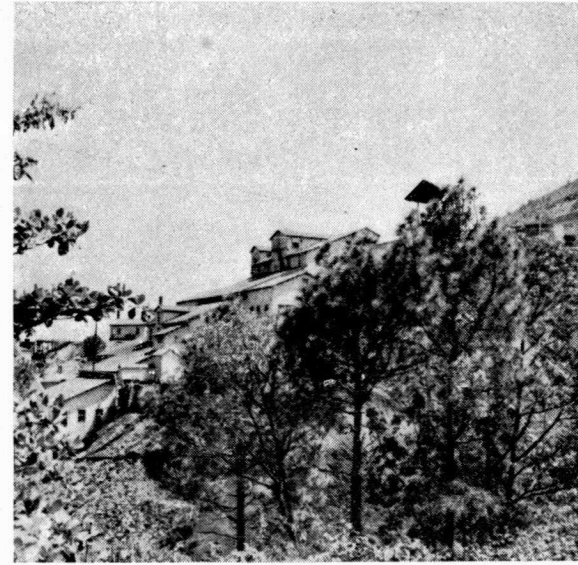


Pittsburgh.

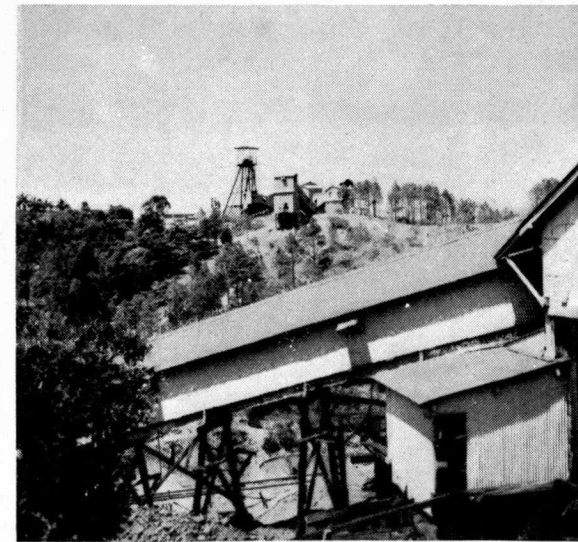
MINAS DE COBRE DE MATAHAMBRE (CUBA)



Afloramiento triásico que se proponen perforar.



Lavadero de minerales por flotación.



Pozo principal, de 1.100 m. de profundidad.

Noticias

Hojas del Mapa Geológico 1 : 50.000 totalmente terminadas que han ingresado en el Servicio de Publicaciones.

2.^a Región: Santa María del Campo. 5.^a Región: Zafra, Villafranca de los Barros, Infantes, Trujillos. 6.^a Región: Robledo, Pinoso, Jávea, Bonillo.

Más sal y más barata con un producto que acelera la evaporación.

El cloruro sódico se produce, en la mayoría de los países, evaporando con el calor solar el agua de mar que previamente fué depositada en lechos muy extensos y poco profundos. El tiempo que dura el proceso depende sobre todo de la cantidad de calor utilizable, función de las pérdidas por reflexión.

Con el fin de evitar tales pérdidas, se ha preparado un nuevo producto comercial: «Solivap». Es un colorante verde que, agregado al agua salada, aumenta su poder de absorción para el calor solar. Se logra así la evaporación más rápidamente. Su empleo en los estanques incrementa la producción de sal alrededor de un 20 por 100, con la rebaja de los costes.

Más uranio.

Se ha hecho un nuevo descubrimiento de uranio en el territorio septentrional de Australia, donde en estos últimos años ya se habían encontrado importantes yacimientos. Los nuevos radican en la zona del río Edith, y se extienden a lo largo de cerca de 400 km. al sur de Darwin. Los geólogos y los técnicos de minas opinan que se trata del mayor yacimiento de uranio del mundo. Según el profesor Marcus Oliphant, Director de la Universidad Nacional de Camberra, «el uranio acaso sitúe a Australia en un puesto clave, ahora que nos hallamos en los umbrales de la era atómica».

Transporte de carbón por tubería.

En Inglaterra se está estudiando seriamente el transporte de carbón por tubería, ya que en Francia y en los Estados Unidos se ha llegado a transportar carbonilla y carbón menudo a distancias de entre 5 y 7 kilómetros.

En Inglaterra actualmente se proyecta el transporte de millones de toneladas anuales de carbón desde las minas al consumidor en Londres, a unos 160 km. de distancia.

También se investiga la posibilidad de aplicar el transporte de carbón por tubería desde el frente de explotación de las minas a la superficie. Este método eliminaría los dos principales peligros de las minas: el polvo y el incendio.

El carbón en la Comunidad Europea.

En el mes de marzo comenzaron a regir los precios máximos señalados para el carbón dentro de la Comunidad Negra, con la particularidad de tratarse de precios regionales, pero con pequeñas diferencias entre los diversos cotos mineros.

El precio medio del carbón belga ha descendido de 746 a 718 francos, y con el fin de que la industria no experimente las pérdidas correspondientes, la mitad de ellas será soportada por el presupuesto nacional y el resto por los demás países, para lo cual la Comunidad cobrará el correspondiente impuesto. Con esto, se va a una reducción en la producción belga de carbón de un 3 por 100 anual, que conducirá al cierre de las minas ineconómicas.

Mejora de las disponibilidades de azufre.

Dentro del programa del General Eisenhower, el precio del azufre en los EE. UU. ha quedado libre de intervención, dentro del plan orientado hacia una economía menos rígida.

No obstante, continúa vigente el sistema de cupos, ya que, según consideran las autoridades competentes americanas, no se pueden suprimir todavía las restricciones sobre la exportación de azufre.

El Reino Unido tiene en su poder piritas, para casi dos años, de azufre refinado para un año de fabricación de ácido sulfúrico. De las instalaciones que tiene de recuperación de azufre de las refinerías de petróleo, la de 18.000 toneladas anuales está en plena marcha y la de 12.000 estará en servicio en el próximo mes de junio.

La producción de aluminio.

Como la producción de aluminio requiere enormes inversiones, su producción en pequeña escala no es económica; esto es causa de que en la mayoría de los diez países que benefician el mineral de aluminio, el negocio pertenece a una sola empresa, lo que produce un ambiente de cartel internacional. Es probable que en los próximos años se inviertan 3.000

millones de dólares en nuevas fábricas de tratamiento de minerales de aluminio, lo que duplicaría su producción actual, aunque sería de esperar que no sobre aluminio en el mercado.

En Columbia británica (Canadá) se van a emplear de 350 a 400 millones de dólares, y en la privilegiada zona del río Volta, en la Costa de Oro, con grandes formaciones de bauxita y recursos hidráulicos baratos, se van a invertir 144 millones de dólares.

El comercio del volfram.

La producción mundial de volframio en estos momentos es de 20.000 toneladas anuales, o sea el doble del año 1950 y un 4 por 100 más del año 1951.

Los esfuerzos para suplir la producción china, dieron resultados satisfactorios; prueba de ello es que el Gobierno británico posee existencias suficientes. En los EE. UU. se ha liberado también el sistema de cupos para los consumidores nacionales, el comercio privado ha quedado libre y las compras gubernamentales para las reservas estratégicas se efectúan seleccionando minuciosamente las calidades.

Uranio en Francia.

La Comisión de Energía Atómica de Francia ha coordinado y activado los trabajos de prospección de minerales de uranio, tanto en la metrópoli como en los territorios que domina. Entre los yacimientos descubiertos figuran los del Africa Ecuatorial Francesa y los de Madagascar. En la metrópoli se trabaja en los de Grury (Sáone et Loire), Lachaux (Puy-de-Dôme) y La Cruzille, cerca de Limoges.

Uranio en Suecia.

Se ha dado gran importancia en Suecia al beneficio del uranio contenido en los esquistos; por tal motivo se trabaja activamente en los de la formación de Kvarntop, donde la riqueza de los esquistos es de 200 gr./t. y la de los hidrocarburos de las mismas alcanzan 3.000 gr./t.

Testificación neutrónica.

La base de este procedimiento de testificación lo es la supuesta relación entre el diagrama neutrónico y el hidrógeno contenido en las rocas. Las últimas investigaciones norteamericanas pusieron en evidencia que sólo en determinadas circunstancias esta testificación puede evidenciar la porosidad de los pozos.

Producción de petróleo en Austria durante 1952.

Continúa incrementándose la producción de los pozos petrolíferos austriacos; en el año 1950 fué de 1.200.000 toneladas, al año siguiente pasó a 2.200.000 y el pasado superó los 3.000.000 de toneladas.

Búsqueda de níquel.

La búsqueda de níquel y la expansión de su lanzamiento están intentándose a marchas forzadas, con un ímpetu jamás conocido. Hay ahora cuatro importantes programas en curso para aumentar la producción. Dos de ellos en la provincia canadiense de Ontario del Norte, financiados y ejecutándose por la International Nickel Co. y la Falconbridge Nickel Mines, respectivamente. En Lynn Lake, Manitoba (Canadá), la Sherritt Gordon Mines pone a punto la explotación de un yacimiento mixto de níquel y cobre. Y el Gobierno estadounidense financia el programa de la Nicaro, en Cuba.

Utilización de la energía solar.

En los Pirineos franceses y en la planta piloto de Fort de Montlouis, se han efectuados ensayos experimentales con un horno solar de 75 Kw. en el que se alcanzaron 3.000 grados centígrados en un crisol capaz de fundir 70 Kg. de acero por hora. Según el Ingeniero Trombe, que dirige los experimentos, considera al aludido horno como prototipo de una serie de hornos solares semiindustriales, aptos no sólo para el tratamiento de minerales sino para síntesis químicas.

Una de las ventajas fundamentales de este horno es que estas temperaturas se alcanzan en aire puro, sin peligro de las reacciones químicas producidas por interferencia de los gases o electrodos que se emplean en otros tipos de hornos.

Notas informativas

Hoja núm. 747. Sueca (Valencia).

Este trabajo, debido al Ingeniero de Minas don José Meseguer Pardo, comienza con un compendio de los estudios anteriores, en el que se señalan las investigaciones ya realizadas sobre la geología de la región.

Sigue un resumen fisiográfico del territorio, en el que figuran la orografía, hidrografía, clima, vegetación, cultivos, población y vías de comunicación. Este resumen sirve de introducción al estudio de la Estratigrafía, que comprende los sistemas Jurásico, Cretáceo, Oligoceno, Mioceno, Pleistoceno y Holoceno.

El primero asoma al pie de los declives septentrionales del Monte de Cullera y forma también algunas colinas situadas más al N., varias de las cuales no pueden representarse por su corta extensión.

El Cretáceo integra la mayor parte de los accidentes montañosos del país, y se compone de calizas repetidas sin grandes cambios que alternan a veces con lechos de margas. Los estratos se hallan desprovistos de fósiles, pero dadas las analogías litológicas con otros bien cronologados, pueden considerarse como del Cretáceo medio.

Al NO. de Alginet se advierten algunas hiladas de yeso y arcillas rojas, que forman una estrecha banda que bordea el camino local de Benifayó a Catadau. Aunque las capas carecen de restos orgánicos, la disposición tectónica, distinta de las miocenas situadas inmediatamente más al N., hace verosímil que correspondan al Oligoceno según ya expresó el geólogo alemán R. Brinckmann.

El Mioceno, de facies marina, se circunscribe a dos pequeñas manchas situadas en la esquina NO. de la Hoja. Comprende un nivel inferior de molasas y areniscas, continuando, en sentido ascendente, por margas azules fosilíferas. Tales margas azules fueron consideradas como pliocenas por el ilustre Mallada, lo mismo que las existentes en los alrededores de la capital de la provincia, pero el estudio paleontológico de la fauna recogida en Valencia la Vella, permitió, hace años, al geólogo francés M. Gignoux reconocer el Tortoniense típico. En las trincheras del ferrocarril de Valencia a Villanueva de Castellón, las referidas margas encierran restos de *Amussium* del grupo *cristatum*; pueden ser, pues, pliocenas o tortonienses, pero la insuficiencia de este único argumento, hace atribuirles la última edad como señalaron hace tiempo M. Gignoux y P. Fallot.

El Pleistoceno es la formación dominante en la Hoja y se extiende por casi toda ella, en la amplia llanura pantanosa en parte por cegamiento

de las desigualdades de los terrenos subyacentes. Los depósitos, de facies continental, forman lechos horizontales y discontinuos de arcillas, margas, cantos rodados, arenas y légamos, que corresponden en conjunto a una formación deltaica del Júcar.

El Holoceno, finalmente, comprende el cordón dunar costero que se extiende desde la Albufera al cabo de Cullera; algunos aglomerados de las orillas del Júcar y el Magro, y por último, la tierras superficiales arcillo-calizas, dedicadas a la agricultura.

El territorio de la Hoja corresponde a un área de hundimiento cuyos bordes son: al O., las estribaciones del Besari, y al S., la sierra de Corbera, situada más allá de la zona que consideramos. Esta depresión se halla colmada por acarreos más o menos recientes de los curso acuíferos, y las postreras aportaciones de éstos han motivado las tierras que cubren la llanura e imprimen al país su peculiar fisonomía.

Los elementos que componen la estratigrafía de la comarca, presentan condiciones diferentes desde el punto de vista hidrológico. El Cretáceo, principalmente calizo, absorbe buena parte de las lluvias, y como además las margas intercaladas son poco importantes, resulta sumamente permeable; pero por faltar un nivel impermeable de espesor suficiente, no pueden producirse manantiales de consideración ni es verosímil el hallazgo de niveles de agua aprovechables a pequeña profundidad.

