

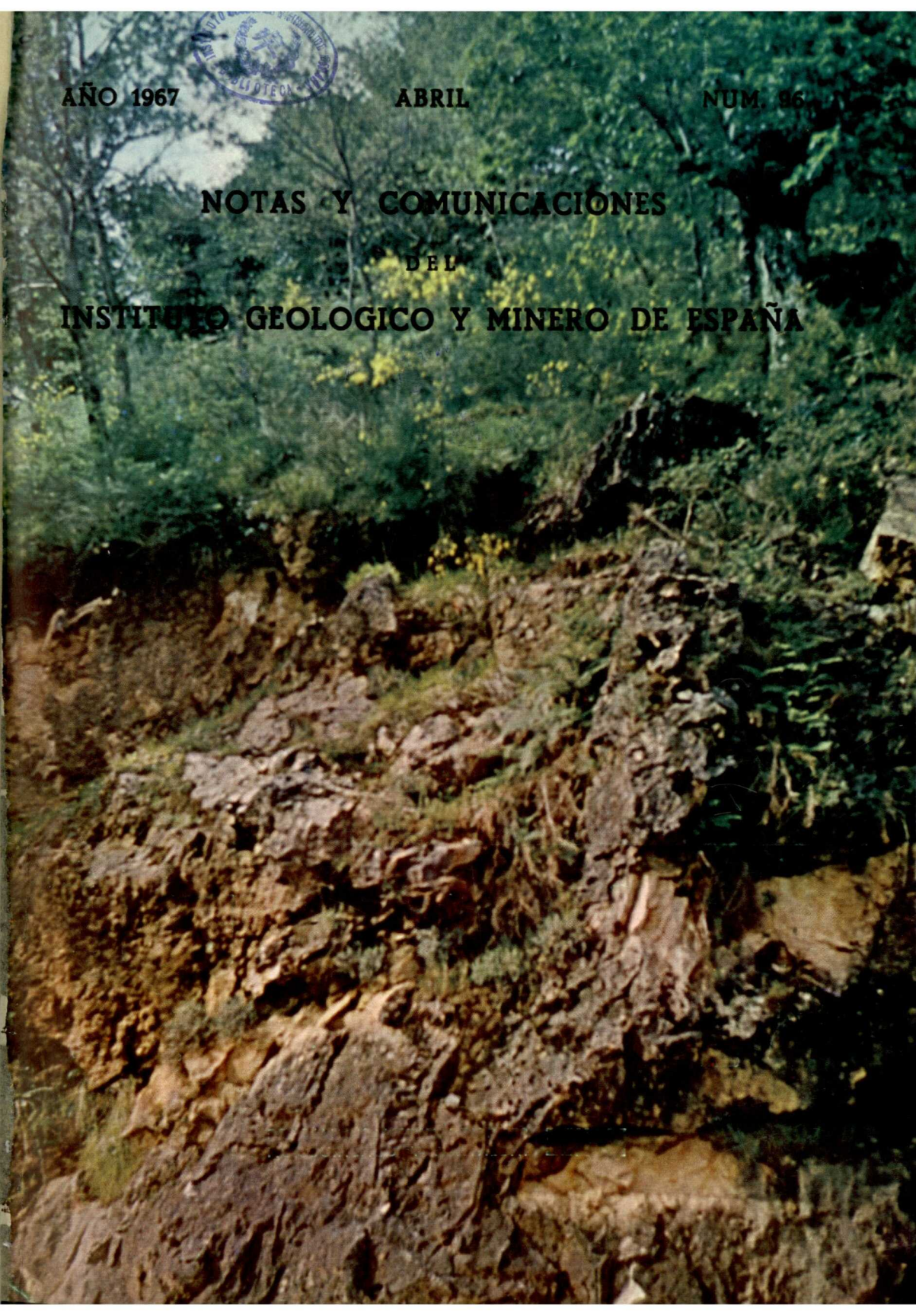
AÑO 1967



ABRIL

NUM. 96

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA





Las Plantas de Peletización McKEE darán

**MEJOR
RENDIMIENTO
a los hornos
altos**

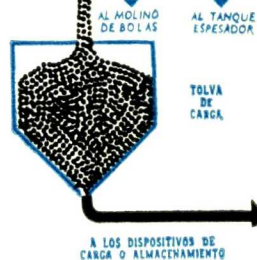
Hornos Altos producen mejor arrabio, más arrabio por tirada y más tiradas por día con pellets, y las plantas de peletización de McKEE producen más pellets de alta calidad.

Cada una de las plantas de peletización completadas hasta hoy y en las cuales McKEE prestó sus servicios, se ha puesto en marcha inmediatamente con su plena capacidad, la cual luego se ha superado rápidamente además produciendo pellets de alta calidad. Siete de las catorce plantas han producido ya más de 62.000.000 de toneladas. Las otras han sido terminadas recientemente o están en construcción.

Pueden obtener todos los datos sobre las experiencias de esta especialidad de McKEE — McKEE trabaja en peletización desde su origen, hace dieciocho años — de nuestro nuevo catálogo M1-B51. Dicho catálogo puede obtenerse a través de cualquiera de nuestras oficinas

McKEE SERVICIOS INTERNACIONALES DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION

McKEE IBERICA, S. A. - Avenida de Concha Espina, 71 - MADRID-16
Otras oficinas McKEE - CLEVELAND - NEW YORK - CHICAGO
SAN FRANCISCO - HIBBING - LOS ANGELES - UNION - TORONTO
MEJICO - SAO PAULO - BUENOS AIRES - PARIS



HOJAS Y MEMORIAS

DEL



MAPA GEOLOGICO NACIONAL

A ESCALA 1:50.000



Precio: 200 pesetas



Ultimas Hojas publicadas:

VALSEQUILLO, 357 - 361

CONSTANTINA, 920 - 365

PEDIDOS EN

Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23

MADRID-3



EMPRESA NACIONAL "ADARO"

DE INVESTIGACIONES MINERAS S.A.



ESTUDIOS GEOLOGICOS

INVESTIGACION DE CRIADEROS MINERALES

SONDEOS HASTA DE 4.500 MTS. DE PROFUNDIDAD

LABORATORIOS DE PETROGRAFIA, METALOGENIA,
MICROPALAEONTOLOGIA, QUIMICO, TESTIGOS,
LADOS, CEMENTOS, PREPARACION MECANICA
DE LAS MENAS.

DOMICILIO SOCIAL — SERRANO Nº 116, MADRID (6). TELEFONO 2-61-79-02

OFICINAS Y LABORATORIOS — K.12 CARRETERA DE ANDALUCIA. TELEFONOS 2-37-17-00, 1-2

DISPONIBLE



"agua en su terreno"

Solicite información

Vegarada
perforaciones

Guzman el Bueno, 121 - Planta
8 - Tel. 253 42 00 - Parque de
las Naciones - Madrid-3



Clarín

J/16 3-1

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RESERVADO PARA
LA REVISTA

ECONOMIA INDUSTRIAL

==
96
==

ABRIL

M A D R I D
1 9 6 7

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

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

Queda hecho el depósito que marca la Ley

EXPLICACION DE LA PORTADA

Dolomías en el km. 3 de la carretera de Hospital a La Puebla

(Foto F. M. López de Azcona)

Depósito Legal M. 1.882.-1958

MOISES MARTIN (*)

ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO URANIFERO «LA CARRETONA», ALBALA (CACERES)

RESUMEN

El yacimiento de «La Carretona» está situado al N de Albalá, provincia de Cáceres. Se presenta junto a otras mineralizaciones, entre las que destaca el filón uranífero «Los Ratones» que es el más importante y mejor definido.

Es intragranítico y epibatolítico. Las rocas encajantes están constituidas por granitos adamelliticos y granodioritas en los que cabe señalar la presencia de andalucita, sillimanita y ortosa secundaria formada en el proceso de cloritización de biotita.

Estructuralmente consta de una brecha compuesta de cuarzo, cuarzo jaspeado, limonita y restos graníticos que evolucionan longitudinalmente. La mineralización se presenta rellenando las fisuras de la brecha e impregnando un granito alterado y hematizado.

El yacimiento es de tipo filoniano epitermal con la asociación paragenética uranio-sulfuros B. G. P. C. Las principales características metalogénicas son:

- El mineral primario de uranio, pechblenda, se depositó a favor de reperturas de un antiguo filón de cuarzo-fosforita. Ya sólo quedan restos de la misma y están bordeados de coracitas y gummitas amarillas.
- La mena metálica asociada está constituida por sulfuros de hierro y trazas de sulfuros de cobre, plomo y cinc.
- Los sucesivos fenómenos de cataclasis han formado una estructura muy abierta, favoreciendo el amplio desarrollo de los procesos de oxidación que alcanzan todo el yacimiento. De ahí la abundancia de óxidos de hierro y extensa difusión de los minerales secundarios de uranio, sobre todo autunita.

SUMMARY

The «La Carretona» deposit is located at the north of Albalá, Cáceres province. It is situated near other deposits among which the uraniferous vein «Los Ratones», is the best defined and the most important.

It is intragranitic and epibatolitic. The host rocks are composed by adamellites and granodiorites which we must mark the presence of andalusite, sillimanite and secondary orthoclase formed in the process of chloritization of biotite.

As for as its structure is concerned it is composed of a breccia of quartz, jasper quartz, limonite and granitic residues which evolve longitudinally. The uranium minerals

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

are presented by filling the joints of the breccia or by impregnating an altered and hematitic granite.

The deposit is of the epithermal vein type with the association uranium-B. G. P. C. sulphides. The main metallogenic features are:

- The primary uranium mineral, pitchblende, was deposited in favour of reopenings of an old vein of quartz-phosphorite. Only its residues remain now and are wrapped by coracites and yellow gummets.
- The associated ore is formed by iron sulphides and traces of copper, iron and zinc sulphides.
- The succeeding phenomena of catclasis have made a very opened structure which has favoured the big development of the oxidization process which reaches the whole deposit. This has resulted in a great abundance of iron oxides and in a high spread of secondary uranium minerals, mainly autunite.

INTRODUCCIÓN

El yacimiento uranífero de «La Carretona» está situado al SE de Cáceres, en el punto de coordenadas geográficas 39°, 17', 58" N; 2°, 29', 55" O; justamente en el límite de las Hojas topográficas 729 (Alcuéscar) y 730 (Montánchez), cuyas memorias explicativas han sido estudiadas por Hernández-Pacheco, F., y Roso de Luna, I. (1951 y 1953).

Es intragránitico y epibatolítico, encontrándose en el borde E del plutón que forma parte del gran arco hercínico peninsular y que está encajado en formaciones pizarrosas cámbricas.

Se encuentra a 8 kilómetros al N de Albalá, sobre la penillanura de más bajo nivel de arrasamiento.

Como puede verse en el mapa de situación que presentamos, las series pizarrosas quedan a unos 2 kilómetros al E. Las que se internan en los granitos de Albalá registran una radiactividad algo mayor de lo normal.

El área de borde, al E del yacimiento uranífero que ahora tratamos de estudiar, se presenta jalonado por una serie de filones de cuarzo turmalinífero con volfram o casiterita.

En otras partes de esta zona es ya muy conocida la presencia de filones de fosforita asociados con frecuencia a mineralizaciones de uranio. En 1945, Hernández-Pacheco, E., hizo mención de ello en una publicación: «El Mineral de Uranio de Albalá» (Cáceres); ésto dio la pauta para que el Sr. Santana, entonces Jefe de la División de Minas de la J. E. N., enviara un equipo de prospectores a aquella zona, que bien pronto descubrieron numerosas anomalías radiométricas, alguna de las cuales ha dado resultado positivo desde el punto de vista minero. Entre ellas está la que se localizó en el paraje «La Carretona»; éste fue uno de los lugares donde primero se hicieron labores mineras de relativa envergadura.

Posteriormente indicios encontrados al O. de Albalá, siempre dentro del berrocal granítico, han conducido al hallazgo del yacimiento «Los Ratones», más rentable desde el punto de vista económico, más espectacular respecto a la mineralización y mucho mejor conservado, lo cual ofrece garantías a los estudios metalogénicos.

La mineralogía y metalogenia de este yacimiento fueron estudiados por Arribas (1962 A), que considera al mismo como representante típico de las mineralizaciones uraníferas de cierta importancia que aparecen en esta región granítica. Por tanto, aunque tendremos ocasión de hacer referencia a esta fuente de información, nosotros analizaremos con preferencia los rasgos diferenciales y más o menos específicos de «La Carretona» a la luz de nuestras propias observaciones de campo y del estudio que hemos efectuado, en el Laboratorio de Mineralogía, de las muestras recogidas.

I. ROCAS ENCAJANTES

Antes de proceder al estudio del yacimiento, examinaremos los caracteres petrográficos de las rocas encajantes; a continuación expondremos los procesos de alteración de las mismas, y finalmente, señalaremos brevemente algo sobre la tectónica de la zona.

1. Caracteres petrográficos

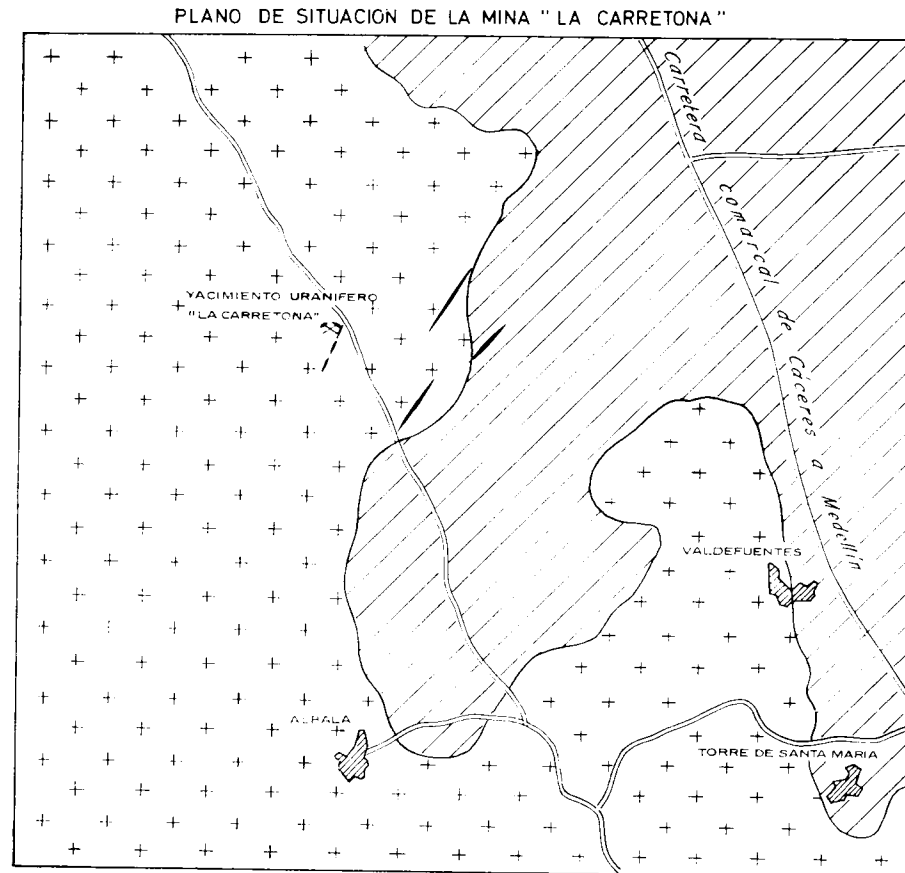
Por el análisis petrográfico deducimos que las rocas encajantes del yacimiento uranífero de «La Carretona» corresponden a granitos adamelíticos o granodioritas. El granito es de grano grueso a medio y fundamentalmente moscovítico, si bien en el origen sería típico de dos micas, pues la moscovita se ha formado en parte por desferrificación de la biotita.

Mediante la platina universal hemos determinado las paglioclasas de una muestra, dando la composición de 30 por 100 de An, con ley de macla compleja tipo Albita-Ala. De la misma medimos también la birrefringencia resultando $n\gamma - n\alpha = 0,0072216$, que corresponde a la de una oligoclasa o andesina (Roubault, 1963, pág. 139).

El cómputo modal de 7 muestras de la roca encajante, realizado con el contador de puntos J. Swift, señala que la composición media de éstas es de 45 por 100 de feldespato potásico del total del contenido en feldespato y por tanto corresponde a granito adamelítico pasando a granodiorita, ya que adoptamos la nomenclatura propuesta por Nockolds (1954) para las rocas plutónicas, basada en la distinta proporción de feldespato potásico y calcosódico.

Modos de algunas muestras del granito encajante en %

	M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7
Cuarzo	13,9	35,2	28,3	37,7	34,7	26,2	20,5
Ortosa	46,4	22,4	20,2	8,3	23,7	27,2	30,6
Plagioclasas	25,0	28,0	42,3	32,9	27,9	34,5	27,2
Moscovita	7,7	4,8	5,4	6,9	3,9	5,8	10,6
Biotita-clorita	3,8	7,4	1,6	8,8	8,4	2,8	11,0
Accesorios	3,2	2,2	1,4	3,5	0,7	0,5	0,1
Ortosa procedente de clorotización de biotita			0,8	1,9	0,7		



Un carácter relevante que cabe señalar en estos granitos, es la presencia en ellos de *andalucita* y *silimanita* (Lám. 11, 1, 2, 3-4.) que son minerales típicos de metamorfismo. Hemos visto que son varias las muestras que contienen éstos minerales. La silimanita es más escasa y aparece en forma de cristales finos y alargados incluidos en ortosa y en cuarzo. La andalucita, dentro del carácter accesorio, es relativamente abundante y con frecuencia aparece en proceso de moscovitización.

La presencia de estos minerales en el granito puede explicarse de tres maneras: Por fenómenos tensionales, que dieron lugar a la movilización y concentración del aluminio en ciertas áreas en las que, por no haber suficiente potasio para cristalizar ortosa, se formarían andalucita o silimanita. Efectivamente, éstos granitos han sido muy afectados por la tectónica, que se deja sentir aún más en las áreas de borde, como es nuestro caso. También podría explicarse el exceso de aluminio en el granito como una asimilación del contenido en las series metamórficas pelíticas del contacto. Finalmente, para los que propugnan que el granito es el último término del metamorfismo, la presencia de aquellos minerales pueden constituir un argumento a su favor en lo que a estos granitos se refiere: es decir, podrían ser un producto de granitización de las pizarras pelíticas preexistentes. Habría que hacer un estudio más profundo y extenso para fundamentar en cualquier caso la preferencia de alguna de estas hipótesis.

Como satélites filonianos del granito, encontramos dos variedades petrográficas. Una corresponde a granito de grano fino, sacaroideo, moscovítico, de tonalidad clara con aspecto de aplita. Los feldespatos son fundamentalmente calcosódicos. La otra corresponde a una pegmatita y está formada por macrocristales de cuarzo, feldespato, turmalina y grandes placas de moscovita. Ambas yacen en núcleos dispersos o pequeños diques en contacto o formando parte de la estructura mineralizada.

2. Procesos de alteración

El filón de «La Carretona» representa una estructura muy abierta, en que la meteorización ha actuado intensamente, enmascarando los procesos de alteración hidrotermal.

A continuación, vamos a señalar algunas de las transformaciones que hemos observado como más características.

a. Turmalinización.

El fenómeno de turmalinización es poco importante en los granitos que encajan el filón uranífero de «La Carretona», pero adquiere gran proporción en los filones de cuarzo de las inmediaciones. Algunos los hemos represen-

tado en el mapa de escala 1/100.000 (pág. 4). En la mayoría hemos visto que se han hecho trabajos mineros de muy poca importancia para wolfram o casiterita. Están en el borde de la intrusión granítica y las series metamórficas. Son de génesis más antigua y de más alta temperatura de formación que el filón con uranio de «La Carretona», como lo indica la paragénesis mineral. Según las teorías clásicas en metalogenia, en la actualidad muy discutidas, estos yacimientos encajarían entre los de tipo pneumatolítico, o «de départ acides», según la terminología francesa.

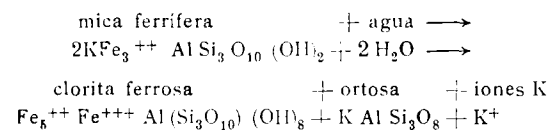
b. Cloritización y sericitización.

Los procesos de cloritización en los granitos de la zona adquieren relativa intensidad, y en algunas preparaciones hemos visto, además, gránulos de feldespato potásico bordeando o dentro de la biotita cloritizada, por lo que no existen dudas de que la ortosa se ha formado durante el proceso de cloritización (Lám. III, 3).

Esta transformación fue estudiada originalmente por Chayes (1955), en unas muestras de granitos de la Sierra de Guadarrama que le fueron enviadas por el Profesor Fúster.

Este proceso de transformación se debe a que la proporción del ión potasio en la clorita es bastante menor que en la biotita y por tanto al cloritizarse ésta hay una liberación abundante de aquel elemento que parcialmente queda fijado en forma de ortosa. Según Chayes, la fórmula teórica podría ser:

Partiendo de una biotita ferrífera:



Por esta segunda reacción vemos que aún hay sobrante de iones K; éste puede emigrar a las plagioclasas y explicar en parte la sericitización de las mismas, para cuyo proceso se requiere aporte de K⁺. Teóricamente se ha

calculado que la relación: $\frac{\text{gránulos de ortosa}}{\text{clorita reemplazada}} = 1/2$. Los datos experimen-

tales son muy diferentes; no ofrecen regularidad alguna y siempre la proporción es menor a la indicada. En el cómputo modal que hemos realizado con el contador de puntos en tres muestras, la relación es sucesivamente

$\frac{0,8}{7,7}$, $\frac{1,9}{8,8}$ y $\frac{0,7}{2,8}$. Esto indica que ha habido una abundante liberación de

K⁺ en parte causante de la frecuente sericitización que se desarrolla en todas las muestras.

El proceso de la cloritización puede ser causado por acciones hidrotermales, o por metamorfismo retrógrado. Ambos factores parecen darse en los granitos de «La Carretona».

Chayes no descarta tampoco la posibilidad de que puede existir clorita primaria, sobre todo aquella que no presente rasgo alguno de biotita precedente, pero ésto no es el caso de los granitos que nosotros estamos estudiando.

c. Moscovitización.

El proceso de transformación de biotita en moscovita es más frecuente que los anteriores en todos los granitos de Albalá, e incluso se observa a simple vista en el terreno. Este proceso se debe a que el hierro de la biotita, que está en forma de Fe⁺⁺, se moviliza por la acción del agua y pasa con facilidad a la solución, por lo que la biotita se va moscovitizando. Parte de este hierro puede oxidarse y precipitar en forma de hidróxidos, dando sustancialidades características rojo amarillentas a las rocas en que se ha depositado. En el yacimiento uranífero de «La Carretona» vemos que los pigmentos limoníticos lo invaden todo; pues bien, parte de estas limonitas son un subproducto transportado de la transformación biotita-moscovita, aunque, a nuestro parecer, la mayor parte procede de la oxidación de las piritas, de las que aún queda gran cantidad en el yacimiento.

En esta moscovita de alteración permanecen a veces inclusiones de apatito y circón que antes estaban en la biotita (lám. III, 3). También se observan con frecuencia agujas de rutilo u otros minerales titanados (Lám. III, 4). Se explica esto porque en esta transformación se moviliza igualmente el titanio que estaba disperso en la red de la biotita; ahora bien, los óxidos de titanio tienen gran poder de cristalización, y con una ligera concentración se depositan en la misma biotita moscovitizada, en forma de rutilo, ilmenita, leucoxeno, etc.

3. Tectónica

Sobre la fotogeología de «La Carretona» hemos hecho un recuento de los filones, diques y fracturas, que hemos representado en el croquis de la figura 1, indicando la dirección sobre el semicírculo y la densidad numérica proporcional a lo largo de los radios.

Vemos que hay tres sistemas de discontinuidad tectónica. El principal y más característico tiene una dirección NE-SO. Según la fotogeología, todo el campo filoniano tiene esa dirección, y nosotros hemos comprobado sobre el terreno que efectivamente coinciden con esa orientación los filones que se encuentran en las inmediaciones del yacimiento uranífero de «La Carretona». Otro sistema de fracturas menos importantes corta al anterior según la di-

recepción NO-SE. Por último, podemos observar un sistema secundario de dirección aproximada E-O.

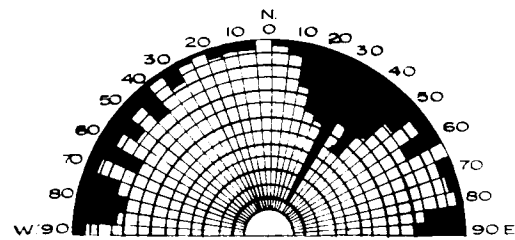


Fig. 1

Como era de esperar, y según hemos podido observar sobre el terreno, la misma pauta tectónica sigue el diaclasado.

II. EL YACIMIENTO

Haremos una análisis más o menos detallado sobre la forma y estructura, la mena y los procesos de alteración, siempre a la luz de los datos de campo y los obtenidos en el laboratorio.

1. Forma y estructura

Consta el yacimiento de «La Carretona» de dos estructuras filonianas denominadas: Filón 1, de dirección N. 18° E y filón 1', de dirección N. 7° E. No hemos podido comprobar que ambos filones lleguen a unirse en sus extremos, aunque hacia el NE parece existir una zona de conjunción difusa donde se registra aumento de la radioactividad, como suele ser frecuente en todo cruce de accidentes tectónicos.

Estas estructuras han actuado repetidamente a lo largo de los tiempos geológicos y representan filones reabiertos con la subsiguiente brechificación y transformaciones de la roca encajante, la mena y la ganga. Esto, unido a la amplitud de los procesos de oxidación, ha dado lugar a una irregularidad en la distribución de la mena uranífera y en las formas geométricas del yacimiento.

Los filones están compuestos por una brecha de cuarzo-cuarzo jaspeoideo, y restos graníticos, que evolucionan longitudinalmente de un modo muy discontinuo. La potencia es muy variable, en general sólo de algunos centímetros. El buzamiento es muy heterogéneo pero en conjunto es subvertical, de unos 80° al SE.

La brecha encaja, siempre con bordes discontinuos, en granito alterado por acciones hidrotermales, muy descompuesto por alteración meteórica y totalmente pigmentado por óxidos e hidróxidos de hierro.

La mineralización tiene igualmente una distribución muy irregular, unas veces rellena las fisuras de la brecha y otras impregna el granito. En general, la mena de mejor ley proviene de las zonas en las que el granito alterado y hematizado está muy impregnado por fosfatos de uranio.