En las manchas miocenas, la naturaleza de los estratos no es propicia tampoco a la formación de mantos acuíferos de alguna importancia. En cambio, el Pleistoceno es muy apto para almacenar un gran volumen líquido a causa de sus amplios depósitos detríticos, horizontales y a escasa altitud, que constituyen el receptáculo de todas las aguas que durante su curso no encuentran salida a niveles más altos. Los caudales subterráneos almacenados en el Pleistoceno forman, de una manera general, dos capas acuíferas: una, la más profunda y permanente, debida a las aguas procedentes de las colinas del Oeste, y otra, eventual, que producen las fugas en las acequias y la infiltración en los arrozales. Ambas son de superficie libre, de suerte que las aguas sólo fluyen al exterior cuando los mantos impermeables que las sustentan se aproximan a la superficie del suelo, es decir, en determinados barrancos y en algunos lugares hondos donde originan las surgencias llamadas «ullals» en la región.

El territorio carece de minería y resulta además sumamente pobre en materiales pétreos. De estos últimos se explotan en canteras algunas calizas. Del lecho del Magro y algunas ramblas se obtienen gravas y arenas para su empleo en hormigones y morteros.

Termina la explicación con un capítulo sobre Agronomía en el que se da cuenta sumaria de esta materia.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

VINE, JAMES D. y MOORE, GEORGE W.: *Reconnaissance for uranium-bearing carbonaceous rocks in Northwestern Colorado, Southwestern Wyoming, and adjacent parts of Utah and Idaho*. «Geological Survey», 25 págs., octubre 1952.

Dan cuenta de las investigaciones efectuadas en julio, agosto y septiembre de 1951 para la investigación del uranio en las rocas carbonosas del Colorado, Wyoming, Utah e Idaho. Un criadero interesante de uranio encontraron en Fall Creek en Bonneville County, Idaho. Se encontraron varios lugares donde la concentración en uranio era varias veces la normal en las formaciones de este tipo.—L. DE A.

VINE, JAMES D. y MOORE, GEORGE W.: *Uranium-Bearing coal and carbonaceous rocks in the Fall Creek area, Bonneville County*. «Geological Survey», 10 págs., 1 lám., 1952.

Se encuentran carbones uraníferos, esquistos carbonosos y calizas carbonosas del cretáceo inferior en el Bear River, de la zona Fall Creek, de Bonneville County Idaho. Se cree que los compuestos de uranio proceden de silicatos volcánicos, débilmente radiactivos, de edad terciaria que quedan discordantes sobre todas las rocas antiguas y cubren la formación del Bear River y su carbón. Las aguas meteóricas atraviesan estos silicatos volcánicos y se introducen en las rocas antiguas a través de sus juntas y fallas, conducen los compuestos de uranio donde está el carbón y las rocas carbonosas en los lugares donde se ha observado el uranio.—L. DE A.

Interim report of the ore deposits of the Grants District, New Mexico. «Irving Rapport». Division of New Materials AEC, 19 págs., noviembre 1952.

El distrito uranífero de Grants está situado al noroeste de New México, a lo largo del flanco septentrional de San Juan Basin, entre las ciudades de Gallup y Albuquerque. La mineralización de U parece estar limitada principalmente a los terrenos primarios. La mineralización conocida se restringe a dos horizontes generales: 1) caliza de Todolito y Summerville;

2) formaciones de Morrison y Dakota. La mineralización de Todolito recorre de oeste a este una extensión de 110 km. También se descubrió mineralización en la parte superior de la arenisca con una corrida en la misma dirección de 160 km. Los minerales uraníferos de Todolito son carnotita, tiuyamunita, uranofano, uranotilo- β , sklodowkita y pezblenda. Se encuentran la carnotita y schroeckinerita en la formación de Morrison asociadas con limonita y materia orgánica.—L. DE A.

ALLEN, VICTOR R.: *Relaciones petrográficas de algunos yacimientos típicos de bauxita y diásporo*. «Bulletin of the Geological Society of America», 63, núm. 7, 649-688, 1952.

Se producen tres procesos en la formación de yacimientos de bauxita y diásporo, desilicización, en el cual la sílice se elimina de las arcillas, feldespatos y otros minerales aluminosos; migración en el cual los minerales arcillosos y los óxidos aluminicos hidratados se transportan dentro del yacimiento desde el lugar en que se formaron a su actual posición y resilicización, en el cual se agrega sílice a la gibsita para formar silicato o arcilla aluminica hidratada.

El diásporo de Missouri, Pensylvania, Washington, y la bohemita de Missouri, Kentucky, Washington y California se formaron de arcillas rocosas compuestas de caolinita finamente dividida con escasa plasticidad y fractura concoidea. La gisita de los yacimientos de bauxita de Georgia y Alabama se formó de una arcilla caolinitica de tipo dura o semidura. La principal diferencia entre las arcillas rocosas y los tipos duros de Georgia y Alabama es que las partículas muy finas de las arcillas rocosas no tienen simetría por la acumulación de las placas moleculares de caolinita. La escasa plasticidad de las arcillas rocosas permitió la retención de aberturas y grietas sin derrumbamiento y esto aumentó la variación. La regulación de las posibles condiciones de formación de gibsita, bohemita y diásporo comprenden temperatura, estado de los sistemas químicos, condiciones meteorológicas, presión y drenaje.—B. DE G.

F. B. MOORE y C. R. BUTLER: *Pitchblende deposits at the Wood and Calhoun Mines, Central City Mining District, Gilpin County, Colorado*. «Geological Survey», C. 186, 8 págs., 1952.

Fue explotada la pezblenda en cantidades comerciales en cuatro venas de minerales complejos de pirita-esfalerita-galena argentíferas y auríferas en un área del orden de media milla cuadrada al sur del Quartz Hill, del distrito Central City, Gilpin County, Colo. Dos de ellas, las de Wood y Calhoun fueron estudiadas desde el punto de vista de la identificación de los factores favorables a la deposición de la pezblenda. Las venas de pezblenda cortan el granito gneisico precambriano y los esquistos cuar-

zosos biotíticos; no obstante, el gneis es la roca madre más favorable. Dos diques de edad terciaria de bostonita porfirica cortan las venas. La pezblenda en lentejones esporádicamente distribuida es contemporánea con la pirita y anteriores a la galena y esfalerita, y todas están a profundidades menores de los 150 metros.—L. DE A.

HARRY C. GRANGER y HERMAN L. BAUER: *Uranium occurrences on Merry Widow Claim, White Signal District, Grant County, New Mexico*. «Geological Survey», C, 189, 16 págs., 1952.

La concesión Merry Widow es en el área de la reg. 22 T. 20 S., R. 15 W., del meridiano principal de Nuevo México, alrededor de una milla al oeste del White Signal, donde no se descubrieron minerales secundarios de uranio hasta 1920, aunque ya era conocida como zona minera por las explotaciones de Au, Ag y Cu. Las formaciones uraníferas se encuentran generalmente en el basalto o diabasa, cerca de zonas de pirita cuarzosa fuertemente oxidada, frecuentes en aquel distrito. La estrecha relación entre la distribución de los minerales de uranio y las partes oxidadas aludidas, permite sugerir que las no oxidadas pueden contener minerales de uranio primarios.—L. DE A.

C. F. DAVIDSON: *Successes in research for uranium in the Commonwealth*. «New Commonwealth», XXIV, 515 a 18, 24 noviembre 1952.

Se da un resumen de las varias investigaciones de uranio efectuadas en la «British Commonwealth» durante los últimos ocho años. Sólo en Canadá se descubrieron más de 500 lugares de uranio, con más de 0,05 por 100 de óxido de uranio; el más importante fue el de Goldfields, en la región de Saskatchewan. Se trata de las relaciones de las industrias del uranio y oro en Africa del Sur. Se descubrieron dos formaciones importantes en Australia; la de Rum Jungle, cerca de Darwin, y la de Radium Hill, a 370 kilómetros al NE. de Adelaide. Señalan el interesante hallazgo al N. de Rhodesia, junto con el gran criadero de niobio y uranio de Nigeria.—L. DE A.

ESTRATIGRAFIA

CHRISTIANSEN, F. W.: *Estructura y estratigrafía del Cañón Range, Central Utah*. «Bulletin of the Geological Society of America», 63, número 7, 717-740, 1952.

Indican las siguientes series de acontecimientos en el desarrollo del Cañón Range.

1. Levantamientos acompañados por plegamientos y fallamientos en

gran escala, que comenzaron en la época jurásica posterior (?) y culminaron en la época cretácea primaria;

2. Erosión profunda, 1.524 a 30.480 m.;
3. Deposición de gruesas series de sedimentos continentales clásticos gruesos (grupo Indianola);
4. Plegamientos y corrimientos de fallas en época post Indianola, rocas plegadas en fallas planas previas y precambrianas (?) se corren sobre rocas cretáceas, desplazamientos menores de 1.500 m.;
5. Deposición de sedimentos continentales en cuencas marginales (North Horn y Flagstaff);
6. Plegamiento moderado en época post Flagstaff;
7. Evolución de los sistemas constitutivos del actual desagüe;
8. Deposición de conglomerados oligocenos (?) en las pendientes de las laderas y en cañones y valles de la cadena de montañas, espesores de 0 a 550 m.;
9. Volcamiento de conglomerados oligocenos;
10. Fallas en la cuenca y cadena montañosa que comienzan en la época miocena (?) y continúan hasta la época reciente;
11. Aluviones en las faldas de las montañas y deposición de sedimentos de Boneville seguidos por disección post Bonneville.—B. DE G.

CHENOWETH, PHILIP A.: *Métodos estadísticos aplicados a la estratigrafía trentoniana en Nueva York*. «Bull. of the Geol. Socie. of Amer.», 63, núm. 6, 521-560, 1952.

Las calizas de Kirkfield, Shoreham y Dinamarca trentonianas medias se han estudiado con interés en sus detalles estructurales líticos y primarios. El estudio estadístico de los datos proporciona relaciones no evidentes en los procedimientos normales y permite establecer con mayor exactitud los valores de las cantidades. Las líneas de regresión se han utilizado en un análisis de los cambios de las facies. Los errores normales de cálculo y los ensayos *t* de los coeficientes de regresión muestran el valor y la confianza de las líneas. Por tanto, las formaciones de Shoreham y Dinamarca llegan a ser progresivamente de más significación arcillosa hacia el sudeste. Las corrientes nordeste-suroeste se registran en las direcciones de los fósiles paralelepípedos y orientados. Los pliegues de la intraformación muestran un notable paralelismo atribuido a los movimientos diferenciales de las materias sin consolidar. Se reconocen los miembros nuevos de la formación de Dinamarca y se describen nuevas zonas faunales.—B. DE G.

GEOGRAFIA FISICA

JORDAN, G. F.: *Formación de arrecifes en el Golfo de México al exterior de la Bahía Apalachicola, Florida*. «Bulletin of Geological Society of America», 63, núm. 7, 741-744, 1952.

Hasta hace pocos años la vertiente continental que se adentra en el Golfo de México se consideraba, generalmente, como una gran planicie sumergida y en declive, sin que mostrase otros relieves topográficos de alguna importancia. Uno de los primeros accidentes submarinos de importancia descubiertos ha sido el antiguo valle del río Misisipi. Este valle se extiende unos 56 km. al sudoeste del actual delta del río y forma en la vertiente continental entalladuras en unos 130 km. La anchura de este valle es de unos 32 km. y tiene una profundidad de unos 300 m. en el lugar en que su fondo se une a la vertiente continental.

Accidentes secundarios que forman alturas, cúpulas o domos y bancos de coral motean la vertiente en las proximidades de la costa y paralelas a ella en Louisiana y Texas.

El autor de este artículo ha descrito hace poco varios importantes accidentes de la plataforma continental de Florida en una zona de extensión de 65.000 km.², en la cual varían las profundidades de 50 a 3.200 metros.

Los levantamientos hidrográficos se han ampliado ahora en dirección Este en las proximidades de la península de Florida y proporcionan una gran abundancia de datos hidrográficos con los cuales se puede construir una exacta carta batimétrica. Al trazar las curvas de nivel en la zona con equidistancia de 1,83 m., se pone de manifiesto una formación característica en el relieve. Tiene la apariencia del delta de un río antiguo. El «lecho del río» tiene un ancho de 5 km. y el eje orientado Norte-Sur, flanqueado por terraplenes de 15 m. de alto. La «boca» o extremo hacia alta mar está dividido por un amplio bajo o zona de arrecifes y otros pequeños arrecifes jalonan los «pasos».—B. DE G.

KNECHTAL, MAXWELL M.: *Terrenos agrietados de Oklahoma Oriental*. «Bull. of the Geol. Socie. of Amer.», 63, núm. 7, 689-699, 1952.

Los dibujos formados por la red de surcos que separan los terraplenes naturales de las llanuras cuarteadas de Oklahoma Oriental se consideran atribuibles a los sistemas de polígonos de consolidación de textura gruesa comparables con los que tienen lugar (1) en algunas partes de los terraplenes estudiados en el noroeste de los Estados Unidos de América, que se sostienen por basalto unido verticalmente (2) en las quebraduras de la tundra de Alaska que está ocupada por la red de cuñas de hielo, y (3) en las capas de las playas de los lagos de los desiertos del suroeste que están cortadas por sistemas de fisuras gigantes de desecación. Mientras las

redes características de los surcos entre los terraplenes de los llanos agrietados o cuarteados de la región central del continente pueden deber su origen a las antiguas condiciones climatológicas de las heladas, una de las alternativas posibles es que la configuración peculiar de estas superficies, tal como se muestra en Oklahoma Oriental, sea resultado de la erosión de sistemas de suelos poligonales gigantes producidos por desecación. La época del origen de las grietas de Oklahoma Oriental se cree que no es anterior al pleistoceno superior.—B. DE G.

GEOLOGIA

Geologische Rundschau, vol. 40, núm. 2, 1952. Edit. por F. Enke. Stuttgart.

El número objeto de esta reseña comienza con una introducción de E. Wegmann, en donde se hace la historia de la revista desde su iniciación, hace más de cuarenta años, como órgano de la «Geologische Vereinigung», explicando cómo desde muy pronto cumplió los fines para que había sido creada, a los que se ajusta bien su nombre de *Panorama Geológico*. Bajo la inspiración de H. Cloos, recientemente fallecido, sus números tomaron la forma de cuadernos temáticos. Siguiendo esta misma trayectoria, el presente cuaderno ha sido dedicado a la geología alpina.