La brecha de cuarzo y la roca encajante mineralizada forman una franja de material explotable, si bien dada la gran dispersión con que aparece la mena uranífera hay algún tramo de ley insuficiente a lo largo de los filones.

Al O del filón 1, hay una serie de anomalías radiométricas, más o menos alineadas, que parecen corresponder a una tercera estructura. La dirección es N 25° E. Se hicieron calicatas de reconocimiento, pero cuando nosotros realizamos allí el trabajo de campo ya se habían recubierto todas excepto una; en ésta no observamos la brecha de cuarzo, sino granito alterado e impregnado por autunita. Vimos que asociada al granito mineralizado había una diferenciación petrográfica tipo pegmatita. Los indicios uraníferos aquí no han sido lo suficientemente favorables como para proceder a trabajos mineros.

La zona mineralizada ha sido reconocida por trabajos mineros hasta 40 metros de profundidad, habiéndose explotado hasta ese nivel. Ciertos caracteres estructurales quedan reflejados en los croquis de algunas calicatas (figura 2) y los del fondo de la misma (figura 3) que nos ha sido posible realizar, dado el estado de las galerías, que en gran parte estaban entibadas.

2. La mineralización

La mineralización uranífera de «La Carretona» comprende en primer lugar pechblenda como mineral primario; coracita, gummitas amarillas, saleíta, autunita y torbernita como minerales de alteración supergénica; productos negros de uranio, como minerales de neoformación.

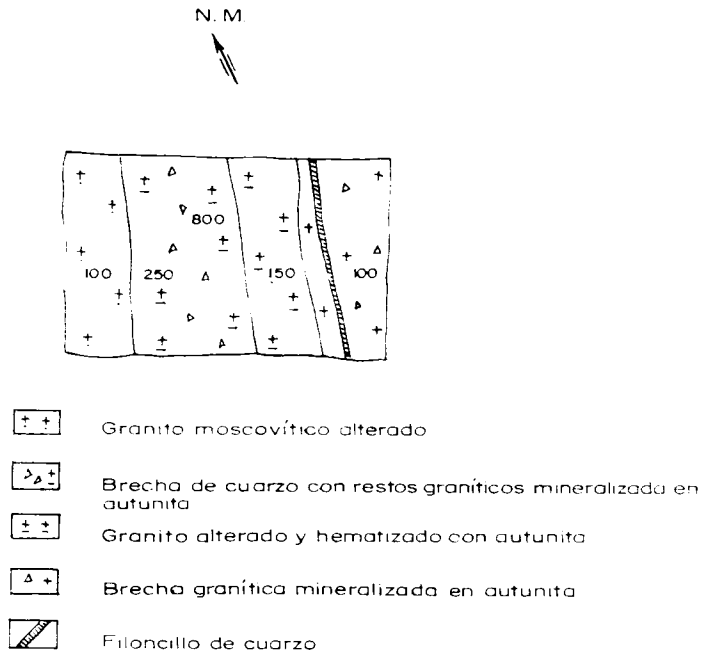
La mineralización asociada comprende pirita, marcasita, melnicovita, blenda, galena, calcopirita, calcosina, covelina, y los productos de oxidación como goethita, hematites, calcantina y un fosfato de hierro.

Finalmente la ganga consiste en cuarzo y jaspe.

a. Mineralización uranífera.

Pechblenda: Como mena uranífera no tiene ningún interés, dado que sólo han aparecido pequeños bloques dispersos en el yacimiento, uno de los cuales (nivel 20 del filón 1') se conserva en el Laboratorio de Mineralogía de la J. E. N. Pero su existencia es muy significativa e interesante respecto a la

HASTIAL DE UNA CALICATA DEL FILON 1'

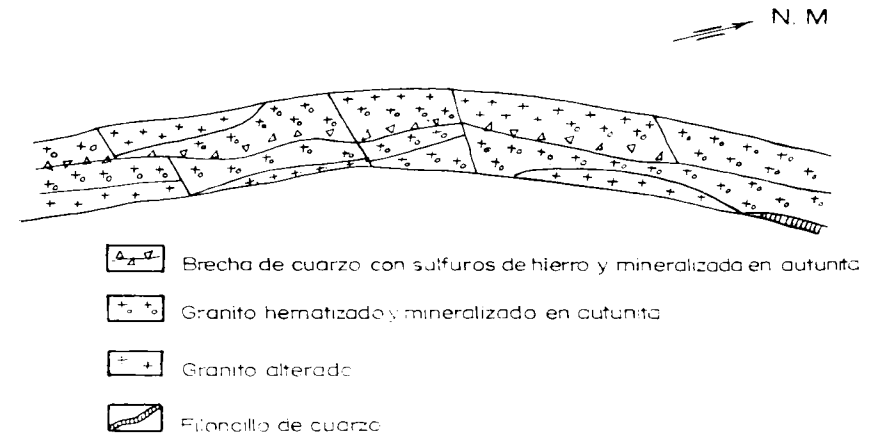


HASTIAL DE UNA CALICATA DEL FILON 1'



Fig. 2

CORONA DE UN TRAMO DE GALERIA EN LA PLANTA 20 DEL FILON 1'



CORONA DE UN TRAMO DE GALERIA EN LA PLANTA 20 DEL FILON 1'

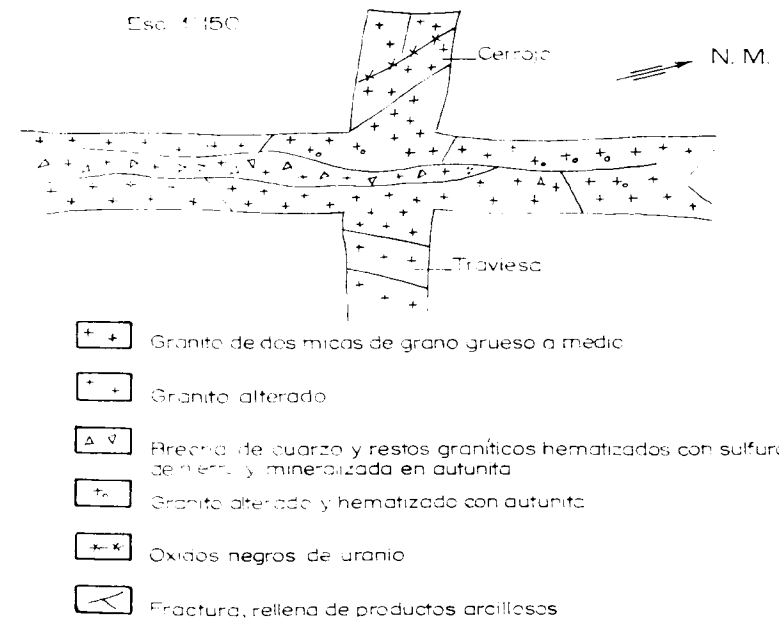


Fig. 3

interpretación metalogénica de toda la mineralización. Es una muestra testigo que valoriza la hipótesis de que todos los productos uraníferos actuales proceden de la evolución supergénica de la pechblenda.

Esta es de tipo concreccionado; a simple vista aparece en forma de masas negras asociadas a productos coloreados de uranio, cuarzo y material piritoso. En sección transparente puede verse que la muestra constituye una brecha de cuarzo jasperiado con restos graníticos y asociados los minerales de uranio, sulfuros de hierro, apatito y abundancia de fosforita. En sección pulida es donde se observa la forma de la pechblenda con las estructuras típicas de los minerales formados por deposición coloidal: en masa compacta, esferulitos aislados o semiesferulitos contiguos con el aspecto de guirnaidas (Lám. IV, 3, 4; Lám. VI, 1, 2).

Coracitas o gummitas negras: Ahora bien, la pechblenda pura con las propiedades físicas y químicas que la caracterizan sólo existe en «La Carretona» como restos microscópicos; la mayoría está sobreoxidada y transformada en un producto negro, con cierta tonalidad verdosa llamada gummita negra o coracita (Lám. IV, 3, 4; Lám. VI, 1, 2) en que la proporción U^{+4} U^{+6} es menor que en la pechblenda normal y puede estar ligeramente hidratada. Esto se deduce porque al microscopio aparece con menor poder de reflexión que la pechblenda pura de la que quedan restos que desiacan por su mayor reflectividad. Otra propiedad diferenciadora es la microdureza observable al microscopio por el relieve negativo de la coracita respecto a la pechblenda; la coracita es más blanda y menos compacta. Por eso el material es deleznable, algo terroso, que ha hecho muy difícil el pulido para su estudio por luz reflejada. También en la coracita aparecen reflexiones internas de tonos verdosos que la especifican.

Así que aún la poca pechblenda que ha quedado en «La Carretona» está afectada por los fenómenos de oxidación que la han transformado en casi su totalidad.

Gummitas amarillas: Son productos coloreados, y como las coracitas, resultado de la alteración «in situ» de la pechblenda.

Las gummitas amarillas están hidratadas y ya todo el uranio ha pasado al estado de U^{+6} .

En «La Carretona» estas gummitas aparecen en muy pequeña cantidad; constituye una mezcla algo terrosa de tonos amarillentos y rellenan algunas fisuras que surcan o bordean la pechblenda y coracitas.

Saleíta: El U^{+6} de la saleíta, como también la autunita y la torbernita que describimos a continuación, procede igualmente, al menos en su mayor parte, de la pechblenda; pero estos minerales ya suponen un transporte en solución acuosa oxidante y depósito a una cierta distancia de la mena original.

La saleíta aparece en forma de cristales tabulares y en muy poca cantidad. Sólo la hemos observado en la muestra que contiene la pechblenda. Ofrece

un color amarillento rojizo y no es fluorescente, por lo que se asemeja a la saleíta ferrífera de «Los Ratonos» y a la de las pizarras de Salamanca, descrita por Arribas (1962 B, pág. 162). Hemos confirmado su identificación por ensayos microquímicos.

Autunita: Constituye la mena uranífera base de la explotación. La mayoría del uranio de la mina yace en forma de autunita.

La oxidación y removilización de la pechblenda, junto con la fosforita asociada, ha dado lugar a la formación de este fosfato de calcio y uranio, habiendo sido favorecida esta transformación geoquímica por los procesos de oxidación de los sulfuros de hierro.

Se presenta con las más variadas formas, en hermosos cristales de sección cuadrada, en agregados foliáceos y diseminaciones diminutas observables sólo por su intensa fluorescencia en luz ultravioleta. Unas veces rellena las fisuras de la brecha y otras impregna el granito alterado y en general hematizado.

Por el diagrama de rayos X efectuado, hemos visto se trata de autunita y meta-autunita, que es su variante menos hidratada.

Torbernita: Va asociada a la autunita y presenta el mismo hábito cristalino y forma de yacer. Este fosfato de U y Cu aparece sobre todo al N. de los filones, pero en todo el yacimiento es muy escasa como lo es asimismo la mena cuprífera que acompaña a la de uranio. Como en la autunita, por el diagrama de rayos X hemos visto se trata de torbernita y metatorbernita.

Productos negros de uranio: Son más abundantes que la pechblenda; han aparecido en diversas partes de la mina, sobre todo en la planta 20. Son productos poco coherentes, pulverulentos, de tonos oscuros y yacen en las oquedades y fisuras de la ganga silicea, siempre asociados a sulfuros de hierro.

La alta radiactividad y elevada ley en uranio que acompañan a estos minerales nos ha permitido reconocerlos como «productos negros de uranio», pero por el estado de las muestras no hemos podido afinar más en su identificación. En general se trata de pechblenda de neoformación o coffinita, dadas las analogías que muestran con las de otros yacimientos.

Estos minerales de uranio tetravalente parecen responder a una especie de cementación a partir de uranio exavalente en aureolas de reducción parcial, con equilibrio metaestable, dentro de la zona de oxidación. Tales aureolas se deben en parte a la presencia local de SH_2 , originado en los procesos de oxidación de los sulfuros de hierro.

b. Mineralización asociada.

Pirita: Muy abundante en «La Carretona» a pesar de que una gran parte ha sido transformada en óxidos de hierro. Prácticamente aparece a todo lo

largo de la brecha silicea, bien en agregados cristalinos visibles a simple vista o como inclusiones microscópicas.

Veremos al hablar de la paragénesis y sucesión que, además de la pirita primaria, hay otra de nueva génesis posterior, en ciertas zonas, a la limonita.

Marcasita: Con frecuencia mezclada con la pirita aunque no tan abundante como ella, a veces con aspecto flabeliforme. En sección pulida y nicols cruzados destaca perfectamente frente a la pirita por su elevada anisotropía de color verdoso (Lám. V, 3).

Melnicovita: Es muy escasa en «La Carretona». Tan sólo la hemos identificado en la muestra que contiene la pechblenda y coracitas donde aparece con su típica estructura fibroso radiada (Lám. V, 4). Probablemente la pirita, que aparece junto con la pechblenda oxidada (Lám. VI, 2), y que supone un depósito coloidal, resulta de la recristalización de la melnicovita llamada también pirita coloidal.

Blenda: Aparece en muy pequeña cantidad y en general como inclusiones microscópicas en la brecha. No obstante, en una muestra (Lám. V, 1) hay granos de blenda observables a simple vista. Está asociada a pirita y marcasita e incluida en cuarzo jaspeado. En luz reflejada y nicols cruzados presenta reflexiones internas de un tono rojo pálido.

Galena: Es aún mucho más rara que la blenda y sólo observable al microscopio. La vimos en una sección pulida perteneciente a la muestra núm. 5.302 según la referencia del Laboratorio de Mineralogía.

Calcopirita, calcosina y covelina: La calcopirita es algo más abundante que la galena, aunque también muy escasa. Aparece como elementos en general informes y de talla microscópica.

La calcosina y covelina sólo se presentan en algunos gránulos de calcopirita. Son alteración supergénica de la misma y aparecen reemplazándola parcialmente (Lám. V, 2).

Hemos observado que la escasa mena cuprífera que aparece en nuestro yacimiento, se concentra, en general, al norte de los filones, a partir del pozo maestro, coincidiendo con las zonas en que la torbernita es más abundante.

Productos de oxidación: Además de los óxidos e hidróxidos de hierro ya ampliamente comentados y que comprenden sobre todo hematites y goethita, cabe mencionar la calcantita, identificada por rayos X. La encontramos justamente en el frente norte, planta 20 del filón I. Se presenta con un cierto aspecto reniforme e impregnando un granito cataclástico.

La calcantita pudiera ser un mineral de formación inmediata, coincidiendo con la apertura de la galería, por depósito de aguas cupríferas en forma de sulfatos, pero dada la escasa mena de cobre existente en la mina más nos inclinamos por darle un origen no tan reciente: más bien parece se

trate de un mineral producto de oxidación de sulfuros de cobre depositado antes del comienzo de los trabajos mineros.

Otro producto de oxidación corresponde a un mineral de color amarillo pálido que encontramos en una muestra tomada en los trabajos de superficie al N. del filón I. La roca representa una brecha de cuarzo totalmente impregnada de productos negros de uranio, sobre los que aparece depositado el mineral amarillento, formando pequeñas esferas. Con la lupa se observa que son cristales aciculares en disposición fibroso-radiada o agrupados formando rosetas, y en general tapizando cavidades de la brecha.

Hemos hecho análisis microquímico y deducido que se trata de un fosfato de hierro, pero no hemos podido identificar el mineral, pues el diagrama de rayos X no corresponde a ninguno de los obtenidos hasta ahora, sobre fosfatos. Estos minerales aún no están bien estudiados, existiendo varios de los que todavía no se tiene dato alguno roentgenográfico y por ello, hasta el momento, no hemos podido hacer la debida confrontación para identificar dicho fosfato.

c. *Ganga*.

Únicamente es de tipo silíceo, cuarzo filoniano y sus variedades microcristalinas, o de aspecto concrecionado como el jaspe.

3. Zonas de oxidación y reducción

En general, en el proceso de formación de los yacimientos minerales se señala como zona de oxidación la que está por encima del nivel de las aguas freáticas: aquí el potencial Eh es alto debido a la abundancia de oxígeno atmosférico, y la forma estable de los elementos es la de estados de oxidación a la máxima valencia.

Uno de los problemas que se plantean en el yacimiento es la determinación del límite de la capa de aguas freáticas. Hemos visto en las reseñas sobre las mineralizaciones uraníferas de la región que el nivel hidrostático se da en general a menos de 10 metros de profundidad. Sin embargo, en «La Carretona», en la planta 40, aún estamos en la zona de oxidación si bien el límite debe estar muy cerca, pues las formas oxidadas se reducen ya a núcleos dispersos: por tanto, el nivel freático que controla dicha zona debe estar a esa profundidad. Ello se explica, porque aún cuando, por lo general, dicho nivel es más o menos paralelo a la superficie del terreno (Bateman, 1958, página 291), en las fracturas, sobre todo si son muy abiertas, como es nuestro caso, el agua meteórica desciende por las mismas y entonces la capa de aguas freáticas se dispone según una superficie irregular y denticulada con picos de material oxidado que penetran en la zona de reducción y que res-

ponden a discontinuidades tectónicas. Esto es lo que sucede en nuestro yacimiento que prácticamente está todo él oxidado y meteorizado. En superficie y en las galerías de la mina destacan los materiales oxidados por sus típicas tonalidades rojo-amarillentas. Es debido a los pigmentos limoníticos, en general productos de alteración de pirita, marcasita y melnicovita. Igualmente la mena uranífera primaria está oxidada casi en su totalidad y prácticamente termina al comenzar la zona de reducción.

III. METALOGENIA

Por la estructura y asociación mineral que acabamos de describir, el yacimiento de «La Carretóna» puede ser clasificado como filoniano, de baja temperatura (epitermal), y con minerales satélites tipo sulfuros B. G. P. C. La temperatura de formación viene atestiguada por el aspecto concrecionado de parte de la ganga silicea y por la forma fibrosa que caracteriza a algunos de los sulfuros de hierro, por ejemplo la melnicovita, típico de un ambiente térmico epitermal.

1. *Paragénesis y sucesión*

A la luz de las observaciones de campo y estudio de laboratorio podemos establecer la siguiente sucesión de los minerales que constituyen el yacimiento:

1.º Fracturación de una zona granítica a la que sigue una vena de cuarzo filoniano con fosforita, probablemente a continuación de otra con wolfram o casiterita. Aunque no hemos encontrado ninguno de estos minerales en el yacimiento, durante la explotación se ha tropezado con excavaciones antiguas que podrían suponer la existencia de los mismos dado lo frecuente de casos semejantes en muchos filones de la región.

2.º Reapertura y brechificación subsiguiente con depósito de sílice microcristalina, cuarzo jasperoideo y los minerales que forman la mena: a) Blenda, galena, calcopirita, pirita; b) pechblenda, melnicovita, marcasita. Toda esta segunda fase se desarrolla ya en régimen epitermal.

3.º Nuevos fenómenos de cataclásis que fisuran el material favoreciendo el amplio desarrollo de esta fase, que es de oxidación, con todo el cortejo de minerales originados. Se formarían entonces los sulfuros supergénicos covelina y calcosina, mientras que la pechblenda va pasando a coracitas y a todos los demás productos secundarios de uranio ya nombrados. Aquí tiene lugar la principal hematización que invade todo el yacimiento, si bien otros productos hematíticos pueden haberse formado anteriormente.

4.º Sin seguir una rigurosa sucesión cronológica, podríamos señalar otra

fase: la correspondiente a la formación de los productos negros de uranio (ya descritos) y las piritas de nueva génesis en núcleos de reducción local dentro de la zona general de oxidación. Efectivamente, se ha visto en varios tramos del nivel 20, filoncillos con pirita fresca, rodeados de una aureola de reducción con tonos claros a la que sigue inmediatamente el granito hematizado. Esta disposición indica que, en esos tramos, la pirita es posterior a los productos hematíticos y todo hace suponer que se ha formado a partir de los mismos por un proceso de reducción que ha dejado como huella la aureola correspondiente.

2. *Origen de la mineralización*

Los problemas que nuestro yacimiento plantea en cuanto a la fuente del uranio son análogos a los demás yacimientos intragraníticos de la región, por ejemplo el de «Los Ratonos», y ellos han sido considerados por Arribas (1962), quien los asemeja a los de otros yacimientos epitermales europeos. Este autor se hace eco favorable de la opinión expresada en el trabajo «La notion de gite epithermal uranifère» de Geffroy y Sarcia (1958), los cuales sustentan una hipótesis para la formación de este tipo de yacimientos que no encaja en las teorías concebidas por la metalogenia clásica, que suponen una diferenciación por cristalización fraccionada a partir de fluidos hipogénicos de origen magmático.

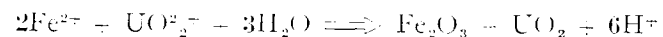
Dichos autores piensan que el uranio se ha concentrado a partir del contenido en las inclusiones de las biotitas o camuflado en las plagioclasas cálcicas y que pasa a solución al alterarse dichos minerales, depositándose en estructuras con ambiente geológico y físico-químico favorable.

Así, ellos aportan datos sobre la abundancia del uranio en las rocas graníticas, la cual es lo suficientemente alta para formar yacimientos interesantes si acompaña la tectónica y demás procesos confluente a la transformación de las rocas.

En cualquier caso, en lo que todos los autores están de acuerdo es en el papel importante que desempeña el agua, calentada geotérmicamente, como vehículo transportador del uranio, ya sea éste de origen profundo, o lo que es más verosímil, procedente de la lixiviación del granito circundante. Por esto queremos añadir algunas consideraciones a este respecto, y sobre la deposición del uranio aplicables a nuestro yacimiento.

Aún difieren los investigadores al exponer su criterio sobre la valencia con que migra el uranio en las soluciones hidrotermales, si bien la mayoría de ellos se inclinan en que es transportado como U^{+6} dada la solubilidad de sus compuestos, sobre todo en forma de complejos, y el medio reductor de ciertas estructuras filonianas en las que la deposición uranífera a partir del uranio exavalente se explica muy bien por los procesos de oxidación-reducción.

Los datos experimentales aportados por Rafalski (1958), conducen a la misma idea, aunque no da sus conclusiones como definitivas. El autor ruso ha logrado sintetizar pechblenda entre ciertos intervalos de presión y temperatura mediante reducción de carbonatos o sulfatos de uranilo por SiH_2 , por hierro ferroso o por minerales naturales del tipo de la «pirita, calcopirita, galena, siderita, hornblenda, y la materia orgánica de las pizarras carbonosas». Por ejemplo, la reducción mediante el hierro bivalente la expresa según la reacción:



A temperatura ambiente y en medio ácido el equilibrio está desplazado hacia la izquierda, pero a partir de cierta temperatura, se desplaza hacia la derecha, es decir, hacia la producción de bióxidos de uranio que precipita.

Estos datos experimentales pueden ser una guía que nos lleve a interpretar la formación de la mena uranifera primaria de «La Carretona», dentro del amplio margen de factores en que se desenvuelven los procesos naturales.

La gran abundancia de sulfuros de hierro en la estructura tectónica que forma nuestro yacimiento y cuyo depósito es, en gran parte, anterior al de la pechblenda, crearia un medio altamente reductor. Si suponemos al uranio en forma de compuesto soluble de U^{+6} y transportado por las aguas en régimen epitermal, al llegar a ese medio, de potencial redox mucho más bajo, precipitaría en forma de pechblenda que es menos soluble. Esto lleva consigo la oxidación de hierro bivalente de la pirita, que en parte se transformaría en hematitas. Por eso, simultáneamente con la deposición de la pechblenda, habría existido una hematización que ahora está totalmente enmascarada por la intensidad de los procesos de oxidación posteriores. Esto no impide que en los niveles supergénicos pudo precipitar directamente algo de U^{+6} en forma de fosfato, que es también muy soluble, formando minerales del grupo de la autunita, que iría desapareciendo al ir actuando la erosión subsiguiente.

La evolución de la mena primaria, siguiendo las transformaciones señaladas a través del presente trabajo, daría lugar al estado actual del yacimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, A.: *Mineralogía y Metalogía de los yacimientos españoles de uranio «Los Ratones», Albalá (Cáceres)*. «Estudios Geológicos», Vol. XVIII, pp. 117-131 (1962 A).
 ---: *Mineralogía y Metalogía de los yacimientos españoles de uranio. Las pizarras uraníferas de la provincia de Salamanca*. «Estudios Geológicos», Vol. XVIII, pp. 155-172 (1962 B).
 BATEMAN, A. M.: *Yacimientos minerales de rendimiento económico*. Trad. al español por Amorós, J. L. Omega, Barcelona (1957).

- BERBEZIER, J. et FABRE, P.: *Le matériel radioactif dans la recherche des minerais radioactifs*. «Revue de l'Électricité», T. 65, p. 467-470 (1965).
 CHAVES, F.: *El peldespato potásico como subproducto de la transformación biotita-clorita*. «Estudios Geológicos», num. 27-29. Traducido al español por Fuster, J. M. C. S. I. C. (1955).
 GARRELS, R. M.: *Mineral equilibria at low temperature and pressure*. Harper, New York (1960).
 GEFEROY, J. et SARCIA, J. A.: *La notion de gîte epithermal uranifère et les problèmes qu'elle pose*. «Bull. Soc. Geol. France», 6, T. VIII, Paris (1958).
 GOLDSCHMIDT, V. M.: *Geochemistry*. Clarendon Press, Oxford (1954).
 HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *El mineral de uranio de Albalá (Cáceres)*. «Acad. Cenc. Exact. Fis. Quím. y Nat. Rev. 39» (4) (1945).
 HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y ROSO DE LUNA, I.: *Explicación de la Hoja 729. Alcuéscar (Cáceres y Badajoz)*. «Instituto Geológico y Mínero», Madrid (1951).
 ---: *Explicación de la Hoja 739. Montánchez (Cáceres)*. Instituto Geológico y Mínero, Madrid (1953).
 MASOX, B.: *Principios de Geoquímica*. Trad. al español por Candel Vila, R. Omega, Barcelona (1960).
 NOEKOLDS, S. R.: *Average Chemical Compositions of some igneous Rocks*. «Bull. Geol. Soc. América», V. 65, p. 1.007-1.032 (1954).
 RAVALSKI, R. P.: *Estudios experimentales de las condiciones del transporte y deposición del uranio por las soluciones hidrotermales*. «Actas de la 2.ª Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre la utilización de la energía atómica con fines pacíficos». Vol. 2, pp. 161-176. Naciones Unidas, Ginebra (1958).
 RYKKAM, K. y SAHAMA, Th. G.: *Geoquímica*. Trad. al español por Volívar Izquierdo, I. Aguilar, Madrid (1954).
 ROUBAULT, M.: *Determination des minéraux des roches au microscope polarisant*. Lamarre, Poinot, Paris (1963).
 TORNER, F. U. y VERHOOGEN: *Petrología ígnea y metamórfica*. Trad. al español por Fuster, J. M. y Strong, P. M. Omega, Barcelona (1963).