H. Günzler-Seiffert, autor familiarizado con la zona helvética alpina, publica un trabajo titulado *Alte Brüche im Kreide/Tertiär-Anteil der Wildhorndecke zwischen Rhone und Rhein* (págs. 211-230), que se refiere a las fracturas antiguas del cretácico y terciario del manto de Wildhorn. Se trata de una serie de zonas de fracturas normales, longitudinales, tres en la parte occidental, cuatro en la central y cuatro en la oriental, que corren paralelamente al rumbo general del plegamiento alpino delimitando bandas de 1 a 4 kilómetros de ancho, y que fueron reactivadas durante las fases nevádic, larámica e intraeocena. Las relaciones existentes entre las antiguas fallas longitudinales y los plegamientos modernos parecen exigir una revisión de las ideas corrientemente admitidas sobre orogénesis, y como hipótesis de trabajo establece el autor la siguiente sucesión de acontecimientos geológicos: 1), formación de las fracturas longitudinales durante la fase de geosinclinal; 2), primer plegamiento, al iniciarse la orogénesis, bajo la fuerte presión de sobrecarga de los mantos de recubrimiento; 3), transporte tectónico, por deslizamiento, del manto de Wildhorn y de los mantos de recubrimiento superpuestos a él; 4), movimientos de compensación isostática, como cortejo de los de deslizamiento y transporte anteriores, que determinaron la penetración, en la zona superior sedimentaria, de cuñas cristalinas procedentes de la región profunda, que a su vez produjeron en la región superficial deslizamientos de tipo gravitatorio y plegamientos.

Der Nordrand der liasischen Tethys in den Schweizer Alpen es el título

de un trabajo de R. Trümpy (págs. 239-242) dedicado al estudio del borde septentrional del Tethys liásico, situado en lo que hoy se conoce como zona helvética de los Alpes suizos. El articulista, después de investigar la distribución de las facies y espesores de los diferentes pisos liásicos, admite la existencia de una tierra alemánica (rechaza la denominación de vindelíca por su falta de precisión), situada al norte, cuya región costera estaría constituida por una serie de escalones monoclinales separados por fallas antitéticas, y no en modo alguno por un talud o declive gradual como se creía hasta ahora.

A. Roll escribe sobre *Der unmittelbare Nachweis des Vindelizischen Rückens unter der süddeutschen Molasse* (págs. 243-248), y llega a conclusiones parecidas al analizar los resultados de ciertos sondeos realizados en la zona de molasas de Baviera. Según este autor, el umbral vindelíco se intercala entre el sinclinal alpino y el sinclinal del sur de Alemania durante el Keuper y el Jura, y Roll aporta pruebas de su existencia bajo la molasa del territorio de Alemania meridional.

Sigue un artículo de W. Staub, *Über Aufbau und Oberflächengestalt des Schweizerischen Mittellandes im Kanton Bern und den angrenzenden Tälern* (págs. 248-252), que, como indica el título, se refiere a la constitución y formas de superficie del territorio central suizo en el cantón bernés. El trabajo está dividido en tres partes: series estratigráficas; perturbaciones tectónicas; y depósitos cuaternarios, y constituye un excelente estudio de geología de superficie del mencionado dominio geográfico.

H. Küpper firma un artículo titulado *Verbindendes und Trennendes an der Alpen-Karpaten-Grenze* (págs. 253-257), en el que se discuten las semejanzas y diferencias que se advierten allí donde los Alpes se encuentran con los Cárpatos. Las investigaciones de Küpper se basan en un estudio más exacto de las faunas de foraminíferos de las series cretácicas de Waschberg, al norte del Danubio, y del cenomaniense de los *Klippen* de St. Veit, así como también en el mejor conocimiento del vulcanismo básico en la zona alpina del flysch situada al suroeste de Viena. Los resultados de estos estudios pueden contribuir a esclarecer las relaciones existentes entre los Alpes y los Cárpatos.

Zur Einführung in einige Probleme der ostalpinen Zentralzone es el título de una nota póstuma de P. Cornelius, destacado geólogo alpino (págs. 257-261), en el que dicho autor enfoca algunas importantes cuestiones relativas a la zona central de los Alpes orientales, un ámbito en donde los esquistos cristalinos predominan ampliamente sobre las rocas en masa inmodificadas y las formaciones no metamórficas fosilíferas, que asumen un papel enteramente secundario. Entre los problemas hoy planteados y que Cornelius somete a un análisis crítico, figuran: a), la naturaleza primitiva de las rocas de que derivan los esquistos cristalinos y las transformaciones y acciones metamórficas que éstos experimentaron; b), la validez del concepto de zonas de profundidad en la corteza terrestre, y fijación de límites por la presencia de minerales típicos, y c), el establecimiento de

una cronología estratigráfica de las rocas originarias y de su transformación metamórfica.

Viene a continuación un artículo bastante extenso de K. Metz, *Zur Frage voralpidischer Bauelemente in den Alpen* (págs. 261-275), que versa sobre el problema de los elementos estructurales prealpínicos en el dominio de los Alpes. El contenido de este trabajo se distribuye en seis partes: 1), la zona de grauwackas estiria; 2), el paleozoico de Graz; 3), el dominio cristalino situado al oeste de la zona de grauwackas; 4), los Alpes Kármicos; 5), el Variscico en los Alpes nororientales, y 6), ojeada hacia el este. Los trabajos de campo estratigráficos y tectónicos, y la aplicación del método estructural de Sander, permiten reconstruir de un modo cada vez más preciso la historia estructural prealpídica de este tramo montañoso.

Termina esta serie de trabajos con un artículo de H. Stille, *Salztektonik in Nordwestdeutschland und Rumänien* (págs. 276-281), que constituye una réplica a un trabajo de M. Krejci-Graf, quien en el neógeno de Rumania ha observado hechos que parecen no ajustarse bien a la teoría de la universalidad de las fases orogénicas, contra la que vienen alzando su voz, de poco tiempo a esta parte, algunos geólogos. Stille afirma que todo lo que ha visto Krejci-Graf encaja sin esfuerzo dentro del sistema de fases establecido, con tal de admitir que una parte de los hechos observados pertenece al marco de la tectónica salina.

Por último, el cuaderno que comentamos incluye también un corto número de breves comunicaciones sobre distintas cuestiones geológicas, las acostumbradas notas bibliográficas y diferentes noticias de interés para los geólogos, así como una referencia de la reunión anual de la Sociedad Geológica alemana celebrada en Francfort en enero de 1952.—E. TORRE ENCISO.

PUZENAT, LEON: *Probabilités de l'existence de minerais radioactifs dans certaines régions du Maroc français*. «C. R.», t. 235, núm. 20, 1234-36, 17 noviembre 1952.

Este trabajo tiene por objeto mostrar los factores que influyen a favor de la existencia de minerales radiactivos en ciertas regiones del Marruecos francés, que ofrecen las mismas características geológicas, tectónicas y metalogénicas que otras regiones del globo donde existen yacimientos de uranio.—L. DE A.

GEOQUIMICA

COOLEY, R. A., MARTIN, A. V., FELDMAN, C. and GILLESPIE, J.: *The hafnium to zirconium abundance ratio and specific radioactivity of some ores*. «Geoch. et Cosmoch. Acta.», vol. III, 30-33, 1953.

La relación de la abundancia de hafnio en el circonio y la radiactivi-

dad específica de algunos minerales de diferentes países es valorada espectroquímicamente y por contador Geigel, respectivamente. La hipótesis de Hevesys sobre la relación entre la radiactividad del hafnio contenido en los circonios y la posibilidad de que su proporción sirva como un indicador geológico es discutida.—L. DE A.

FAIRBAIRN, H. W., AHRENS, L. H. and GORFINKLE, LORRAINE G.: *Minor element content of Ontario diabase*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», volumen III, 34-46, 1953.

Usando procedimientos espectroquímicos se determinaron cuantitativamente níquel, cobalto, vanadio, cromo, cobre, plata, plomo, escandio, circonio, lantano, galio, estroncio, bario, litio y potasio en 59 muestras de diabasas de zonas típicas de Ontario. Los resultados se representan en diagramas de distribución de frecuencias. Los contenidos medios son computados y comparados con otros valores de diabasas y tipos de composición similar. De los elementos estudiados el galio se presenta con gran uniformidad de concentración en las diabasas, mientras que con el cromo ocurre lo contrario, pues muestra grandes dispersiones. Los valores dados para el escandio son como mínimo el triple de los dados por autores anteriores.

Para reducir al mínimo el error sistemático, todos los resultados fueron comparados con los correspondientes a la diabasa tipo W + 1.—L. DE A.

KULP, J. LAURENCE; TUREKIAN, KARL, y BOYD DONALD W.: *Contenido en estroncio de calizas y fósiles*. «Bull. of the Geol. Soc. of Amer.», 63, núm. 7, 701-716, 1952.

Por un método espectroquímico que proporciona una precisión del 5 por 100 o superior se han analizado, para determinar su contenido de estroncio, cientos de muestras de rocas y conchas carbonatadas. El valor medio de Sr/Ca para todas las calizas fué de $0,71 \times 10^{-4}$. Los fósiles tienen un valor superior pero varían grandemente, según la salinidad y composición del medio marino original, la proporción de aragonito y calcita en la concha primitiva y los antecedentes de la subsecuente recristalización. Los fósiles contienen como promedio, doble cantidad de estroncio que la matriz de carbonato que les rodea. La influencia de la temperatura del agua del mar en el contenido de estroncio de los fósiles es un factor relativamente insignificante. No se encuentran pruebas de la influencia del cambio de estación en la concentración de estroncio y calcio.—B. DE G.

ALLRENS, L. H.: *The use of ionization potentials*. «Geoch. et Cosmoch. Acta», vol. III, 1-29, 1953.

Se estudia la naturaleza de los enlaces y su mecanismo de formación. Se concluye que la denominada aproximación iónica es usada para interpretación de propiedades de compuestos metal-ion-no metal con independencia de que los enlaces sean predominantemente covalentes o iónicos. Se supone que la reacción de cada metal-ion-no metal pasa por un estado transitorio en que las propiedades de los iones libres juegan un papel dominante para la determinación de las propiedades del producto de equilibrio. Es definida la *afinidad aniónica* como el poder de un catión para atraer a aniones en el estado transitorio, y el potencial de ionización (primero para cationes monovalentes, segundo para cationes bivalentes y así sucesivamente) es utilizado como una medida de la afinidad aniónica. Varios tópicos de intereses geoquímicos, tales como la separación de elementos en sulfuros y silicatos, coherencia geoquímica, comportamiento de los elementos en silicatos fraccionados, punto de fusión del olivino y sustitución del germanio y galio en los feldespatos, estructura de la afinidad aniónica y facilidad de los elementos para formar complejos se estudia ampliamente. Se hace una interpretación de la valencia, tamaño y afinidad aniónica de los cationes y polarizabilidad de los aniones.—L. DE A.

SCHAUFELBERGER, P.: *Was ist Latcrit?* «Gech. et Cosmoch. Acta», volumen III, 47-52, 1953.

De acuerdo con Meigen y Lang considera la laterita como una roca formada en ausencia de humus. Cuando éste existe, la hydrargirita cambia en caolinita, que es producida en todo el suelo tropical. Puesto que la laterita es un producto intermedio originado por la circulación acuosa, su aparente composición cambia continuamente con la profundidad. Para colocar las cosas en su punto, se ha de tener en cuenta que los suelos rojos de los trópicos son producidos por laterización, que es seguida, no obstante, por la caolinización. Se producen, pues, laterita y tierras variadas.—L. DE A.

HIDROLOGIA

GENUR, C.: *Las condiciones actuales de los baños con radio en la Zona Oeste de Alemania*. «Münch. med. Wochschr.», XCIV, 2066-72, 10 octubre 1952.

Los contenidos en Ra y Rn, así como otras propiedades de varios manantiales termales de la Zona Oeste de Alemania son comparados con los de varios manantiales de la Zona Este.—L. DE A.

MENEZES CORREA ACCIAIUOLI, LUIZ DE: *Le Portugal Hidromineral*. «Direction Generale des Mines et des Services Geologiques», I vol. Lisbonne, 1952.

La competencia portuguesa sobre la Hidrología, pertenece al Ministro de Economía (Comercio e Industria), por mediación de la Dirección General de Minas y Servicios Geológicos.

Por la rama de la Crenología, la Dirección General tiene tres organismos: el Consejo Superior de Minas (Sección de Hidrología), la Inspección de Aguas y la Oficina de Minas (Sección de Aguas).

Es debida incumbencia del Consejo de Minas (Sección de Hidrología) dar su visado a todos los asuntos que exigen una decisión ministerial o una interpretación legal, o más todavía, cuando es preciso una orientación general, así como como el permiso de impuestos sobre la explotación de aguas minerales; corresponde a la Inspección de Aguas vigilar los establecimientos Termales e informar sobre todas las peticiones de concesionarios; la Oficina de Minas (Sección de Aguas) organiza los procesos referentes a las aguas minerales.

El Consejo Superior de Minas, es pues, la base sobre la cual se apoya la Hidrología portuguesa.

Todos lo que concierne a los médicos de baños y a la higiene de las Estaciones Termales, corresponde al Ministerio del Interior por los Servicios de Alimentación y de Bromatología, y la inspección sobre los hoteles y pensiones, es hecho por la Secretaría Nacional de Información.

En Portugal se designa por Hidrología el estudio de las aguas denominadas minerales o termales, según que lo consideremos su denominación desde el punto de vista químico o físico.

Hasta mediados del noveno siglo los manantiales tenían en este país la denominación de «Caldas» y de «Fontes», según fueran calientes o frías.

Actualmente la palabra «Terma» no se aplica más que a los Establecimientos balnearios romanos; esta denominación apareció en los documentos oficiales en 1910, en el Decreto de concesión Terma Rainha Dona Amelia, actualmente Terma S. Pedro Del Sol y que durante los primeros siglos después de su fundación se llamaba Caldas Alafões.

Hoy día se usa indistintamente Caldas o Terma para indicar una Estación Balnearia.