LÁMINA I

Fig. 1.—M. 5.999 (Rfa. Lab. Min.) Fotografía directa, tamaño natural.

La Carretona. Trabajos de explotación en el filón 1' al N. del pozo maestro. Aspecto a tamaño natural de la brecha filoniana que refleja la fracturación del granito y silicificación subsiguiente. Las oquedades están ocupadas por los restos del granito adamellítico muy alterado en productos arcillosos.

Fig. 2.—M. 5.302; P. T 3.550; PP. 613. Fotografía directa ampliada 4 veces.

La Carretona. Trabajos de explotación al N. del filón 1' en el mismo lugar que la anterior. Otra brecha de cuarzo, también a tamaño natural. Esta, sin restos graníticos aparentes. El color gris se debe a que la muestra está pigmentada de productos negros de uranio, los cuales se concentran en las cavidades de la roca (color negro).

LÁMINA I

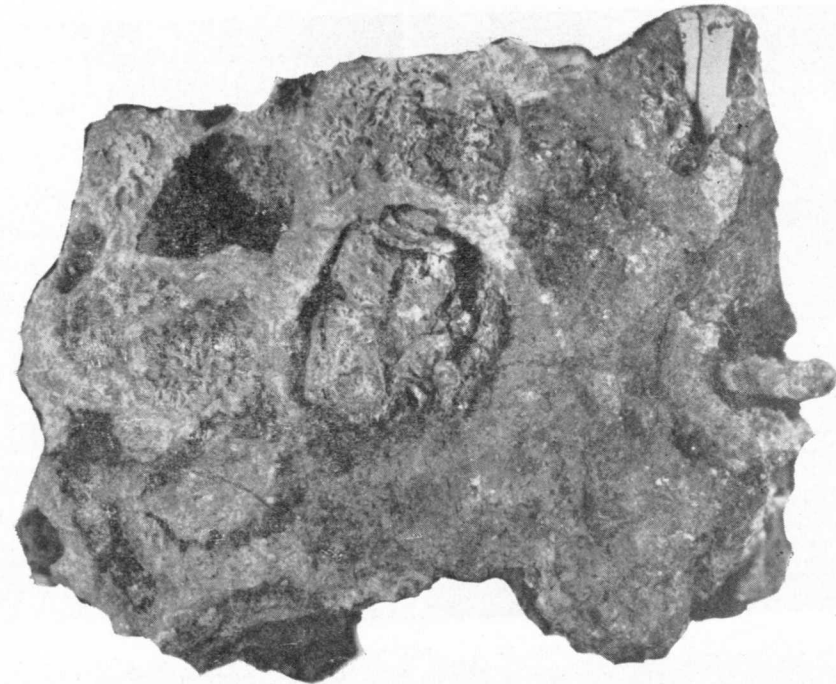


LÁMINA II

Fig. 1.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona. M. 11. Hemos señalado como una característica del granito en que arma el yacimiento uranífero la presencia de andalucita. En la figura destaca la presencia de dicho mineral (cristales de tono gris con superficie rugosa) que se está transformando en moscovita.

Fig. 2.—Sección transparente X 25 N. C.

La Carretona. M. 1. Un aspecto del granito. Destacan las plagioclasas con sus maclas polisintéticas. En el centro, abajo, biotita con inclusiones de circón (punteado negro). En el centro, izquierda, cristales de andalucita con los bordes transformados en moscovita (blanco).

Fig. 3.—Sección transparente X 40 N. C.

La Carretona. M. 15. Aunque más raro, también hay silimanita en el granito encajante. Obsévese en la figura dicho mineral (blanco) con forma de finas secciones prismáticas incluidas en el cuarzo (centro gris claro) o en ortosa algo peritítica (el resto del campo).

Fig. 4.—Sección transparente X 40 N. C.

La Carretona. Otro campo de la muestra anterior. Abajo, dos cristales de silimanita en ortosa; arriba, algo de cuarzo (blanco y negro) entre la andalucita que está casi totalmente transformada en moscovita.

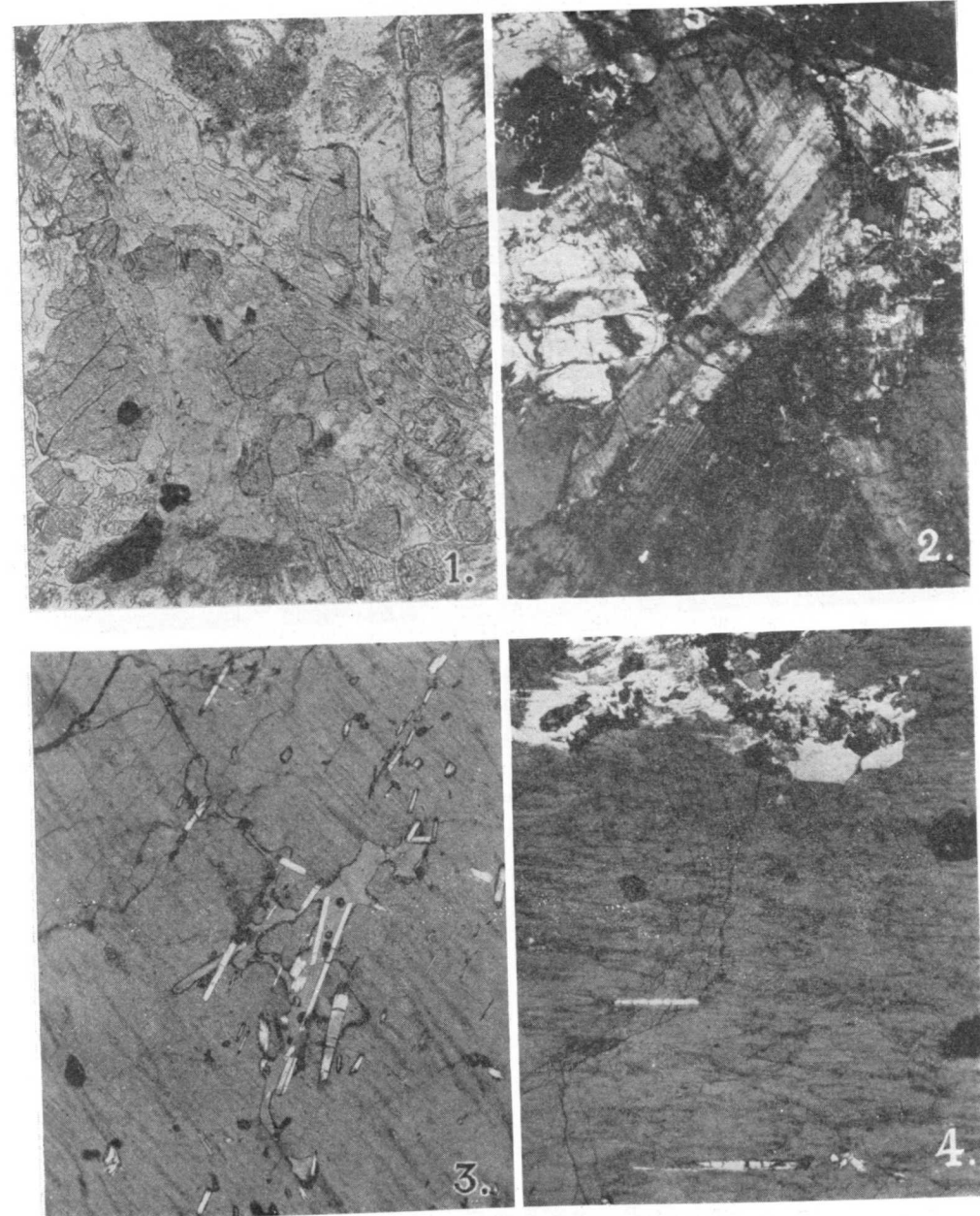


LÁMINA III

Fig. 1.—Sección transparente X 25 N. C.

La Carretona M. 11. De nuevo la granodiorita: a la izquierda, cristales de turmalina (gris oscuro) que destacan por su mayor refringencia.

Fig. 2.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona M. 9 Un aspecto de la brecha de cuarzo (blanco y gris claro) cementada por materias arcillosa y limonítica (gris oscuro y negro).

Fig. 3.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona. M. 11. Los cristales negros de la figura, representan láminas de biotita totalmente cloritizada, en que aún se observan los halos pleocroicos debidos al circón (punetado negro). Queremos destacar la formación de ortosa (franjas irregulares de color gris claro que surcan la clorita) en el proceso de la cloritización.

Fig. 4.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona. Otro campo de la misma muestra. Entre las plagioclasas sericitizadas, la clorita, procedente de la transformación de biotita, contiene inclusiones de circón y agujas de rutilo, éstas representadas por el rayado fino de color negro.

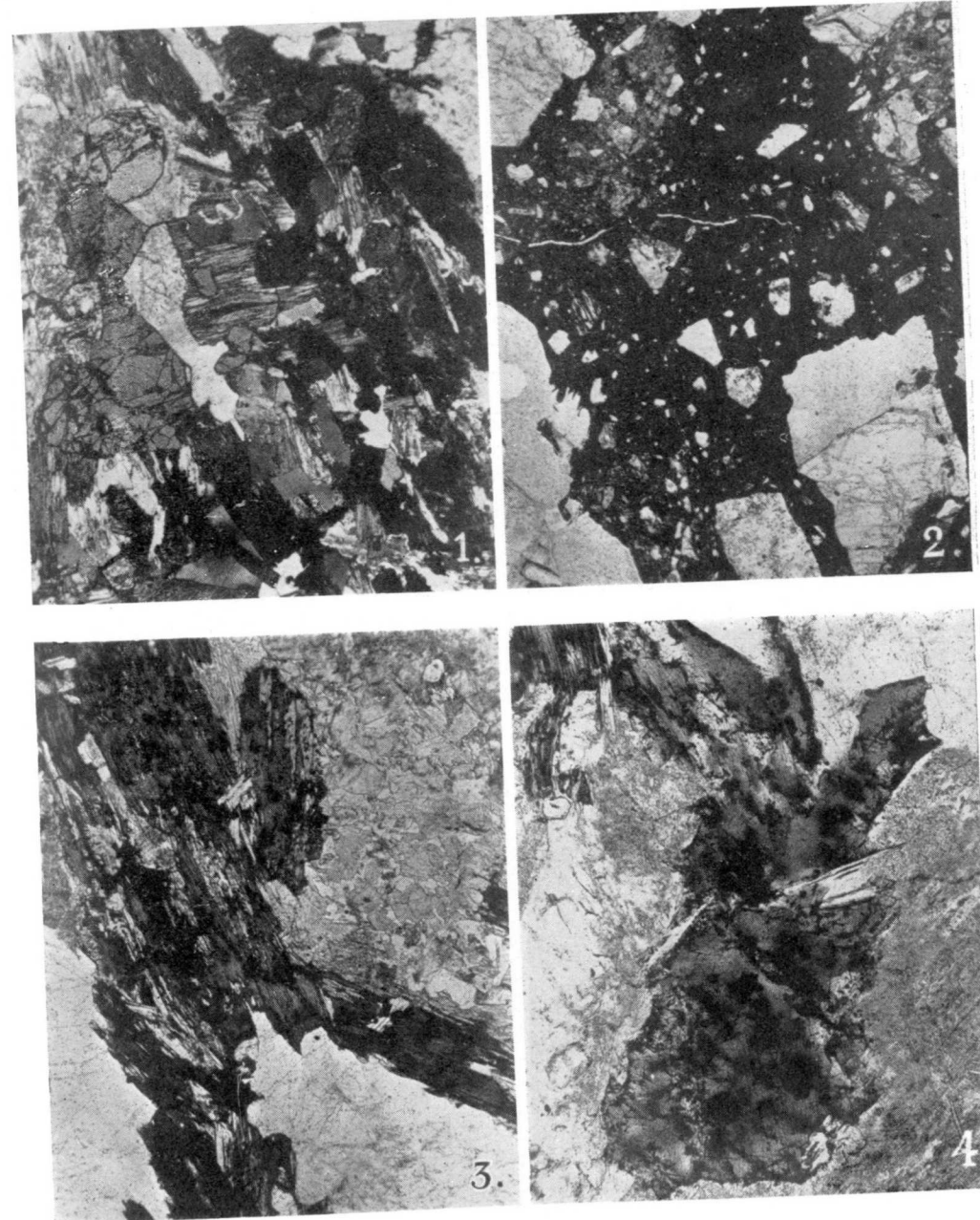


LÁMINA IV

Fig. 1.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona M. 10. Aspecto de la brecha mineralizada: cuarzo microcristalino (blanco y gris claro), poros y fisuras rellenas de óxidos de hierro (negro) y autunita (centro), en agregados escamosos.

Fig. 2.—Sección transparente X 25 L. N.

La Carretona. Otro campo de la brecha con características semejantes a la anterior. La mineralización uranífera se concentra siempre en las fisuras, donde las pequeñas láminas de fosfato de uranio están enmascaradas por los abundantes óxidos de hierro.

Fig. 3.—Sección pulida X 25 L. N.