El termo-climatismo de Portugal Continental e Insular, como el de España, es bien favorable en relación con otros países, para satisfacer las exigencias modernas de los enfermos.

La asistencia termal se hace en los establecimientos hidrominerales pertenecientes al Estado y en los de concesionarios.

La primera se desarrolla en las Estaciones Termales de Caldas de Rainha y de Caldas de Monchique; en Caldas de Rainha la asistencia termal instituida por la Reina Doña Leonor dura todavía; la de Caldas de Monchique, fundada por los obispos de Algarve es, sin embargo, casi nula;

las enfermerías fueron demolidas por los trabajos de captura y todavía no han sido reconstruidas.

Los concesionarios han establecido la asistencia a los pobres de sus cercanías; en las Termas de Gerez ha sido construido un hospital, el Estado concede anualmente un pequeño subsidio variable; en los otros establecimientos hidrominerales los tratamientos son gratuitos mediante un certificado librado por la autoridad civil del lugar donde está el domicilio del enfermo.

En conclusión: la Hidrología no es una ciencia exclusiva e interesante para un sólo sector; al contrario, está constituida por el conjunto de aportaciones suministradas por la Química, la Ingeniería de Minas, la Medicina, la Física y por todos aquellos que explotan los establecimientos hidrominerales, es decir, los concesionarios.

El autor, al exponer el valor hidromineral de Portugal, divide su obra en cuatro partes.

1.ª parte: La evolución de la Crenotecnia en Portugal.

Describe someramente el desarrollo de la Crenología en todos los sectores desde el tiempo de los romanos.

2.ª parte: Los análisis de las aguas minerales.

Indica los análisis de las aguas, agrupadas según los aniones predominantes.

Las tablas de aguas bicarbonatadas, sulfuradas, sulfatadas, cloruradas, oligosalinas y de la región volcánica completan las indicaciones analíticas.

3.ª parte: Los manantiales minerales y su captura.

En ella hace una exposición de las condiciones de emergencia de los manantiales y de su sistema de captación.

4.ª parte: La propiedad de las aguas minerales a través de los siglos.

En esta parte se ocupa en grandes rasgos de la instalación termal de los manantiales.

La apropiación comprende todos los dispositivos necesarios para garantizar, en las mejores condiciones posibles, la administración racional y completa de las aguas minerales en sus lugares de empleo.

Ella se refiere, por consiguiente, a la construcción de los establecimientos termales y a la distribución de las aguas en el interior de los edificios.

Es de observar cómo los antiguos nos suministran datos, a veces interesantes, sobre este tema. Durante la época galo-romana, las construcciones balnearias prueban que sus autores siguieron en la apropiación de las termas las reglas generales, de acuerdo evidentemente con las costumbres de aquellos tiempos y según la naturaleza de las aguas.

Por lo mismo, en Portugal, con el fin de llegar a la instalación adecuada en las estaciones hidrotermales, fueron establecidas reglas generales para la apropiación de las termas.

La Hidrología del Portugal de Ultramar no se recoge en la obra reseñada, porque sobre ella no tiene jurisdicción la Inspección de Aguas.—L. DE A.

MINERALOGIA

ANÓNIMO: *Trace elements research quarterly progress report for January 1 to March 31.* «Geological Survey», 63 págs., 1952.

Se hace un intento de correlacionar las condiciones pasadas y presentes de las aguas subterráneas con la distribución y determinación de edad de los minerales y resolver el problema de origen y momento, de la deposición de los minerales U y V en el Colorado Plateau. Se discuten las medidas de resistividad como un medio para fijar la estructura sedimentaria de la parte superior de las areniscas de Salt Wash de Morrison. En todas las rocas estudiadas de la zona rica de fosfatos en Wyoming, Idaho y Montana, el mineral es carbonato-fluorapatito como en Florida. Un estudio de la distribución y origen del Rn y He en los campos de gas de Panhandle, Texas, indica que parajes de perfiles permeables pueden suministrar indicaciones de las condiciones estructurales y sedimentación. Los análisis isotópicos de los cristales de galena muestran una amplia variación en su composición según el lugar de procedencia. De un estudio sobre la lixiviación diferencial del U, Ra y Pb de la pezblenda, efectuadas en pezblenda oxidada con ácido sulfúrico diluido, se aprecia un enriquecimiento de Ra y Pb. En la investigación de minerales metamórficos, «la fergusonita de temperatura elevada» fué sintetizada por una simple fusión y es aparentemente idéntica con ella. Se ha observado en muchos minerales recristalizados pequeñas diferencias en el espaciado, lo que probablemente son consecuencia de diferencias en la composición química.—L. DE A.

PELLAS, PAUL: *Sur le mécanisme de diffusion de l'hélium dans les zircons.* «C. R.», t. 235, núm. 19, 1134-36, 10 noviembre 1952.

En un artículo reciente, P. M. Hurley estudia los circones y las esfenas con el fin de determinar su edad geológica por una modificación del método del helio, atribuyendo en particular a la ionización producida por los rayos alfa, las deformaciones observadas en las estructuras cristalinas de los circones. La ionización permitirá, por otra parte, a los átomos de helio difundirse más fácilmente en la red cristalina perturbada.—L. DE A.

NUCLEÓNICA

BUTLER, H. V. y WENDT, I.: *Medidas de radiactividad en Geología. I. Fundamentos de Física Nuclear.* «Arch. Tech. Messen», 225 a 228, octubre 1952.

Se presentan preliminarmente para el estudio de sus aplicaciones a los problemas geológicos, algunos aspectos fundamentales de la desintegración

radiactiva, series natural de desintegración y penetración de las radiaciones en los cuerpos. Contiene 22 referencias.—L. DE A.

VINogradw, A. P., ZADORCZHNYI, I. K. y ZIKOV, S. I.: *La constitución isotópica del plomo y la edad de la tierra*. «Doklady Akad. Nauk», S. S. S. R., LXXXV, 1107-10, 11 agosto 1952.

Determinan con espectrógrafo de masas la composición isotópica de 32 muestras de galenas de todo el globo, con edades de 25 m. a. a 1.600 m. a. Deducen para valores mínimo y máximo de la corteza terrestre 2.100 m. a. y 5.000 ± 500 m. a.—L. DE A.

COHEN, S. G. y BAUMINGER, R.: *Investigación sobre la radiactividad natural del vanadio*. «Bull. Research Council Israel», II, 195, septiembre 1952.

La desintegración del V^{50} a Ti^{50} por captura K y la posible desintegración β del V^{50} a Cr^{50} fué examinada por los autores con aparatos más sensibles. No se pueden asignar más de 2 cpm a la muestra de vanadio, y de ello se estima para el semiperíodo un valor del orden de 10^{12} a.—L. DE A.

JOHNSON, WALTER H.: *Mass of K^{40}* . «Phys. Rev.», LXXVIII, 1213, 1 diciembre 1952.

Por medio de un espectrómetro de masas de doble foco mide las del K^{40} , Ca^{40} y A^{40} , confirmando las conclusiones recientes de que el K^{40} por emisión β^- decae en Ca^{40} y por Captura K acompañada de una emisión γ en A^{40} . Utiliza una muestra enriquecida en K^{40} (7.74 %) y como término de comparación $(C^{12})_2O^{16}$.

Las masas determinadas son:

K^{40}	39.97654
Ca^{40}	39.975127
A^{40}	39.974940

LAURENCE KULP, J.: *The Carbon 14 Method of Age Determination*. «The Scientific Monthly», LXXV, núm. 5, 259-67, noviembre 1952.

Con fines geológicos, oceanográficos y meteorológicos es de interés la valoración absoluta de edades para estudio de fenómenos, como el flujo calorífico del suelo del océano, velocidad de formación del aceite mineral, época de aparición de una montaña o desaparición de un mineral. Las técnicas modernas de valoración del C^{14} necesitan algunos gramos, aunque en casos necesarios es suficiente con 0,05.

Las dos hipótesis del método son: Constancia comprobada de la con-

centración atmosférica en C^{14} ; constancia del flujo de la radiación cósmica demostrada para los últimos treinta mil años por Kulp y Volchok por los métodos de Th^{230} y C^{14} .

En las aplicaciones arqueológicas se puede citar la de un monumento Maya datado en 9.15.10.00 que demostró ser el cómputo cierto el de Spinden, que lo data en 30 de agosto de 481, mientras que el método del carbono lo fija a una distancia de nuestros días de 1470 ± 120 años. El reciente descubrimiento de un libro de Isaías planteó la duda de si era dos siglos antes de J. C., si era un siglo posterior o una falsificación medieval, y la valoración del carbono permitió desechar esta última hipótesis. También se demostró por las sandalias encontradas en Oregón y otros datos de cuevas del Oeste, que el hombre lleva como mínimo diez mil años en Norteamérica. Del estudio de la carne y pelo de un superbisonte del norte de Alsaka y conservado en magnífico estado, como lo demostró el que fuese comido por los perros, se demostró que su período de congelación fué de veintiocho mil años, el mayor conocido actualmente.

Entre las aplicaciones geológicas figura el estudio de la última glaciación por la valoración del C^{14} en los bosques extinguidos, así como el movimiento ascendente o descendente de las aguas. Al deducir la edad de la turba de Florida Everglades, se comprobó tenía cinco mil años, de lo que se deduce, que la parte baja de la península de Florida estaba bajo el agua antes de este momento. Al estudiar un pedazo de madera quemada, cubierta por la erupción volcánica de La Soufriere, de las Islas de Guadalupe, se le pudo asignar una antigüedad de quinientos sesenta años. Desde el punto de vista de la génesis del petróleo, se ha podido desechar la teoría de millones de años para la formación de sus moléculas, por haberse identificado en sedimentos marinos que eran recientes por la valoración del carbono, moléculas con el mismo espectro de absorción que los aceites crudos, quedando como única dificultad por el momento el problema de su acumulación.

Es de interés oceanográfico fijar la velocidad de la circulación oceánica y se ha comprobado en el agua que se hunde en las regiones polares para salir en el Ecuador un empobrecimiento del C^{14} , desde el momento del hundimiento hasta el paso por la latitud de Newfoulaud, correspondiente a mil quinientos cincuenta años, o sea, que se tarda varios miles de años en recorrer todo el circuito. Esta tardanza pone también de manifiesto que las rocas que hay debajo de los océanos son basálticas, como lo demuestra la sismología, porque si fuesen graníticas el mayor calentamiento activaría la circulación. Otro efecto curioso es que los caparzones de seres formados debajo de las zonas anteriores tienen carbonatos con edades de mil a tres mil años, en lugar del actual que dan los análogos de otras zonas.

Para el estudio de estos fenómenos de tanto interés para geólogos, geofísicos y geoquímicos, existe un peligro que es la perturbación que se producirán en los datos que han de manejar si continúa la obtención artificial del C^{14} .—L. DE A.

MAX. G. WHITE: *Radioactivity of selected rocks and placer concentrates from Northeastern Alaska*. «Geological Survey», C, 12 págs., 1952.

Del examen radiométrico de 13 muestras del Mount Michelson se ve que cuatro de gneis-granítico contiene un equivalente medio en uranio de 0.007 % y la fracción pesada de tres de éstos dan 0.052 % de equivalente de uranio y 0.03 % de uranio. Los estudios mineralógicos de las fracciones pesadas muestran que el 0.01 % de equivalente de uranio indica que los minerales radiactivos están confinados aparentemente en la biotita, con una muestra conteniendo 1.19 % de U. La fluorita, hematita, circon, esfero, galena y molibdenita, comúnmente asociadas con el uranio en otras partes, son diseminadas aparentemente con la biotita en el granito. Razona la posibilidad de considerar esta zona como propia de depósitos ricos en uranio.

Del estudio de los placeres se identifica la monacita en el Rye Creek, en el distrito de Wireman y en varias ensenadas al nordeste de Chandaler Lake, torianita en el South Fork y vecinita en el distrito de Wireman.—L. DE A.

S. MILONE TAMBURINO y A. STELLA: *Determinación de la radiactividad de una preigmatita de Delianova por medio de emulsiones nucleares*. «Nuovo Cimento», IX, 353-68 marzo 1952.

Las medidas de la cantidad de elementos radiactivos obtenidos en las rocas se efectúan por exposición de una emulsión nuclear cubierta con una capa de polvo de la roca. Han obtenido una ley en uranio de 2.9×10^{-5} en una preigmatita de Delianova (Región de Calabria). La identificación de minerales radiactivos contenidos en la roca y la determinación aproximada de su radiactividad se efectuó por medio de secciones delgadas pulidas. Los minerales radiactivos de esta preigmatita son la uraninita y torbernita.—L. DE A.

W. RICZLER y W. PORSCHEN: *Natürliche Radioaktivität vom Wismut*. «Z. Naturforsch.», VII, 634-35, septiembre 1952.

Emulsiones Ilford C2 fueron saturadas con solución acuosa de bismuto al 4 % y mantenidas durante cien días en N_2 . Impresiones de 9 a 11 micras de alcance son asignadas a las partículas alfa del Bi^{209} con una energía media de 2.9 Mev. Le asigna un semiperíodo de 2×10^{17} , con un error probable del 40 %.—L. DE A.

R. VESTERGAARD y E. HAEFFNER: *Determination of the alpha-energy of U^{235}* . «Arkiv Fysik», III, 557 a 75, 1952.

Fue determinada por los autores la energía de las partículas alfa del U^{235} por medio de una cámara de ionización conectada a un amplificador lineal.

El valor obtenido de 3.393 ± 0.014 Mev fue medido con relación a las energías α del U^{234} y U^{238} .

Dan detalles experimentales.—L. DE A.

ARNE ELD SANDSTRÖM: *On the concentration of heavy water in glacier ice*. «Arkiv Fysik», III, 549-56, 1952.

Los pequeños glaciares de las montañas del norte de Escandinavia fueron investigados para razonar la concentración elevada en D_2O . En los resultados se aprecia una densidad mayor para las aguas de los glaciares que para las subterráneas, variando el exceso entre 0.02 y 0.10 por 100, que corresponde a un enriquecimiento como mínimo de cinco veces la concentración normal de D_2O . Este exceso es del mismo orden para el hielo de otros glaciares.—L. DE A.

K. FRITZE y F. STRASSMANN: *Edad geológica por el método potasio-argon*. «Naturwissenschaften», XXXIX, 522-3, nov. 1952.

El argón contenido en una muestra de microclino de Varuträsk, Suecia, es de 0.92 ± 0.03 mm.³/g., con un contenido en potasio de 10.6 ± 0.1 por 100, que corresponde a una edad de 1880 m. a. a 2.290 m. a. según el período de K^{40} utilizado.—L. DE A.

PETROGRAFIA

JUNG, J. y ROQUES, M.: *Introduction a l'étude zono-graphique des formations Cristallophyliennes*. «Bull. Serv. Carte Géol. de la France», núm. 235, t. L. Paris, 1952.

Folleto de 62 páginas ilustrado con 25 figuras.

Los autores, que desde 1936 han publicado una serie de trabajos sobre la naturaleza de las pizarras cristalinas, los fenómenos de metamorfismo, clases de éste, facies, zonas y grados de éste, han contribuido notablemente al conocimiento de las rocas metamórficas y de los fenómenos físico-químicos y geológicos del metamorfismo. Sus discusiones sobre las zonas clásicas de metamorfismo y sus nuevas ideas y métodos de fijar las verdaderas zonas de metamorfismo atendiendo a las condiciones físico-químicas que han intervenido en la transformación de las rocas —naturaleza

química y mineralógica de la roca y condiciones PT del punto en que se han producido— y que han creado estructuras y texturas especiales y asociaciones mineralógicas características, aplicables al estudio de determinadas formaciones estratocristalinas, han dado resultados de gran interés petrológico y mineralogénico.

Hace ya dieciséis años llamaron la atención sobre la necesidad de romper los moldes clásicos de la investigación de las rocas metamórficas, según los cuales se agrupaban éstas atendiendo a su génesis que se atribuía unas veces al metamorfismo de presión de carga, otras al térmico, otras al dinamometamorfismo, otras al de inyección y otras, modernamente, a la anatexia y a la difusión, porque en el campo geológico se observa que lo más frecuente es que actúen reunidos dos o más de estos agentes en la génesis de una pizarra cristalina y deben estudiarse y analizarse estas concurrencias de tan diferentes tipos de acción metamorizante por métodos puramente geológicos, dejando para después la discusión de las causas de los fenómenos estudiados.

Esta idea y nuevo método de estudio fué aplicada por los autores en su notable trabajo titulado *Las zonas de isometamorfismo en los terrenos estrato cristalinos del Macizo Central francés*, publicado en la «Revista de C. Mats. de Auvernia» en 1936, y ahora, en el trabajo que reseñamos, exponen los autores los principios del método Zoneográfico en el estudio de las formaciones metamórficas, aplicados a estas formaciones en los macizos hercinianos de Francia y de Argelia y a las formaciones metamórficas más modernas de los Alpes y Pirineos, así como a los escudos precámbricos del Africa Occidental y ecuatorial francesa y de Madagascar.

En el primer capítulo reúnen, desde un punto de vista petrográfico y puramente geológico, las rocas metamórficas en dos grandes grupos; el de las que sus componentes no se disponen según una orientación determinada, que forman las rocas *cornubianíticas*, y el de las *cristalofílicas*, caracterizadas por estar ordenados sus minerales según direcciones o planos paralelos. Después definen algunos términos que emplean frecuentemente en la obra —texturas, estructuras, facies petrográficas, series y grupos cristalofílicos y clasificación de las formaciones estratocristalinas—; es de interés que nos entretengamos en esta última.

Esta clasificación puede hacerse sin tener en cuenta el modo de formación de las rocas, como lo hizo Eskola, atendiendo a las facies minerales que reúne todas las rocas que tienen la misma asociación mineral, sea cualquiera su génesis. El mismo autor introdujo la noción de *facies metamórficas*, formadas por el conjunto de facies minerales cuyo equilibrio se ha alcanzado en las mismas condiciones físicas, cualquiera que sea su composición química.

Los autores del trabajo que analizamos adoptan, por el contrario, una clasificación que tiene en cuenta el modo de metamorfismo, con lo que se pueden distinguir dos clases de formaciones metamórficas.

1. Las formaciones normales.
2. Las formaciones metasomáticas.

En las primeras la recristalización de las rocas originales se ha efectuado según el modo *topoquímico*, es decir, sin modificación notable de su composición. El metamorfismo allí crece regularmente de arriba a abajo, dando origen a zonas cuyos caracteres petrográficos, su sucesión y su espesor son notablemente constantes. Las formaciones metasomáticas se caracterizan por modificaciones más o menos importantes de la composición química de las rocas en el curso del metamorfismo. La zoneografía puede tomar en estos casos carácter más o menos aberrante, con relación a la de las formaciones normales.

En los capítulos sucesivos se analizan sucesivamente estas dos clases de formaciones, añadiendo un capítulo dedicado a los granitos que generalmente van asociados a ellas.

En el capítulo segundo empieza la zoneografía de las formaciones metamórficas o estratocristalinas normales, haciendo primero una breve historia de la cuestión. Estudian las secuencias topoquímicas, o sea las sucesiones de facies representativas del metamorfismo topoquímico de una misma roca madre. Las principales secuencias son:

I.—De las ectinitas de origen sedimentario (para-ectinitas)

S. aluminosa, arenácea, carbonatada, arcilloso-calcárea, hiperférica, hiperaluminosa, etc.

II.—De las ectinitas de origen eruptivo (orto-ectinitas)

S. de las rocas graníticas, de las rocas sieníticas, de las rocas gabrodioríticas y de las rocas ultrabásicas.

Tratan luego de las zonas de isometamorfismo, tomando como término de comparación las facies de la secuencia aluminosa, por ser esta secuencia la que presenta las facies de metamorfismo más características y más abundantes en la mayor parte de las series antiguas. En el siguiente cuadro se presentan las zonas de isometamorfismo así formadas y las facies representativas en la secuencia aluminosa (arcillosa).

FACIES	ZONAS
Esquistos arcillosos	Zona no metamórfica
Pizarras sericiticas y cloritosas	Zona de las micacitas superiores
Micacitas de dos micas	Zona de las micacitas inferiores
Neis de dos micas	Zona de los neis superiores
Neis biotíticos	Zona de los neis inferiores
Neis cordieríticos sin biotita	Zona de los neis ultra-inferiores

La base de esta serie en el Macizo Central francés se encuentra hacia los 20 kilómetros de profundidad.

ZONAS	K	Na	Ca	Al Fe Mg	Al
Micacitas superiores	Sericita	Albita	Zoisita	Clorita	Pirofilita
Micacitas inferiores ...	Moscovita	Albita con Oligoclasa ácida	Zoisita	Biotita	Distena Estaurótida Granate
Neis superiores,	Moscovita Microclina	Albita con Oligoclasa básica	Zoisita	Biotita	Distena Estaurótida Silimanita Granate
Neis inferiores	Microclina	Plagioclasas de todas clases		Biotita	Granate Silimanita Cordierita
Neis ultra-inferiores...	Microclina	Plagioclasas de todas clases		Cordierita	

Definen a continuación las facies de cada zona y los equilibrios químicos en la secuencia aluminosa. Analizan luego las ectinitas normales en las secuencias no aluminosas, estudiando los minerales persistentes, las correlaciones entre las secuencias, las facies de secuencia arenosa, carbonatada, margosa, ferruginosa, hiperaluminosa, granítica, sienítica, gabrodiorítica y ultrabásica, y finalmente las series con zoneografía inversa.

El capítulo tercero está consagrado a la zoneografía de las formaciones cristalofílicas metamórficas. Hacen primero una breve historia de los procesos, movimientos de la materia y de los tipos de estas formaciones, que reducen a tres:

1. Ectinitas metamórficas.
2. Migmatitas homogéneas.
3. Migmatitas heterogéneas.

Y en el siguiente cuadro fijan las relaciones entre los diferentes tipos de formaciones cristalofílicas.

Tipos de Formaciones	Tipos de rocas	Metasomatosis
I. Formaciones normales	Ectinitas normales	Insignificantes
II. Formaciones metamórficas	Ectinitas metamórficas Migmatitas homogéneas	Ligera Intensa; feldespática
	Migmatitas heterogéneas	En forma de venas y filoncillos de aplita y pegmatita

A continuación hacen el estudio detallado de cada tipo. La clasificación del primero se hace atendiendo al carácter químico de las modificaciones deducidas del análisis químico de las rocas y se divide en tres grupos.

1. Rocas que han experimentado metasomatosis alcalina: enriquecimiento de Na, de Na-Ca, de Na-Ca-K, etc.

2. Rocas que se hacen más melanocratas por fijación de Fe, Fe-Mg y Fe-Mg-Ca.

3. Rocas que han sufrido una basificación por concentración de Fe, Mg y K, etc.

Todos estos tipos pueden sufrir una influencia pneumatolítica, con fijación de fluor (humitas y micas), de boro (turmalinas), de cloro (werneritas), de azufre (piritas) y fósforo (apatito). Estos aportes pueden conducir a facies pegmatíticas y lamprofídicas.

Analizan después las facies de metasomatismo sódico, calco-sódico, calco-sódico-potásico y ferromagnésico y las relaciones en el terreno entre las diversas facies.

A continuación estudian la influencia de la mesomatosis sobre el orden zonoográfico y la sucesión cronológica de estos fenómenos.

En otro apartado estudian las migmatitas homogéneas, que dividen en tres grupos: *albiticas*, *plagioclásicas* y *orto-plagioclásicas*. También clasifican las migmatitas homogéneas, atendiendo a la textura, como se indica en el siguiente cuadro:

Orientación cristalofílica regular	Embrechitas	ocelares listadas
Orientación cristalofílica ligera poco destacada	Anataxistas	Replegadas Arteríticas Nebulíticas

y las asigna dos clases de yacimientos:

- a) Yacimientos en las ectinitas.
- b) Yacimientos en el seno de los macizos graníticos.



En el primer caso, unas veces la pizarrosidad de las migmatitas es concordante con la de las ectinitas que la rodea (*yacimientos armónicos*) y pueden distinguirse dos tipos: unos llamados *yacimientos estratoides*, en los que las migmatitas están interestratificadas, o sea que forman capas o masas lenticulares. Otro en el que las migmatitas se presentan en la base de las ectinitas, que llaman los autores «migmatites fundamentales» y nosotros podríamos llamar migmatitas de base o basales, que forman unas masas de espesor indefinido.

El segundo grupo es el de los *yacimientos disarmónicos*, en los cuales el contacto corta oblicuamente la estratificación de su techo y muro caso mucho menos frecuente que el anterior.

El siguiente cuadro muestra la zoneografía de las migmatitas homogéneas.

FACIES
Ectinitas de cobertera
Embrechitas Anatexitas

El límite entre las ectinitas y su basamento feldespaticado, es lo que Wegman ha llamado *frente de las migmatitas*.

Exponen después las relaciones entre ectinitas y migmatitas basales y establecen tres niveles frecuentes en estas relaciones:

1. Que el frente de las migmatitas esté en los neis inferiores. El paso de las ectinitas a las migmatitas es entonces generalmente difuso y se manifiesta por la adquisición progresiva de una textura granitoide, por enriquecimiento en feldespato.

2. Que el frente de las migmatitas esté en los neis superiores o en las micacitas inferiores. El contacto entre las migmatitas y su cobertera es más franco y está marcado por el desarrollo brusco de fenoblastos de ortosa, ocelar o amigdaloides.

3. Que esté en las micacitas superiores. Las migmatitas aparecen entonces bajo ectinitas, a veces banco contra banco. La expresión de frente de las migmatitas es en este caso perfectamente evocadora de la realidad.

Muy interesante es el estudio que hacen de la influencia de la naturaleza de la roca madre sobre las facies de las migmatitas, la cual analizan para las distintas secuencias, del que se deduce que unas rocas son muy sensibles a la migmatización y otras muy refractarias a ella.

En el siguiente apartado estudian las micacitas heterogéneas, analizando sus facies petrográficas. Distinguen tres familias principales: *diadisitas*, *epibolitas* y *agmatitas*.

En las diadisitas la roca granítica forma filoncillos o vénulas que cortan la estratificación de la roca cristalofílica; estos filoncillos pueden ser de paredes irregulares, lenticulares o rectilíneas; en algunos se manifiestan repliegues meandriformes, llamados *pliegues ptigmáticos*.

En las epibolitas estos filoncillos, lenticulas y masas amigdaliformes son concordantes con la estratificación. Estas rocas pasan por una serie de tránsitos a las embrechitas capa a capa, o sea a las *embrechitas epibólicas*.

En las agmatitas la roca cristalofílica forma enclaves en el seno de un medio predominantemente granítico.

Los autores demuestran que las diversas facies de migmatitas, homogéneas y heterogéneas, pueden presentarse juntas en una misma formación; en tales casos las homogéneas corresponden al estado inicial de la migmatización, y en las distintas formaciones estudiadas por ellos pueden distinguirse «ciclos de migmatización».

Los yacimientos de las migmatitas heterogéneas también aparecen escalonados; las diadisitas en la parte superior o formando parte del frente de migmatitas; las epibolitas se individualizan principalmente en ciertas embrechitas de yacimiento más profundo, y las agmatitas se encuentran en la base de las migmatitas homogéneas.

El capítulo cuatro está destinado a los granitos asociados a los terrenos estratocristalinos, en el que estudian primero los caracteres de los diferentes tipos de yacimientos de granitos:

1. De contornos netos o con contornos difusos.
2. Armónicos y disarmónicos.
3. En cúpulas lenticulares o filonianas.

Los yacimientos de contactos netos presentan brusca discontinuidad entre el granito y la roca encajante. En los contornos difusos hay un paso progresivo entre las dos formaciones a través de una zona de migmatitas. Los armónicos constituyen a la escala del mapa geológico como núcleos sobre los cuales se adosan y moldean las direcciones tectónicas principales. En los disarmónicos atraviesan, como cortándolas, estas direcciones. Los yacimientos en cúpula poseen un techo que puede haber sido más o menos destruido por la erosión y su muro no es nunca visible, por lo que parece que continúan indefinidamente en profundidad. Los lenticulares se presentan en forma de lentejones, lenticillas, amigdalas, etc., incluidos entre un muro y un techo. Los yacimientos filonianos forman láminas entre dos superficies más o menos paralelas.