La Carretona. M. 35. Pechblenda (blanco) y coracita (gris claro). Obsérvese la orientación subparalela de las fisuras rellenas por los productos secundarios de uranio (gris oscuro). Las últimas acciones tectónicas han favorecido el proceso de oxidación de la pechblenda (blanco), ya en gran parte transformada en coracita (gris claro); de ahí la diferencia de color.

Fig. 4.—Sección pulida X 25 L. N.

La Carretona. M. 35. Otro aspecto de la pechblenda y coracita dispuestas en esferulitos y semiesferulitos o en pequeñas bandas onduladas. También las fisuras están rellenas de fosfatos de uranio.

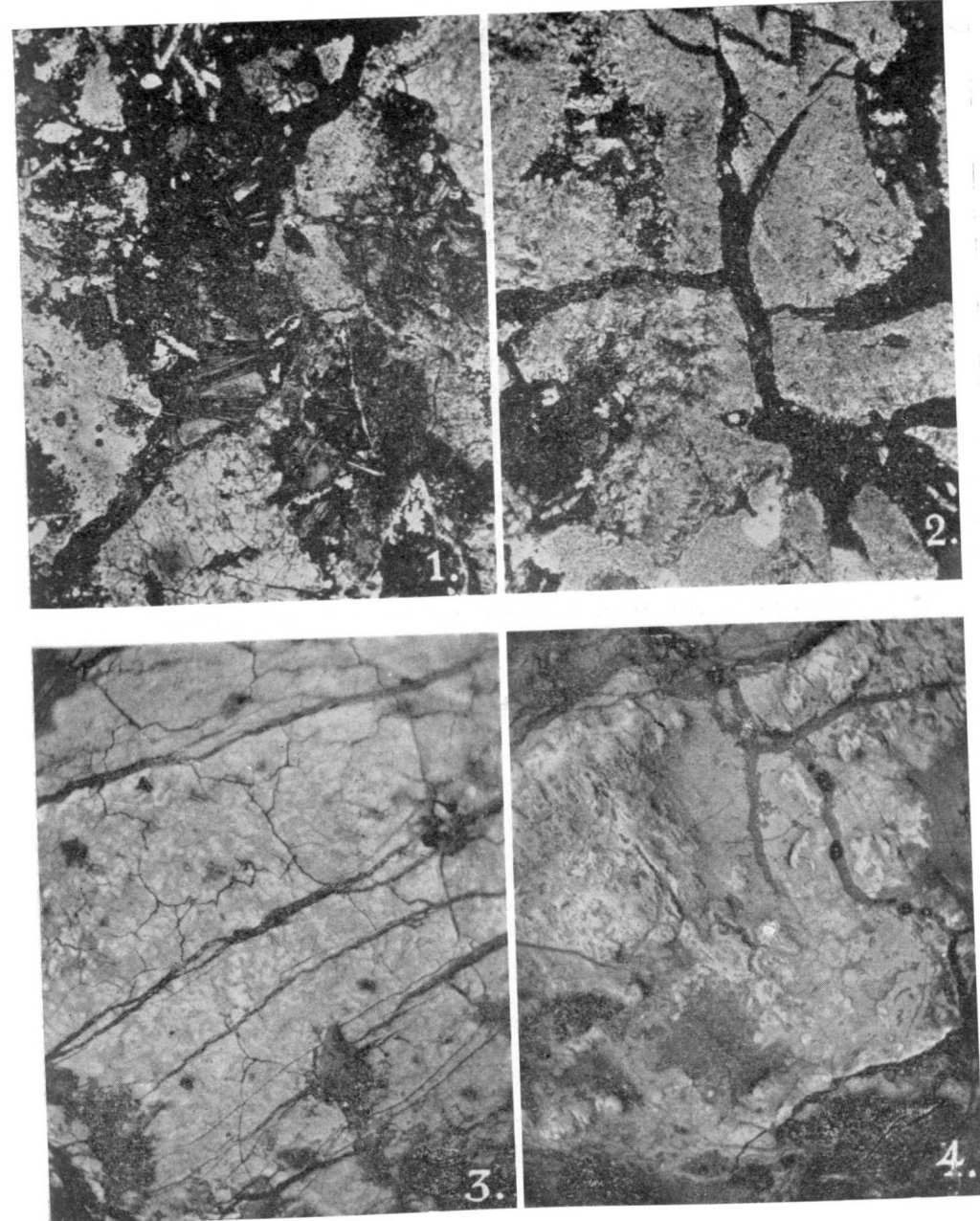


LÁMINA V

Fig. 1.—Sección pulida X 25 L. N. M. 3.264, P. P. 321, P. T. 1.624 (Rfa. Lab. Mineralogía). La Carretona. Nivel 20, Filón 1; Galería Sur. Cristales de blenda (blanco) incluidos en cuarzo jaspeado (gris).

Fig. 2.—Sección pulida X 60 L. N. M. 5.302, P. P. 613, P. T. 35.550 (Rfa. Lab. Min.). La Carretona. En el centro, un cristal de calcopirita (blanco), que está siendo reemplazada por covelina y calcosina (gris).

Fig. 3.—Sección pulida X 25 N. C. M. 2.295, P. P. 166 (Rfa. Lab. Min.). La Carretona. Sobre el fondo gris oscuro que corresponde a pirita (isótropa), aparecen puntos de color gris claro y blanco, correspondientes a marcasita (anisótropa). Ambos minerales aparecen mezclados en La Carretona. Los cristales blancos y más grandes son minerales micáceos, y por tanto, iluminados por las reflexiones internas.

Fig. 4.—Sección pulida X 140 L. N. M. 35. La Carretona. La melnicovita es otro de los sulfuros de hierro existentes en La Carretona, aunque en muy poca cantidad. El cristal del centro de la figura muestra la estructura fibroso-radiada característica del mineral.

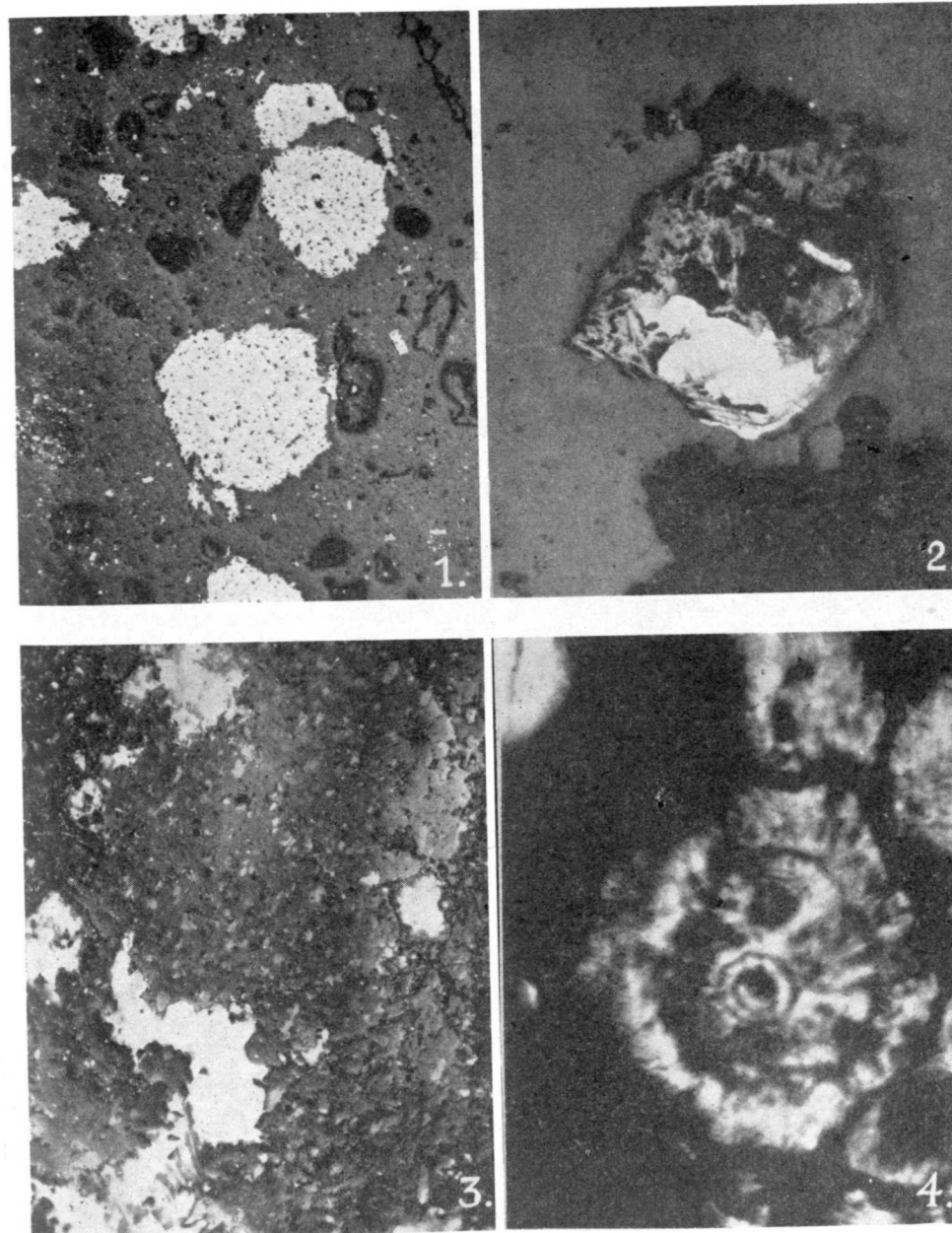


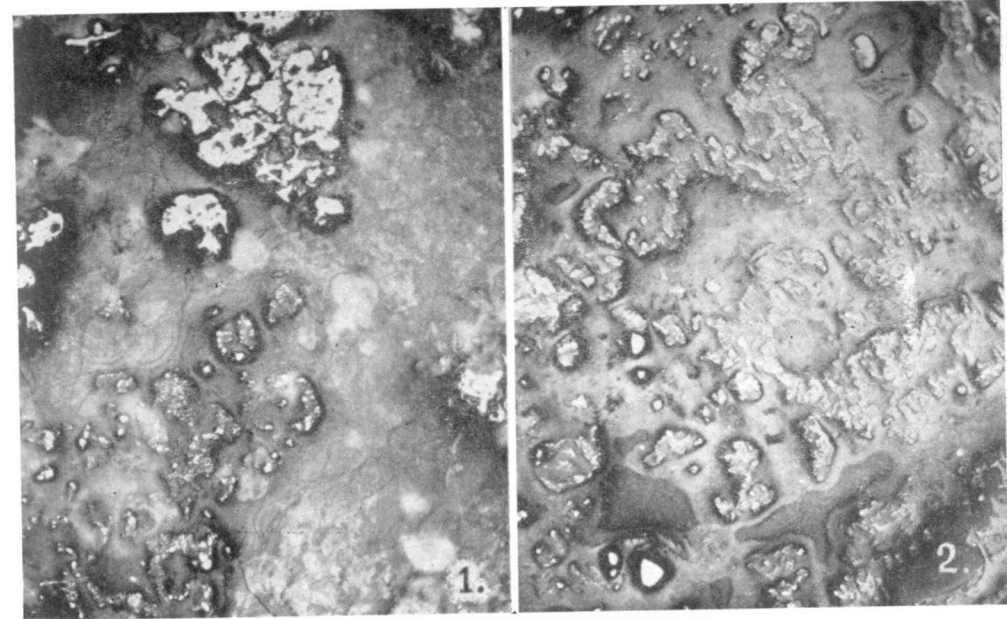
LÁMINA VI

Fig. 1.—Sección pulida X 25 L. N.

La Carretona. M. 35. De nuevo la pechblenda y coracita, dispuestas en guirnaldas, reflejando siempre estructuras típicas de los minerales formados por deposición coloidal. Arr.ba (blanco), cristales de pirita.

Fig. 2.—Sección pulida X 25 L. N.

La Carretona. M. 35. Al mismo tiempo que la pechblenda (fondo gris claro) se ha depositado la pirita (blanco con relieve positivo). Obsérvese cómo ésta sigue la estructura de la pechblenda en sus variadas formas que suponen un depósito coloidal. Por tanto, probablemente se trata de una recristalización de melnicovita, llamada también pirita coloidal.



J. C. KOENIGUER

ETUDE PALEOXYOLOGIQUE DU RIO DE ORO

Dans un travail récent inédit nous avons posé le problème des flores fossiles encore inconnues du Tertiaire de l'Afrique du NO. L'étude suivante bien que succincte nous apporte quelques précisions sur la flore du Miocène du Río de Oro.

A. Schenk avait décrit en 1898 dans un gisement des environs de Villa Cisneros un plan ligneux d'une Caesalpiniacée fossile: le *Caesalpinioxylon quirogae*; en 1910, J. Schuster a mentionné la présence du *Sterculioxylon aegyptiacum* dans un gisement voisin.

Les échantillons décrits dans cette note ont été recueillis dans les sables continentaux du Miocène de la région de Villa Cisneros par M. G. Lecoindre que nous sommes heureux de remercier ici très vivement (1). M. le Professeur Ed. Boureau nos a confié la description et la détermination de ces échantillons, nous lui exprimons tous nos remerciements.

FAMILLE DES SAPINDACEAE

SAPINDOXYLON almclai n. sp.

(Collection Boureau n.º 4026-4030 à 4033)

Les échantillons étudiés not été récoltés à Pozo Sidi Aissa (n.º 4026) et à El Argoub (n.º 4030-4031-4032-4033 A & B).