Las texturas de los granitos las dividen en los tipos siguientes:

1. *Textura «equante» granitoidea*.—Caracterizada porque los minerales no presentan orientación.

2. *Textura «planar»*.—Caracterizada por la existencia de una foliación, pero sin formar lechos continuos; es como una pizarrosidad grosera.

Entre los granitos de textura planar distinguen tres variedades principales:

- a) *Textura protonésica*.—En este tipo la textura planar puede atri-

buirse a la fluidez del granito en vías de cristalización. La orientación en este caso es conforme a la de las paredes del macizo y no a la de la pizarrosidad de los terrenos encajantes.

b) *Textura embrechítica*.—La orientación corresponde a la conservación más o menos distinguible de la estratificación de un terreno que ha sido granitizado. Se encuentran aquí, como en las embrechitas, capas concordantes aún reconocibles de formaciones estratificadas.

c) *Textura ortoneísica*.—La pizarrosidad en este caso es el resultado de una deformación tardía del granito por fenómenos mecánicos acompañada de una recristalización. Este tipo se superpone a menudo a los dos anteriores.

3. *Textura lineal*.—Los minerales alargados, y sobre todo las micas y los anfíboles, se orientan según líneas paralelas que dan a la roca, a veces, aspecto fibroso. Esta lineación se superpone generalmente a una pizarrosidad.

4. *Textura nebulítica*.—Recuerda la de las migmatitas (nebulitas), pero es mucho más ligera y esporádica. Los minerales ferromagnésicos se reúnen aquí y allá en manchas anubarradas más o menos compactas, o dibujando líneas irregularmente contorneadas.

5. *Textura agmatítica*.—Cuando el granito aparece con gran número de enclaves, angulosos o redondeados, intactos o más o menos digeridos. Cuando estos enclaves forman la parte predominante de la formación, se pasa a las migmatitas brechoides a agmatitas.

6. *Textura heterogranular*.—Cuando la talla de los cristales varía rápidamente y de modo continuo de un punto al otro del yacimiento.

7. *Textura porfiroide*.—Con grandes fenoblastos o porfiroblastos del feldespato, generalmente potásico, que destacan sobre una pasta más fina. Esta textura puede superponerse a todas las texturas precedentes.

8. *Texturas aplíticas y pegmatíticas*.—De grano fino en el primer caso y grueso en el segundo.

Después analizan las estructuras de los granitos, que clasifican como sigue:

1. *Estructura con cuarzo automorfo*.—En ésta el cuarzo bipiramidado aparece moldeado por los feldespatos.

2. *Estructura con plagioclasas automorfas*.—Las plagioclasas de forma rectangular y a menudo zonales están moldeadas por el feldespato potásico y el cuarzo en placas dentiformes.

3. *Estructura tabicada*.—Aquí los minerales del granito, cuarzo y feldespato están separados por tabiques más o menos desarrollados de minerales de menor talla.

4. *Estructura engranada*.—El cuarzo y el feldespato con bordes dentados engranan los unos en los otros (equivale a la estructura de implicación de Niggli).

5. *Estructura en mortero*.—Caracterizada por la presencia de grandes cristales de cuarzo y de feldespato en una pasta de granos de trituration en la que quedan los minerales ferromagnésicos deformados.

6. *Estructura aplítica*.—Esta estructura se encuentra sobre todo en las facies de granitos de grano fino leucocráticos. Los minerales son equigranulares y dispuestos en mosaico.

7. *Estructura pegmatítica*.—Caracterizada por la talla excepcional de sus minerales, en asociación de tipos muy variados.

Finalmente, indican la clasificación geológica de los granitos, ya expuesta por Raguin (*Le granite*, París, 1946).

1) de *anatexia*; 2) *sincinemáticos*, y 3) *intrusivos*.

Los granitos de anatexia pasan en sus bordes a las migmatitas sin límites y precisos, pero en concordancia general. La textura puede ser granitoidea clásica «équate», pero más generalmente conserva huellas esfumadas de orientación planar cuando los granitos se encuentran en las embrechitas y nebulíticas cuando el paso se hace con las anatexitas. Su estructura corresponde ordinariamente al tipo tabicado o de engranaje. La composición mineralógica es irregular, siendo las más frecuentes las fases con biotita, con dos micas y con cordierita. Los yacimientos lenticulares se forman en el seno de las migmatitas, encima de los granitos de anatexia basales. Los yacimientos en cúpula que forman el basamento normal de todas las series cristalílicas, con profundidad indefinida, aparecen más o menos decapitados por la erosión. Se ve entonces a las anatexitas de base tomar una facies más y más nebulítica, después cargarse de enclaves de las formaciones del techo, a la vez que la textura se hace completamente granitoidea.

Los sincinemáticos están incluidos en las formaciones estratocristalinas, escinitas o migmatitas, de las cuales aparecen separados por contactos netos y ordinariamente concordantes hasta la escala de la geología de detalle. Pueden presentarse en láminas finas, en lentejones o en cúpulas. En los yacimientos lenticulares las texturas planares son las más frecuentes; según los casos la estructura puede ser tabicada, de engranaje y aun de mortero. Los en cúpulas son muy variables en textura, estructura y composición mineralógica.

Los granitos intrusivos son masas de granito con contornos netos, que parecen como introducidas en el seno de las series estratocristalinas sin consideración a la repartición de zonas de isometamorfismo. La textura es, en general, la granitoidea, pero puede, en ciertos casos, presentar una ligera orientación protoneísica. Las estructuras son típicamente las con plagioclasas automorfas; en los de granitos alcalinos se encuentran estructuras con cuarzo bipiramidado y localmente aplítica y aun pegmatítica. Su composición mineralógica es muy homogénea en un mismo macizo y corresponde a la del granito común. Se ofrecen, generalmente, en vastas cúpulas cortando la estratificación de los terrenos encajantes. Forman en sus bordes aureolas de contacto y las facies de migmatitas son en ellos excepcionales.

Estos tipos de granitos se suceden en un mismo ciclo metamórfico regional en el orden siguiente: los de anatexia son, por regla general, los más antiguos; después vienen los sincinemáticos y los intrusivos apare-

cen los últimos, como si se tratara de la evolución de un solo fenómeno. En el capítulo quinto y último estudian los tipos regionales de las series estratocristalinas.

Wegmann (1947) reconocía en las grandes unidades orogónicas de Fennoscandia la existencia de dos partes superpuestas, que denominó supraestructura e infraestructura; caracterizada la primera por fenómenos mecánicos dominantes y la segunda por acciones químicas principalmente. Esta división tratan de ponerla de acuerdo los autores con las subdivisiones de las formaciones estratocristalinas según indica el cuadro siguiente:

Series de cobertera no metamórficas	
Infraestructura	Series de ectinitas { de las micacitas de los neis ultra inferior
	Series de migmatitas { de las embrechitas de las anatexitas
Superestructura	Granitos { intrusivos sincinemáticos de anatexia

Pero estas sucesiones no son, generalmente, completas. Por una parte, el frente de las migmatitas pueden encontrarse más o menos alto en el seno de las ectinitas; por otra parte, en la infraestructura el granito puede subir más o menos en el dominio de las migmatitas. Además de estas causas fundamentales de la diversidad de las series estratocristalinas, es preciso hacer intervenir aún otros caracteres, especialmente la naturaleza de las rocas originales, la intensidad y el carácter químico de la metasomatosis, la orientación más o menos acusada de los minerales, etc.—M. SAN MIGUEL.

WASSERSTEIN, B.: *South African Granites and their Boron content. (Los granitos sur-africanos y su contenido en boro.)* «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», vol. 1, núms. 4, 5, 6. London, 1951.

La determinación de los elementos menores reviste cada vez mayor importancia en los problemas petrológicos. Según el autor, puede considerarse a los dos hiperfusibles fluor y boro, que presentan un amplio campo de investigación geoquímica, como elementos clave de gran significación petrogenética. De acuerdo con esto, el principal objetivo del trabajo es el de aportar datos sobre la distribución del boro en las rocas

graníticas sur-africanas. La técnica espectrográfica adoptada difiere poco de las utilizadas por otros autores.

El boro no ha sido tenido muy en cuenta en las investigaciones petroquímicas, y no deja de ser sorprendente que entre los 5.000 análisis de rocas ígneas de Washington sólo haya tres con determinaciones del boro, correspondientes a dos aplitas y un granito y aun tan sólo como trazas.

Los fundamentos de la moderna geología del boro puede decirse que fueron establecidos por Goldschmidt y Petters en dos importantes trabajos publicados en 1932. Analizando una mezcla artificial de 40 muestras de granitos alemanes llegaron a obtener un valor general de 0.001 % B₂O₃ para estas rocas. Un resultado importante de estos trabajos fué el descubrimiento del enriquecimiento del contenido en boro de los sedimentos arcillosos marinos y los depósitos ferríferos del mismo origen.

Posteriormente, Sahama ha realizado numerosas determinaciones de boro en diferentes tipos de rocas fino-escandinavas. Los resultados, que abarcan tres tipos de granitos antiguos, figuran reunidos en el cuadro 1.

Granitos arcaicos:

Mezcla de 43 granitos diferentes 0.001 % B₂O₃
Cinco muestras aisladas (tres negativas) 0.001 % a 0.006 %

Granitos intermedios:

Mezcla de 21 granitos diferentes 0.001 % B₂O₃
Tres muestras aisladas (todas negativas)

Granitos modernos:

Mezcla de 21 granitos diferentes 0.003 % B₂O₃
Cuatro muestras aisladas (tres negativas) 0.001 %

Para Sahama el límite de sensibilidad espectroquímica es de 0.003 % B₂O₃; de aquí que los resultados negativos demostrasen que tales granitos contenían menos de esa cantidad de boro. En las rocas básicas con serpentina halló concentraciones superiores de ese elemento, con valores de 0.001 % a 0.1 de B₂O₃. En su último trabajo sobre los granitos. Rapakivi obtuvo valores que oscilaban entre 0.001 y 0.3 % B₂O₃, mientras que los gneis únicamente contenían 0.01 B₂O₃.

Landergren, que en un principio trabajó mucho sobre los sedimentos, determinó para los granitos suecos valores entre 0.001 y 0.010 % B₂O₃, destacando el hecho de que el más bajo contenido en boro correspondiera a los granitos arcaicos y de que algunos granitos considerados palinogénéticos presentarían un valor algo mayor. En estudios más recientes incluye algunas determinaciones sobre granitos suecos, con un valor que se aproxima a 0.001 % B₂O₃.

Lundegardh trabajando también sobre rocas suecas obtuvo resultados más altos: 0.015 % B_2O_3 .

Como se ve, los datos que se tienen son escasos e indudablemente serán necesarias muchas más determinaciones, en rocas de todas clases, para poder llegar al conocimiento de distribución del boro en la corteza terrestre.

Los granitos sud-africanos han sido objeto de algunos estudios en los últimos diez años. La diversidad de nombres locales utilizados para designar a las rocas ha obligado al autor a un intento de clasificación química de las mismas, utilizando el método C. I. P. W.

Con la posible excepción de Fenoscandia, es indudable que constituye éste el primer intento encaminado a la determinación regional del boro en las rocas graníticas, y si bien los resultados son aún poco importantes en relación con la gran cantidad de afloramientos graníticos existentes en el área sub-continental sud-africana, en cambio el trabajo de selección de muestras típicas y la calidad de los análisis espectroquímicos proporciona a este trabajo un indiscutible valor y le coloca entre las más notables contribuciones a la geoquímica del boro, cuando menos desde nuestro punto de vista petrológico. El límite de sensibilidad obtenido por el autor es el de orden de 0.005 % B_2O_3 . La variación en el contenido de boro para estas rocas va de 0 a 0.05 % B_2O_3 . Naturalmente, que el valor más alto puede corresponder a rocas donde la turmalina sea apreciable a simple vista, e incluso llegue a ser un constituyente esencial.

Los resultados obtenidos los presenta el autor en un cuadro en el cual claramente se advierte que los granitos más modernos son mucho más ricos en boro que los otros, cuyo contenido medio es de 0.001 % B_2O_3 , presentando aquellos valores que oscilan alrededor de 0.015 % B_2O_3 .

Los granitos con un contenido de 0.02 % no son del todo raros; por otra parte, Sahara afirma que muchos granitos llevan menos de 0.0003 % B_2O_3 . El enriquecimiento en boro puede variar en un céntuplo en los diferentes granitos. Esta enorme variación de un elemento crítico en rocas de la misma clase debe tener una significación petrológica que puede ser utilizada en ciertas investigaciones petrogenéticas.

El autor sugiere como primera aproximación que las rocas graníticas del área de Sud-Africa contienen 0.005 % B_2O_3 ; este contenido va unido a granitos cuya composición química varía dentro de límites relativamente estrechos, siendo así que las intrusiones se espacian ampliamente en el tiempo; no obstante, están limitadas al período anterior al Cámbrico.

El valor más alto para los granitos «marginales» de Cape (18) es notable en contraste con los normales (16 y 17).

Considerados a escala batolítica los tres granitos constituyen facies marginales, pero el más alto contenido se encuentra en una muestra en inmediato contacto con los sedimentos de Malmesbury.

La cornubianita resultante de la acción del granito sobre los sedimentos dió valores, determinados por Walker y Mathias, de 0.02 a 0.07 %

B_2O_3 , con un promedio de 0.05 %; valor claramente más alto que el que presenta actualmente el granito de Cape. De estos hechos deduce el autor que es más probable que al menos una parte del boro de los granitos derive de los sedimentos encajantes a que la cornubianita deba su contenido en boro a los *materiales intrusivos*.

Destaca también el autor el hecho de haber hallado que los esquistos de Karroo, que no son de origen marino, contienen concentraciones de boro del orden de 0.003 % B_2O_3 .

Como conclusión se puede decir, pues, que los granitos son relativamente pobres en boro y que muchos sedimentos son mucho más ricos en este elemento. Las rocas palingenéticas pueden ser mucho más ricas en boro que los granitos normales, indicando este enriquecimiento en boro que la palingénesis no continúa.—ALFREDO SAN MIGUEL ARRIBAS.

PREPARACION DE MINERALES

JAMES H. BROWN, JR. y W. D. KELLER: *Uranium in the clay of a black radioactive shale*. «Science», CXVI, 632-B, 5 dic. 1953.

Los resultados de un estudio de un esquisto radiactivo negro de Sta. Genevieve Co. Mo., muestran que el uranio contenido está localizado predominantemente en la fracción arcillosa fina y no en la negra de materia orgánica. Parece estar este resultado en contradicción con los estudios recientes de que está predominantemente alojado en la materia orgánica. Los experimentos conducen a determinar la facilidad de separación del U por HCl, HNO_3 , H_2SO_4 agua regia y Na_2CO_3 diluido, porque el agua fría y caliente, alcohol etílico, CS_2 y CCl_4 no extraen suficiente uranio de 2 g. esquistos como para producir fluorescencia. El alcohol propílico disuelve algo de U.—L. DE A.

TEIXEIRA, C. y BERTHOIS, L.: *Les sables et les galets de Casais de Santa Teresa*. «Bol. Soc. Geol. de Portugal», vol. X, Fasc. I. Porto. 1952.

Hace el profesor Teixeira la descripción del yacimiento que se encuentra en la Serra dos Candieiros, accidente orográfico constituido por un anticlinal orientado de NNE.-SSW., formado en calizas del Dogger. La vertiente WNW., muy abrupta, es debida a una falla a cuyo pie, en el Plioceno superior, el mar venía a romper, habiendo dado origen a una zona litoral que afectó al Dogger, al Lusitaniense y al Kimeridgiense, que fueron cortados y aplanados, constituyéndose así una plataforma de erosión que se extendió hacia el Oeste, conservándose en diversos parajes los depósitos correlativos de este antiguo nivel marino, como acontece en Benedita, Aljubarrota, Cumeira, etc. También se reconocen cavidades rellenas de tales depósitos marinos, arenas y cascajos que en conjunto

dan origen a una banda que se conserva a 230-240 m. de altitud, continuando así la plataforma citada, que queda situada a 210-220 m. de altitud. Por bajo de los depósitos aparece una brecha calcífera, de gruesos elementos muy cimentados explotada para piedras de molino, que semeja ser una brecha de falla y también depósitos de ladera anteriores a los depósitos de arena y cascajos.

A continuación se analizan, morfológica, granulométrica y morfométricamente las arenas y cascajos por el profesor Berthois, haciéndose también el estudio mineralógico de tales depósitos, deduciéndose que son de origen marino, correspondiendo la composición mineralógica a depósitos del Mioceno superior o de la base del Plioceno.—F. HERNÁNDEZ-PACHECO.

CARRINGTON DA COSTA: *Os movimentos Caledónicos e preliminares hercínicos da Península Ibérica.* «Bol. Soc. Geol. Port.», vol. X, fasc. I. Porto, 1952.

Fundándose en la distribución del paleozoico inferior, cambriano, silúrico y devoniano, se estudian en este trabajo las actividades posibles orogénicas caledónicas y los movimientos preliminares de movimiento hercínico, cuestión esta muy debatida y en la que las opiniones son muy diversas, debido a que los problemas son muy complejos, pero que han de apoyarse en definitiva en sí; entre los diversos conjuntos, hay lagunas estratigráficas o verdaderas discordancias citónicas.

Para el autor, fué debido a la intensidad de la orogenia hercínica el que se enmascarasen los fenómenos atribuibles a la fase caledónica, por lo que las interpretaciones pueden a veces ser falsas, a lo que contribuye la alternancia de complejos litológicos de características muy diferentes, respecto a su plasticidad.

En el conjunto siluriano, muy homogéneo en la Península, no se descubren discordancias angulares indudables. Si se aprecia a lo largo de este período y de N. a S. una emergencia gradual, que ha sido mucho más acentuada hacia Asturias, donde se acusa una gran laguna estratigráfica que abarca el ordoviciense superior y todo el gotlándico, pero en esta zona, no se descubre verdadera orogenia caledónica, sino fenómenos alternantes de epigenia.

Son las fases neocaledónicas las que más dudosas se presentan, y respecto a las cuales las opiniones son más variadas.

La base del Devoniano se ofrece litológicamente muy variada y aún cuando los depósitos más inferiores cambrianos y silurianos aparecen en general más plegados que los del Devoniano, tal efecto puede ser atribuido a subsidencia. Los mismos hechos son observados en Portugal, pero de todos modos, con el Devoniano inferior se inicia una franca emersión continental. Todo esto es difícil de establecer de un modo concreto, pues en la estratigrafía del Devoniano falta mucho por hacer y especialmente en amplias zonas de la Extremadura española y Sierra Morena, donde la

falta de fauna fósil, ha hecho que sedimentos que fueron dados como del Paleozoico más inferior, hoy se admite que son devonianos y aún carboníferos.

En el Pirineo, a lo largo del Paleozoico inferior, los sedimentos se acumulan en una cuenca profunda de fondo oscilante, siendo el Devoniano litológicamente muy complejo, existiendo concordancia aparente entre devoniano y gotlandiense calizo, y siendo difícil establecer límite entre ambos conjuntos. Aquí más que orogenio hubo epigenia, y fundamentalmente a lo largo de la fase Andinica.

En el mesodevoniano, las facies van siendo cada vez de tipo más profundo, con gran desarrollo de calizas, como acontece en Cantabria y en el Pirineo. En este devoniano medio es cuando los movimientos son más importantes, pero siempre de carácter epigénico. No obstante, para el autor, es entonces cuando ya queda francamente bosquejado el Macizo Hespérico. A tales movimientos coincidentes con la fase Cherusco-Acádica, pudiera ser debido también el arco asturico, que no sería sino una desviación de los movimientos hercínicos, a consecuencia de la resistencia de un macizo ya emergido hacia el W.

En el Neodevónico el carácter fundamental es la inestabilidad y las variaciones constantes de facies, que son francamente diferentes en las diversas zonas peninsulares donde tales depósitos existen. Estos niveles han sido ya afectados por una epigenia intensa, tránsito a una orogenia prehercínica en la que pudieran acusarse las fases prebetónica y la inicial del hercínico. Termina, pues, entonces el acrecentamiento de la masa continental emergida ya de por sí muy extensa.

Las fases hercínicas son ya más patentes, muy especialmente en la zona cantábrica, pero hay que hacer constar que el Devónico superior y el Carbonífero aparecen concordantes, pero como aún entonces las características y variedades de facies son muy acentuadas, pasándose del medio continental al marino, como acontece especialmente con las facies marinas de las calizas griote y de Montaña, siendo un poco después cuando se acusan los efectos de la fase sudética muy acusada en los Pirineos.

En Asturias, los movimientos son más suaves, hay más continuidad, pasándose gradualmente de las facies marinas muy potentes a las continentales que dominan en el Wesfaliense. Fué entonces cuando emergió definitivamente el Macizo Hespérico.—F. HERNÁNDEZ-PACHECO.

PROSPECCION

H. V. BUTTLER y I. WENDT: *Radioactive measurements in Geology. II. Measuring instruments. III. Practical applications.* «Arch. Tech. Messen», 251 a 4. noviembre 1952.

Se pasa una revista de los instrumentos y técnicas usadas en prospección, estudios de filones, determinaciones de edad, investigaciones de velocidad de sedimentación, etc.—L. DE A.

QUÍMICA MINERAL

STICH, J. N.: *Spectrographic identification of mineral grains*. «Geological Survey», 41 págs., octubre 1952.

Se describe un método para el análisis espectrográfico cualitativo de pequeños granos de 1 mg. a 0,01 mg de peso, como muestras, impurezas, inclusiones, polvo, etc. En el caso de 1 mg. el resultado se puede dar semicuantitativo. Unidos a los resultados del estudio petrográfico, rayos X y físico se identifica mineralógicamente el grano estudiado. La técnica descrita es la clásica usada en nuestros laboratorios con arco continuo directo con electrodo de carbón o grafito puro.—L. DE A.

RADIATIVIDAD

KIRBY, H. W.: *Radium determination by alpha counting*. «Mound Lab», 14 págs., 15 marzo 1952.

Se describe un método para la determinación del radio por valoración alfa. Una solución en ácido clorhídrico diluido de la muestra de radio es pasado por una pequeña columna de polvo de cobre para retener el polonio. Los efluvios se preparan en soportes de vidrio que se ponen en el contador cuatro o cinco días después de ser preparados. Se hace otra medida con veinticuatro horas después de su preparación, la que da un incremento que se utiliza para la deducción del factor de corrección de su producción de radon y sus descendientes. Se da la precisión para los límites del instrumento utilizado.—L. DE A.

JACQUES TRILLAT, J. y TERTIAN, LÉA: *Étude de minerais radioactifs par radiographie électronique par réflexion et autoradiographie combinées*. «C. R.», t. 255, núm. 19, 1123-25, 10 noviembre 1952.

La combinación del método de la radiografía electrónica (emisión superficial de electrones secundarios bajo la influencia de los rayos X) y de la autoradiografía permite determinar la distribución de elementos de números atómicos diferente en la superficie de una muestra pulida de mineral radiactivo y su relación con las zonas de radiactividad.—L. DE A.

TECTÓNICA

WHITE, WILLIAM A.: *Fallas postcretácicas en Virginia y Carolina del Norte*. «Bulletin of Geological Society of America», LXIII, núm. 7, 745 a 48, 1952.

Es muy aceptada la opinión de que las últimas deformaciones de la región de los Apalaches tuvieron lugar por completo arqueamiento, vol-

camiento o levantamiento suaves, sin acompañamiento de fallamientos. Cualquiera falla normal de esta región se ha atribuido corrientemente a perturbación de los Palisades, y las fallas invertidas se consideran que regularmente son por lo menos tan antiguas como el trastorno de los Apalaches. No obstante, el autor ha observado diferentes lugares de Virginia y Carolina del Norte en los cuales fallas de pequeño desplazamiento cortan las gravas de los ríos modernos. Algunas de estas fallas, estudiadas con detenimiento, son normales y otras invertidas.

Los futuros estudios geomorfológicos en los Apalaches Meridionales distinguirán la influencia del fallamiento más moderno sobre la génesis topográfica. La posibilidad de su existencia en los sedimentos de la cornisa costera del Atlántico se podrá tener en cuenta para el desarrollo de la prospección de petróleos.—G. DE B.

VOLCANOLOGÍA

Asociación de Vulcanología de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. Serie II, t. XII. Nápoles 1952.

Se reúnen en este tomo una serie de trabajos vulcanológicos y otros datos de la IX Asamblea general celebrada en Bruselas del 20 de agosto al 1 de septiembre de 1951.

Primero se insertan las actas de las distintas sesiones de la Asociación de Vulcanología celebradas en la Universidad (quince sesiones). Después inserta el discurso del presidente de la Asociación Internacional, Profesor B. G. Escher, de la Universidad de Leiden, sobre la relación entre el mecanismo de la formación de las fosas tectónicas y el volcanismo. Del análisis que el profesor Escher hace de la cuestión se llega a la conclusión de que el volcanismo de las fosas tectónicas del Africa oriental es una consecuencia de esfuerzos de tensión horizontal, que han abierto la costra terrestre de tal modo que el substratum básico vítreo ha cambiado del estado magmático latente al magma fluido, el cual ha salido a la superficie y formado coladas de lavas basálticas.

La gran diversidad de rocas volcánicas en las fosas podría ser la consecuencia de una asimilación de rocas preexistentes hundidas en las fosas. Las grandes emisiones de basaltos fuera de las fosas representan la subida de magma básico por las grietas de extensión donde no ha habido movimiento en sentido vertical. Si esto es cierto, estas últimas fracturas deberían ser más o menos verticales. Quizá pueda añadirse la tesis siguiente:

No es probable que la diferenciación magmática haya desempeñado un papel importante en la génesis de las rocas ígneas en las regiones de esfuerzos de tensión; ella es, por el contrario, propia de las regiones de compresión.

A continuación aparecen distintos trabajos presentados en las sesiones: MACGREGOR, A. G.: *Eruptive Mechanisms: Mt. Pelée, the Soufrière of St. Vincent and the Valley of ten Thousand Smokes*.—El autor pre-

senta en esta interesante nota una serie de datos de las erupciones del Mont Pelée y la «Soufrière de San Vicente» (1902) y del «Valley of Ten Thousand Smokes» (1912); nubes ardientes, depósitos, mecanismos de las erupciones. Clasificación del volcanismo.

IMBÓ, C.: *Condizioni elastiche del mantello del Gran Cono Vesuviano*.—El autor ha reunido en cuadros y ha analizado en curvas los datos de agitaciones microsísmicas derivadas de la actividad volcánica. En los cuadros figuran la fecha y las variaciones de Q-P en los periodos eruptivos de 1913 a 1944, con las alturas de la plataforma cratérica en la base del conito. Variaciones de las ondas superficiales y longitudinales en los estratos episuperficiales.

NOETZLIN, J.: *La mesure des rapports isotopiques et ses applications possibles a la volcanologie*.—El autor ha aplicado la espectrometría de masa a las lavas, teniendo en cuenta la naturaleza petrográfica de ellas y sus edades, en lugar de sobre los cristales de azufre de los volcanes, empleando el gas sulfuroso, que es fácil de extraer de cualquier lava. En dos cuadros expone los resultados obtenidos y su comparación con los resultados en otros productos y de otros investigadores.