Ces échantillons sont silicifiés, assez peu minéralisés, suffisamment riches en matières organiques (cellulose et lignine) pour qu'il ait été possible de les colorer au vert d'iode.

(1) Voir G. LECOINDRE: «N. y C.», núm. 91, 1966. Voir aussi G. LECOINDRE et J. C. KOENIGUER: «N. y C.», núm. 80, 1965.

1. ETUDE ANATOMIQUE

A) LES VAISSEAUX.

1) *Arrangement des pores*

En coupe transversale on remarque la présence de zones annuelles d'accroissement que mettent en évidence des variations de dimensions des pores et des fibres. Les vaisseaux sont répartis en zones poreuses.

A titre d'exemple les limites des zones d'accroissement de l'une des lames étudiées sont distantes de 2,9-5,4-3,3-2,9-4,6-3-4,7-3,3 mm. Les limites de ces zones ne sont pas marquées par un parenchyme terminal.

2) *Grouperment des pores*

Les pores sont solitaires (25 %) ou groupés en vaisseaux multiples radiaux de 2 pores (25 %), 3 pores (19 %), 4 pores (12 %), 5 pores (10 %), on note parfois la présence d'amas de pores.

3) *Les dimensions des pores*

En coupe transversale les pores ont une forme arrondie. Le diamètre tangentiel des pores est compris entre 80 μ et 240 μ , il est en moyenne de 150 μ , ils sont donc de dimensions moyennes selon l'échelle des qualificatifs de C. R. Metcalfe & L. Chalk (1950). Le diamètre radial des pores est compris entre 105 μ et 255 μ , il est en moyenne de 155 μ .

De part et d'autre d'une limite de deux zones de croissance le diamètre tangentiel moyen des pores est de 170 μ dans le bois initial, il est de 150 μ dans le bois final.

4) *La disposition des vaisseaux*

La disposition des vaisseaux est irrégulière.

5) *La densité des pores*

La densité des pores est comprise entre 11 et 20 pores par mm² de surface transversale, elle est en moyenne de 12 par mm². Les pores sont donc en nombre moyen suivant la terminologie de Chattaway puisque leur nombre moyen est compris entre 10 et 20 par mm².

T A B L E A U I

		<i>Sapindoxylon stromeri</i>	<i>Sapindoxylon almelai</i> n. sp.	<i>Sapindoxylon pleikuense</i>	<i>Sapindoxylon antioquiense</i>
AGE GEOLOGIQUE		Oligoc.—MIOC. inf. de Basse Egypte	Miocène du Rio de Oro	Néogène du Sud-Annam	Tertiaire de Colombie
V A I S S E A U X	zones de croissance	présentes, zones poreuses	présentes, zones poreuses	présentes, zones poreuses	plus ou moins distinctes
	diamètre tangentiel	65 — 100 μ	bois init. : 170 μ — fin. : 150 μ	bois init. : 500 μ — fin. : 160 μ	75 — 200 μ
	densité	25 — 30/mm ²	12/mm ²	2 — 3/mm ²	4 — 7 par mm ²
	groupement des pores	solitaires et v. multiples	solitaires et v. multiples	solitaires et v. multiples	solitaires et v. multiples
	longueur des éléments		298 — 510 μ	190 — 520 μ	300 — 750 μ
	punctuations	hexagonales ou arrondies	arrondies : 5 — 8 μ	hexagonales : 7 — 10 μ	rondes ou hexagonales : 4 — 8 μ
	perforation	simple	simple horizont.	oblique, simple	simple, oblique
	contenu	—	—	thyllose	—
PARENCHYME VERTICAL	paratrachéal	présent, rare	rare	peu développé, légèrement aliforme	rare, plus ou moins vasicentrique
	apotrachéal	diffus, rare	—	diffus, rare	—
RAYONS LIGNEUX	hauteur	1 — 12 étages (20 — 220 μ)	(2) — 9 (20) étages 50 — 150 — 400 μ	4 à 20 étages 175 μ à 15 μ)2) = 10 = (10) étages 50 — 250 — 500 μ
	largeur	1 — (2) — sériés	1 — (2) — sériés	1 — (2) — sériés	1 — (2) — ser., 15 — 25 μ
	type des rayons	homogène III	homogène III	homogène III	homogène III
	densité (nb. par mm)	15 à 20 par mm	4 à 7 par mm	11 — 13 par mm	5 par mm
	disposition	en chicane	en chicane	en chicane	en chicane
F I B R E S	diamètre transversal		16 — 18 μ	13 à 16 μ	15 μ à 28 μ
	paroi		mince	mince	mince : 3 — 5 μ
	nombre de fibres séparant les rayons		(3) — 7 — (11)	1 à 6	3 à 8

TABLEAU II

		DOMBEYOXYLON oweni (CARR.) KRAUSEL		DOMBEYOXYLON monodii BOUREAU	DOMBEYOXYLON oweni (CARR.) KRAUSEL
AGE GEOLOGIQUE		Olig. et Mioc. inf. (Egypte, Somalie)	Eoc. sup. (?) de la Syrie	Cont. term. post-Eoc. (Azaouad, Tindouf)	Miocène du Rio de Oro
VAISSEAUX	zones d'accroissement	peu marquées	peu marquées	faibl ^t marquées	absentes
	nombre au mm ²	2 -- 3	6 -- 7	1,5	9 -- 12
	diamètre tangentiel	(127 μ) -- 200 μ -- (250) μ	(100 μ) -- 150 μ -- 175 μ (245 μ)	400 μ -- 400 μ	100 μ -- 180 μ -- 240 μ
	longueur des éléments vasculaires	300 -- 350 μ	200 -- 450 μ	—	—
	perforation	simple	simple	simple	simple
	groupement des pores	par 1 -- 2 ou 3	par 1 -- 2 -- 3 -- 4	pores isolés	par 1 -- 2 -- 3 -- 4
	punctuations	—	7 -- 8 μ	5 μ \times 6,5 μ	5 μ à 6 μ
	thyllose	présente	présente	présente	présente
PARENCHYME VERTICAL	paratrachéal	peu marqué	peu net	peu net	absent
	diffus	en chaînettes 11 -- 20 par mm radial	en chaînettes 15 par mm radial	en chaînettes 13 par mm radial	en chaînettes 15 par mm radial
RAYONS	type	homogène	homogène	homogène	homogène
	hauteur (nb. d'étages)	10 -- 20 -- (40)	(10) -- 15 -- (30)	11 -- 15	3 -- 12 -- 30
	largeur	(1) -- 2 -- sériés	(1) -- 2 -- sériés, 31 μ	1 -- (2) -- sériés	1 -- (2) -- sériés
	nombre au mm tangentiel	—	14	15 -- 18	19 à 23
	disposition	en chicane	en chicane	étagée	en chicane
FIBRES	largeur	6 -- 20 μ	15 -- 20 μ	16 μ	20 μ
	paroi	6 μ	4 -- 6 μ	3 μ	—
	nombre séparant les rayons	2 -- 3 -- (15)	5	2	2

6) *Aspect longitudinal des éléments de vaisseaux*

En coupe longitudinale on observe que les éléments de vaisseaux ont une longueur comprise entre 290 μ et 510 μ , ils sont donc assez courts ou de dimensions moyennes.

Les parois terminales des éléments de vaisseaux sont horizontales, les perforations de ces cloisons sont simples.

Les ponctuations de la paroi latérale des éléments de vaisseaux sont aréolées, en disposition alterne, non ornées semble-t-il, leurs diamètres sont compris entre 5 μ et 7 μ , elles sont de petite taille.

7) *Contenu des vaisseaux*

Les vaisseaux sont dépourvus de tout contenu gommeux et de thyllose.

B) LE PARENCHYME LIGNEUX VERTICAL.

Le parenchyme vertical de nos échantillons est très rare, il est para-trachéal, juxta-vasculaire, circum-vasculaire le plus souvent, il entoure les vaisseaux d'un manchon régulier ayant une épaisseur de 1 à 2 couches de cellules. Ce parenchyme n'est que très rarement confluent, seulement dans le cas où deux vaisseaux sont très rapprochés l'un de l'autre.

C) LES RAYONS LIGNEUX.

1) *Dimensions des rayons*

La hauteur des rayons ligneux est comprise entre 50 μ et 400 μ , elle est en moyenne de 150 μ à 200 μ , ils sont extrêmement courts selon la terminologie de Chattaway. Dans le sens de la hauteur on compte de 2 à 20 cellules, 9 cellules en moyenne.

Pourcentages montrant la distribution de la hauteur des rayons ligneux :

H = hauteurs des rayons (en μ):

n = fréquences (nombres de cas observés).

H	0	50	100	150	200	250	300	350	400
		1	10	29	13	39	6	1	

La largeur des rayons ligneux est en moyenne de 25 μ , ils sont donc très fins (Chattaway). Ils sont formés d'une seule rangée de cellules: ils sont unisériés, quelquefois on remarque la présence de quelques rayons partiellement bisériés sur un ou deux étages.

Les cellules des rayons apparaissent iso-diamétriques en coupe tangentielle, donnons quelques exemples de mesures (Tg. \times Rad.):

29 $\mu \times$ 30 μ ; 22 $\mu \times$ 22 μ ; 16 $\mu \times$ 22 μ ; 17 $\mu \times$ 17 μ ; ...

La longueur radiale des cellules couchées est en moyenne de 50 μ à 65 μ .

2) Nombre des rayons

En coupe tangentielle, sur une ligne horizontale de 1 mm on compte de 4 à 7 rayons ligneux, ils sont en nombre moyen.

3) Constitution cellulaire

Les rayons ligneux sont formés de cellules couchées comme le montrent les coupes radiales.

4) Type des rayons

Formés de cellules couchées toutes identiques, les rayons ligneux de ces bois fossiles sont donc homogènes, ils sont tous unisériés, il s'agit de rayons du type homogène III de D. A. Kribs.

5) Disposition des rayons

Les rayons ligneux sont disposés sans ordre, en chicane.

D) LES FIBRES LIGNEUSES.

1) Aspect des fibres

En coupe transversale les fibres apparaissent disposées en files radiales, leur diamètre transversal moyen est de 16 à 18 μ , elles sont étroites. La paroi des fibres a une épaisseur de 2 μ , ce sont des fibres à paroi fine. Nous ne pouvons pas préciser la longueur des fibres.

2) Nature des fibres

Dépourvues de ponctuations aréolées, peut être pourvues de ponctuations simples (?), les fibres de nos plans ligneux sont des fibres libriformes ou simpliciponctuées; elles ne sont pas septées.

E) APPAREIL SECRÉTEUR.

Les échantillons fossiles étudiés sont dépourvus de canaux sécréteurs.

II. AFFINITÉS

A) POSITION SYSTÉMATIQUE DES ÉCHANTILLONS ÉTUDIÉS.

La présence dans nos échantillons fossiles de zones poreuses, de perforations simples et le caractère homogène III des rayons ligneux nous conduisent à rechercher des affinités parmi les familles suivantes:

<i>Anacardiaceae</i>	<i>Rhamnaceae</i>
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Rutaceae</i>
<i>Caesalpinaceae</i>	<i>Sapindaceae</i>
<i>Combretaceae</i>	<i>Staphyleaceae</i>
<i>Euphorbiaceae-Crotonoidae</i>	<i>Tamaricaceae</i>
<i>Meliaceae</i>	<i>Thymeleaceae</i>
<i>Mimosaceae</i>	
<i>Proteaceae</i>	

Selon les descriptions de l'ouvrage synthétique de C. R. Metcalfe et L. Chalk seuls certains genres de *Caesalpinaceae* actuelles présenteraient l'ensemble des caractères décrits à propos des échantillons du Río de Oro. Mais l'absence du caractère orné des ponctuations latérales et intervasculaires des éléments de vaisseaux nous conduit à éliminer cette famille.

Les planches de l'Atlas des Bois de la Côte d'Ivoire de D. Normand nous montrent que nos plans ligneux fossiles présentent certaines affinités avec les genres actuels *Eriocochum* (Pl. 93, Tome II) et *Allophylus* (*Allophylus africanus* P. de Beauv., Pl. 91, Tome II), bien que ceux-ci ne possèdent pas de zones poreuses; ces deux genres sont classés dans la famille des *Sapindaceae*.

Les caractères de la famille des *Sapindaceae* sont représentés dans nos échantillons fossiles:

— les vaisseaux parfois de taille moyenne;

- la présence de vaisseaux multiples formés de 2 à 3 pores ou plus, plutôt en forme de 8 que de 6;
 - la taille des ponctuations latérales des éléments de vaisseau;
 - le parenchyme para-trachéal rare;
 - le caractère unisériel et homogène des rayons ligneux.
- C'est par le nom de genre

Sapindoxylon Kräusel 1922

que nous désignerons les échantillons fossiles étudiés.

B) COMPARAISON AVEC LES ESPÈCES CONNUES DU GENRE *Sapindoxylon*.

Les *Sapindaceae* fossiles dont on connaît les structures ligneuses sont les suivantes :

- en Afrique : *Sapindoxylon stromeri* Kräusel, 1939 ; de l'Oligocène et du Miocène intérieur de Basse Égypte ;
- en Colombie : *Sapindoxylon antioquiense* Schonfeld 1947 ;
- dans l'archipel des Petites Antilles (Antigua) : *Schmidclipsis zirkelii* Felix, 1882 ;
- en Indonésie : *Sapindoxylon janssonii* Kräusel, 1922 (Sumatra) ; *Djambioxylon sumatrense* Kräusel, 1922 (Sumatra) ; *Sapindoxylon klitzingi* (Pfeiffer & Van Heurn, 1928), Edwards, 1931 (Java) ;
- en Indochine : *Sapindoxylon plikucense* Boureau, 1950 (Néogène du Sud-Annam).