SARCIA, J. et J. A.: *Volcanisme et tectonique dans le Nord-Est Adamoua (Cameroun Français)*.—Hace primero un breve resumen morfológico y describe la meseta de Adamoua, los volcanes andesítico-basálticos antiguos y los traquínofonolíticos. Hace después el estudio volcanológico, analizando las emisiones andesítico-basálticas antiguas, las de los tres periodos de traquínofonolitas y las andesítico-basálticas subactuales. Trata después de la tectónica de la región, las numerosas series de fallas y termina con las conclusiones. Ilustran el trabajo un mapa tectónico y dos láminas con buenas fotografías.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, FÚSTER CASAS, J. M. y MARTEL, M.: *Las erupciones y materiales arrojados por ellas en la isla de La Palma*. Junio-julio 1949.—En esta nota se hace un estudio completo de la erupción del volcán San Juan.

Consta de las siguientes partes: Las erupciones y fenómenos que las acompañaron, sísmicos, explosiones, salidas de nubes ardientes, lluvia de ceniza y emisiones de lava; finalmente, las fumarolas y fenómenos finales. Estudio petrográfico en el cual se describen las lavas, que son basaltos olivínicos, y las cenizas, y, finalmente, el estudio petroquímico de lavas y cenizas (basado en tres análisis originales, de dos basaltos y una ceniza). Ilustran el trabajo diez láminas con fotografías y microfotografías y diagramas petroquímicos.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., ALMELA, A. y FÚSTER CASA, J. M.: *Sobre un volcán de Verita recientemente descubierto en el mioceno de Barqueros (Murcia)*.—Empieza la nota con la descripción del pequeño volcán de Verita de Barqueros; sigue a ésta el estudio de las rocas recogidas, estructura y composición mineralógica cuantitativa y su comparación con los yacimientos clásicos de este tipo de roca, y termina con

el estudio petroquímico de dicha roca y su comparación con el quimismo de las demás rocas lamproíticas españolas. Para el estudio petroquímico se han hecho tres análisis químicos. Ilustran el trabajo siete láminas, un mapa, tres fotografías de lavas, cinco microfotografías y cuatro diagramas petroquímicos.

SAN MIGUEL ARRIBAS, A.: *Datos petrológicos sobre las erupciones basálticas del Bajo Ebro (España)*.—Es un resumen del estudio que el autor ha efectuado sobre la región volcánica del Bajo Ebro. Empieza la nota con la situación geográfica de la región, sus características generales; sigue un capítulo para fijar la relación entre las erupciones del Bajo Ebro y las del resto de España, ocupando una posición intermedia entre las de la región de Ciudad Real y la de Gerona. Después él estudia petroquímica, para cuyo estudio ha hecho el autor cinco análisis químicos. Resalta la gran uniformidad de composición de las rocas de esta región. Los basaltos de esta región entran en el grupo de las rocas no saturadas sin feldespatoidea, y corresponden al tipo sub-aluminoso, variedad denominada basaltos olivínicos sódicos. El quimismo de las erupciones basálticas de la región volcánica del Bajo Ebro corresponde claramente a la serie atlántica, alcalino-sódica, tipo magmático comprendido entre el gabroide y el teralítico-gabroide, integrado en el magma básico fundamental olivínico-basáltico de Kennedy.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Bibliografía volcanológica española*.—Resumen de las publicaciones sobre volcanes de España desde 1820 hasta la fecha, con 146 citas.

El Instituto Geodésico y Geofísico de Filipinas mandó una relación de las recientes erupciones del volcán Hibok-Hibok, en la isla de Camiguán, acompañada de un mapa.

RITMAN, A.: *Nomenclature of Volcanic Rocks*.—Hemos dejado para reseñar al final de la nota este trabajo por el gran interés que tiene y para poderle dedicar la atención y el espacio que merece. Esta nomenclatura se presentó en la décima sesión de la Asamblea, proponiendo su uso en los catálogos de volcanes y claves tablas para la determinación de las rocas volcánicas.

Se trata de un interesantísimo trabajo que tiende a establecer una nomenclatura de las rocas volcánicas de uso internacional, que contiene unas claves y unas tablas para la determinación de las distintas rocas volcánicas con arreglo a esa nomenclatura.

La antigüedad de muchos de los términos actualmente en uso, lo inadecuado de otros y la confusión existente en la nomenclatura actual de las clasificaciones petrográficas empleadas por muchos autores, hacía necesario un esfuerzo para salvar estos inconvenientes y llegar a la unificación de términos y clasificación, de acuerdo con las nuevas ideas y conocimientos petrológicos. Ha sido ésta una aspiración sentida y manifestada varias veces, pero no eran fáciles de vencer las dificultades que se oponen a esta clasificación. Una de ellas es el fijar el número y el orden jerárquico de los caracteres sobre los que ha de basarse la clasificación; es

conveniente, naturalmente, que éstos sean el menor número posible y de muy fácil reconocimiento. Puede basarse la distinción de tipos y especies en el hecho magmático más importante (por ejemplo, diferenciación del magma, relaciones comagmáticas, etc.) y también la nomenclatura. Ni geólogos ni petrógrafos ven con simpatía la complicada nomenclatura petro-volcánica actual, con gran número de nombres locales o personales en las especies. Con los nombres clásicos: riolitas, dacitas, traquitas, andesitas, fonolitas, tefritas, basanitas, basaltos, leucititas, nefelinitas, etc.; con nombres con combinación de éstas, como río-dacita, traqui-andesita, traqui-basaltos, o con adjetivos unidos a los primeros, como tefrita fonolítica, nefelinita fonolítica, leucitita tefrítica, etc., pueden expresarse claramente los tipos intermedios. Para tipos intermedios entre traquita y traquiandesita se conserva el nombre latita, y para las dacitas labradoríticas y bitowníticas el bandeita.

Cada especie de roca volcánica contiene generalmente cierta cantidad de minerales oscuros—mafitos—que pueden indicarse por el número de color de Shand. Los tipos con más o menos mafitos que el tipo normal se designarán respectivamente con los adjetivos mela y leuco. Si la proporción de mafitos excede del 75 % del volumen total de la roca, se llama ésta mafítica, y si el mafito dominante es el olivino, picrítica. Otras distinciones pueden hacerse empleando nombres de minerales para el adjetivo: basalto olivínico, tefrita leucítica, etc.; cuando 7/8 del total de los feldespatos es feldespato alcalino, se aplica el adjetivo alcalina a la roca, riolita alcalina, traquita alcalina, etc.

Otra cosa que hay que tener en cuenta es que las clasificaciones más en uso de las rocas ígneas se basan en la composición mineralógica cuantitativa, lo que si bien es suficiente para las granudas holocristalinas, no basta para las semicristalinas y vitrofídicas, en cuyo caso es preciso el análisis químico y deducir de él la composición mineralógica virtual o potencial—norma—. En la nomenclatura debe quedar bien claro si para la denominación se ha utilizado la composición mineralógica real—modo— o la virtual—norma—; por ejemplo, feno-andesita, fenobasalto, que indica que sólo se ha tenido en cuenta para la clasificación la composición mineralógica en fenocristales y no la de la pasta; puede ocurrir en el primer caso que la norma señale suficiente cantidad de cuarzo, en cuyo caso no debe llamarse andesita, sino dacita, o puede encontrarse, además de cuarzo, sanidina en la norma, en cuyo caso la roca sería riolita; en el segundo caso puede dar la norma nefelina o leucita y la roca debería llamarse basanita nefelínica o leucítica, etc.

El autor incluye en el trabajo una serie de claves de determinación de las rocas volcánicas, con las cuales si se conoce bien la composición mineralógica cuantitativa —modo— o —norma—, puede clasificarse inmediatamente la roca. La clave primera se aplica a rocas volcánicas cuyo —modo— es exactamente conocido. En ella q = % de cuarzo; a = suma de los por cientos de feldespato alcalino (sanidina y anortosa) y albita; ϵ = % de plagioclasa; f = suma de por cientos de todos los feldespa-

toides; M = suma de por cientos de todos los mafitos, que es igual al número de color de Shand.

Los cálculos de los valores empleados para obtener el diagrama de la clave I son:

1. La suma (S) de todos los minerales siálicos. $S = a + c + q$ o $S = a + c + f$, porque q y f no se encuentran nunca juntos en una misma roca.

$$2. Q = \frac{8q}{S}; A = \frac{8a}{S}; C = \frac{8c}{S}; F = \frac{8f}{S}$$

Con los valores Q , A , C o A , C , F , se forma un diagrama triangular, el doble triángulo de Niggli para los minerales siálicos reales de una roca volcánica.

Las instrucciones para operar con los diagramas se detallan en el trabajo.

Una vez obtenidos los diagramas para muchas rocas volcánicas, vemos que se pueden distinguir 17 campos y para las rocas con predominio demelilita se hace un grupo especial que lleva el núm. 18 en la tabla I. En esta tabla, en cada uno de los 17 campos que se obtienen a base de los minerales siálicos, se hacen divisiones atendiendo al valor M (o sea el número de color). Son numerosas las rocas volcánicas que entran en esta tabla, y al final de ella pone el autor un apéndice con nombres de rocas frecuentemente usados en las obras de Petrografía y de sus equivalentes en la nomenclatura propuesta por él.

La clave II sirve para la determinación de rocas volcánicas cuyo —modo— se ha determinado aproximadamente y para la clasificación de rocas volcánicas de la que se conoce solamente la composición mineralógica cuantitativa en fenocristales —feno—. Se procede del mismo modo que en la clave I y se puede obtener el diagrama de Niggli y el de Troger ligeramente modificado, en cuanto afecta a la limitación de las familias 15 y 16. En la figura 3 representa el doble triángulo de Niggli-Troger con las siete familias de rocas volcánicas. A esta clave corresponde la tabla II, con ocho campos y subdivisiones basadas también en los valores de M .

La clave III se emplea para las rocas en las que se ha utilizado el análisis químico. Para ella el autor ha ideado una serie de diagramas que permiten una resolución gráfica del problema y hallar directamente el nombre de la roca. Para estos diagramas los por cientos en peso que da el análisis químico de los distintos óxidos, se agrupan del modo siguiente:

SiO_2 = % p. de SiO_2 ; Al = Al_2O_3 en 1 por ciento de su valor (por ejemplo, 0,9 % en peso de Al_2O_3); Alk = suma de K_2O y $1\frac{1}{2} \text{Na}_2\text{O}$ = K_2O 1,5 Na_2O . % p.; CaO = % CaO ; FM = Fe_2O_3 1,1 FeO 2 MgO % p. (incluyendo MnO como FeO).

Se hacen ahora las siguientes divisiones, con dos decimales:

$k = \frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{Alk}}$ y $an = \frac{\text{Alk} - \text{Alk}}{\text{Al} + \text{Alk}}$. Algunas veces se usa también el valor ca'' $ca'' = \text{CaO} - 0,6 (\text{Al} - \text{Alk})$.

Estos valores se llevan sobre un diagrama rectangular, cuyas coordenadas son los valores SiO_2 y Alk, con lo que se obtienen los campos A, B, C y D y los intermedios AB, BA y BC. Obtiene luego los diagramas A, B y C, con coordenadas an y k ; el primero para las familias de rocas sobresaturadas; el B para las saturadas y el C para las no saturadas. Aplicando después los valores FM a cada uno de los campos de A, de B y de C, se obtiene la tabla III. En esta tabla se añade un grupo D basado en los valores k y FM. Acompaña a esta tabla, como a las dos anteriores, un apéndice con los nombres especiales de rocas volcánicas ricas en vidrio y sus correspondientes en la nomenclatura propuesta.

Para cada clave desarrolla un ejemplo.—M. SAN MIGUEL.

VULCANISMO

WESTERVELD, J.: *Vulcanismo cuaternario en Sumatra*. «Bulletin of the Geological Society of America», 63, núm. 6, 561-594, 1952.

La erupción de gran cantidad de tufas de ácido púmico resalta como el suceso principal de la etapa inicial del vulcanismo cuaternario de Sumatra. Por su exacto alineamiento a lo largo de una dirección de sistemas longitudinales de fallas de artesa, las cuales siguen toda la longitud de la isla y cortan totalmente el mesozoico, así como las zonas de plegamientos miocenos, estos volcanes riolíticos indican con seguridad que existen yacimientos en capas de erupciones de fisuras paroxismales que vacían las cámaras del magma en una etapa avanzada de diferenciación. La materia eruptiva ha sido durante la sedimentación evidentemente semejante a nubes ardientes del tipo Katmai. Explican la rápida disrupción de las porciones de la cubierta sobre las líneas preexistentes de fragilidad estructural, presiones enormes de gas que se desarrollan gradualmente en las bóvedas de los primitivos depósitos del magma.

La tendencia de la diferenciación de los tipos del magma del Pacífico cuaternario se repiten en tierra firme de Sumatra, casi dentro del limitado espacio de los diferentes tipos de magma del grupo de las islas Krakatau con sus lavas y tufas basálticas y riódacíticas; la efusión extremadamente ácida de Sumatra no tiene, sin embargo, equivalente.—B. DE G.

INDICE

	PÁGS.
Las posibilidades petrolíferas españolas, por J. GARCÍA SÍNERIZ ...	3
Ensayo metalogénico sobre los criaderos argentíferos de Hiendelaencina, por JOSÉ CASTELLS ...	25
Hierro meteórico encontrado en Villanueva del Fresno (Badajoz), por ANTONIO BASELGA Y RECARTE ...	85
Análisis sobre una escoria supuesta volcánica, por LUIS G. GARCÍA DE FIGUEROLA ...	43
Hidrología subterránea de los campos de Dalías y Nijar, en la provincia de Almería, por JOSÉ MESEGUER PARDO ...	57
Impresiones de un viaje técnico a Norteamérica, por JOSÉ CANTOS.	71
Noticias ...	101
Notas informativas ...	107
Notas bibliográficas ...	111
Criaderos ...	113
Estratigrafía ...	115
Geografía física ...	117
Geología ...	118
Geoquímica ...	120
Hidrología ...	122
Mineralogía ...	125
Nucleónica ...	125
Petrografía ...	129
Preparación de minerales ...	141
Prospección ...	143
Química mineral ...	144
Radiactividad ...	144
Tectónica ...	144
Volcanología ...	145
Vulcanismo ...	150