Le tableau I montre que nos échantillons se distinguent nettement du *Sapindoxylon stromeri*, par contre ils présentent de réelles affinités avec le *Sapindoxylon antioquiense* du Tertiaire de Colombie, mais il nous semble qu'il s'agit là d'une convergence de structures, l'éloignement des deux gisements rend en effet improbable l'identité des deux espèces qui correspondraient aux deux plans ligneux.

Nous sommes donc en présence d'un nouveau type de plan ligneux du genre *Sapindoxylon* que nous désignerons par :

Sapindoxylon almelai n. sp.,

en hommage à M. Almela, ancien Directeur de l'Instituto Geológico y Minero de España.

III. DIAGNOSE

Sapindoxylon almelai n. sp.—Structure hétéroxylée d'une Angiosperme Dicotylédone. Les zones d'accroissement sont bien marquées, les pores sont distribués en zones poreuses. Les vaisseaux sont solitaires ou groupés, ils sont de dimensions moyennes (160 μ) et en nombre moyen (12 par mm² de surface transversale). Les éléments de vaisseaux sont de dimension moyenne (400 μ), les perforations terminales sont simples et horizontales, les ponctuations intervaseulaires sont de petite taille (5 à 7 μ).

Le parenchyme vertical est paratrachéal, circum-vasculaire et rare.

Les rayons ligneux sont extrêmement courts, unisériés, du type homogène III, en nombre moyen (4 à 7 au mm horizontal tangentiel).

Les fibres libriformes sont étroites et à paroi fine.

FAMILLE DES LEGUMINOSAE

Sous-famille des *Caesalpiniaceae*

CAESALPINIOXYLON aff. *quirogae* Schenk 1889
(Cotype)

Collection BOUREAU n.° 1031 A & B

Les échantillons étudiés ont été récoltés à 6 km au nord de El Argoub au pied de la falaise, ces échantillons sont très silicifiés, les structures sont bien conservées.

I. DESCRIPTION ANATOMIQUE

A) LES VAISSEAUX.

1) Arrangement des pores

On observe que les coupes transversales sont dépourvues de zones d'accroissement. La répartition des pores est diffuse.

2) Groupement des pores

Les pores sont le plus souvent solitaires (40 %), mais aussi groupés en pores multiples radiaux de 2 pores (30 %), 3 pores (20 %), ou 4 pores (10 %).

3) *Les dimensions des pores*

Les pores solitaires ont en coupe transversale une forme ovale, le diamètre tangentiel varie de 110 μ à 240 μ , il est en moyenne de 170 μ , les vaisseaux sont donc de dimensions moyennes; le diamètre radial des pores est compris entre 110 μ et 290 μ et est en moyenne de 220 μ .

4) *La disposition des vaisseaux*

La disposition des vaisseaux est irrégulière.

5) *La densité des pores*

Le nombre de pores au mm^2 de surface transversale varie de 4 à 7, les vaisseaux sont donc assez rares.

6) *Aspect longitudinal des éléments de vaisseaux*

Les éléments de vaisseaux observés en coupe longitudinale ont une longueur comprise entre 200 et 700 μ , elle est en moyenne de 350 μ , les éléments de vaisseaux sont donc assez courts ou de dimension moyenne.

Les parois terminales des éléments de vaisseaux sont légèrement obliques, elles sont inclinées de 30° environ par rapport à l'horizontale; la perforation est simple.

Les ponctuations latérales des éléments de vaisseaux sont aréolées, alternées et d'une façon certaine ornées: on distingue en effet des granulations dans la cavité des aréoles. Le diamètre des ponctuations intervasculaires va de 6 à 7 μ , elles sont de petite taille.

7) *Contenu des éléments de vaisseaux*

Certains vaisseaux sont pourvus d'un contenu sombre.

B) LE PARENCHYME LIGNEUX VERTICAL.

Le parenchyme vertical comprend deux catégories d'éléments:

-- d'une part un parenchyme para-trachéal, juxta-vasculaire, vasi-centrique, aliforme, rarement confluent; les portions adaxiales et abaxiales des manchons de parenchyme circum-vasculaire ont une épaisseur

de 3 à 4 rangées de cellules, les ailes montrent fréquemment 7 à 8 épaisseurs de cellules. Parfois lorsque deux pores ou groupes de pores sont côte à côte, les parenchymes confluent, mais ce caractère est rare.

— d'autre part des bandes de parenchyme circum-médullaire d'une épaisseur de 2 à 3 couches de cellules qui incluent souvent des vaisseaux et leur parenchyme para-trachéal. Ces bandes sont distantes de 0,2 à 2 mm, et en moyenne de 0,75 mm.

C) LES RAYONS LIGNEUX.

1) *Dimensions des rayons ligneux*

Les rayons ligneux sont hauts de 100 à 500 μ , soit en moyenne de 275 μ , ils sont extrêmement courts.

Pourcentages montrant la distribution de la hauteur des rayons ligneux:

H : hauteurs des rayons (en μ);

n : fréquences (nombres de cas observés).

H	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
			8	12	31	33	9	5	4	1	

Leur largeur est comprise entre 20 et 24 μ , ils sont très fins, formés par une seule rangée verticale de cellules on les qualifie de unisériés.

2) *Nombre de rayons*

Sur une longueur de 1 mm horizontal tangentiel on compte de 15 à 22 rayons, 17 à 18 rayons en moyenne, ils sont donc très nombreux.

3) *Constitution cellulaire*

Les rayons ligneux de ce bois fossile sont formés:

— de cellules couchées formant le corps des rayons ligneux;

— de cellules dressées marginales disposées sur un seul étage;

ces deux catégories cellulaires s'observent bien en coupe radiale.

En coupe tangentielle les cellules des rayons paraissent isodiamétriques ; citons quelques exemples de mesures (Tg. × Rad.) :

30 μ × 32 μ ; 28 μ × 22 μ ; 22 μ × 26 μ ; 20 μ × 22 μ ; ...

En coupe radiale les cellules couchées ont une longueur radiale allant de 30 à 80 μ (50 μ en moyenne) ; les cellules dressées ont une longueur radiale allant de 24 à 30 μ et une hauteur verticale de 35 à 40 μ .

4) Type des rayons ligneux

De constitution hétérogène et unisériés, ces rayons ligneux appartiennent donc au type hétérogène III de D. A. Kribs.

5) Disposition des rayons

Les rayons ligneux sont disposés sans ordre précis, en chicane, parfois cependant on peut constater la présence de traces d'étagement, dans certains cas on remarque que quelques rayons fusionnent et forment des rayons agrégés ou faux rayons.

D) LES FIBRES LIGNEUSES.

Les fibres ont un diamètre transversal allant de 13 à 17 μ , elles sont étroites puisque celui-ci est inférieur à 24 μ , leur paroi est mince : elle a une épaisseur de 2 à 3 μ . Dépourvues de ponctuations aréolées ce sont des fibres libriformes.

E) LES ÉLÉMENTS SÉCRÉTEURS.

Les échantillons étudiés sont dépourvus de canaux sécréteurs.

II. AFFINITÉS

A) POSITION SYSTÉMATIQUE DE NOS ÉCHANTILLONS FOSSILES.

La présence de ponctuations inter-vasculaires aréolées oracées, de fibres libriformes et les caractères du parenchyme vertical nous conduisent à attribuer nos échantillons fossiles à la famille des Légumineuses. Nous éliminons la sous-famille des *Papilionaceae* dont les bois présentent un étagement des rayons ligneux lorsque ceux-ci sont courts.

Chez les *Mimosaceae*, selon C. R. Metcalfe et L. Chalk, une seule espèce présente des rayons ligneux hétérogènes ; mais ils sont plurisériés.

Par contre de nombreux genres parmi la famille des *Caesalpinaceae* présentent des rayons ligneux hétérogènes.

C'est donc à la famille des *Caesalpinaceae* qu'il faudrait rattacher nos échantillons fossiles, cependant il convient de tenir compte d'une évolution éventuelle des éléments anatomiques au cours du temps géologique, aucun argument ne peut être opposé au fait que les *Mimosaceae* du Tertiaire présentaient peut-être un beaucoup plus grand nombre de genres pourvus de rayons ligneux hétérogènes.

C) COMPARAISON AVEC LES PLANS LIGNEUX ÉTUDIÉS ET DE QUELQUES PLANS LIGNEUX ACTUELS DE *Caesalpinaceae* AFRICAINES.

Nous avons constaté des affinités avec les espèces de *Caesalpinaceae* suivantes de l'Afrique Centrale (L. Lebaeq, *Atlas anatomique des bois du Congo Belge*) :

Isoberlinia angolensis Hoyle & Brenan (Pl. 79) ;

Berlinia congolensis Kcay (Pl. 83) ;

Paramacrolobium (Macrolobium) coeruleum Leonard (P. 89) ;

Anthonota (Macrolobium) fragrans Exell & Hillcoat (Pl. 90) ;

A. brieiyi Leonard (P. 91) ;

et certaines espèces du genre *Gilbertiodendron* (Pl. 94-95).

Des affinités semblent exister avec les espèces suivantes de la Côte d'Ivoire (D. Normand, *Atlas des bois de la Côte d'Ivoire*) :

Berlinia acuminata Sol. (Pl. 34) ;

B. bracteosa Benth (Pl. 34) ;

Brachystegia leonensis Davy & Hutch. (Pl. 35) ;

Macrolobium chrysophylloides Hutch. & Dalz. (Pl. 46) ;

M. splendidum Pellegr. (Pl. 46).

C) COMPARAISON AVEC LES PLANS LIGNEUX DE LÉGUMINEUSES FOSSILES D'AFRIQUE ET D'EUROPE.

Parmi les Légumineuses fossiles d'Europe et d'Afrique une seule espèce est pourvue de rayons ligneux du type hétérogène III, il s'agit du *Caesalpinioxylon quirogae* Schenk 1889 trouvé et décrit dans le gisement même dont nous étudions quelques échantillons.

Les espèces *Leguminioxylon albizziac* Kräusel, 1939 du Miocène inférieur d'Égypte, *Caesalpinioxylon mogadaense* Boureau 1950, du Miocène du Sud

Algérien et *Pterocarpoxyton arambourgii* Boureau 1951, de l'Yprésien du Maroc, se distinguent de notre échantillon par des rayons ligneux homogènes.

Le tableau suivant nous permet de comparer notre échantillon à l'holotype décrit par Schenk :

		<i>Caesalpinioxyton quirogae</i> (holotype)	<i>Caesalpinioxyton quirogae</i> (cotype)
V A I S S E A U X	zones poreuses	absentes	absentes
	répartition des vaisseaux	diffuse	diffuse
	densité	25 par mm ²	7 — 5 par mm ²
	diamètre tangentiel	150 μ	170 μ
	punctuations intervasculaires	aréolées	aréolées ornées
	groupement des pores	isolés, vaisseaux multiples (2 — 3 pores)	solitaires (40 %), vaisseaux multiples radiaux de 2 (30 %), 3 pores (20 %)

PARENCHYME VERTICAL		— paratrachéal — bandes tangentielles	— paratrachéal aliforme — bandes tangentielles
R A Y O N L I G N E U X	type	?	hétérogène III
	hauteur	—	275 μ
	largeur	uni-sériés	uni-sériés
	nombre par mm horizontal tangentiel	11 — 12	17 — 18

La description sommaire et incomplète donnée par Schenk ne nous permet pas de mener une comparaison plus sérieuse, il est tout à fait possible que le caractère hétérogène des rayons ligneux ait échappé à Schenk. Les variations que l'on remarque à propos des dimensions et du nombre des vaisseaux peuvent être attribuées à l'influence de facteurs écologiques édaphiques ou climatiques.

Aussi nous désignerons nos échantillons fossiles par le nom d'espèce défini par Schenk et dédié à Quiroga :

Caesalpinioxyton aff. *quirogae* Schenk, 1889

III. DIAGNOSE

Caesalpinioxyton quirogae Schenk 1889. — Structure hétéroxylée secondaire d'une Angiosperme Dicotylédone. On n'observe pas de zones de croissance, la répartition des vaisseaux est diffuse.

Les vaisseaux sont solitaires ou groupés en files radiales de 2 à 4 pores. Les vaisseaux sont de dimensions moyennes (diamètre tangentiel moyen : 170 μ), assez rares (4 à 7 par mm² de surface transversale). Les punctuations intervasculaires sont aréolées et ornées.

Le parenchyme vertical comprend un parenchyme para-trachéal vasicentrique, aliforme, peu confluent et des bandes de parenchyme circum-médullaire distantes en moyenne de 700 μ.

Les rayons ligneux sont extrêmement courts (275 μ), unisériés, du type hétérogène III de Kribs, très nombreux (17 à 18 au mm horizontal tangentiel) et disposés en chicane.

Les fibres ligneuses sont étroites et à paroi mince.

FAMILLE DES STERCULIACEAE

Sous-Famille des Buettnerieae

DOMBEYOXYLON ovceni (Carr.) Kräusel, 1939

Echantillon: Coll. Boureau, n.° 4027

L'échantillon étudié a été récolté à Pozo Sidi Aissa. Cet échantillon est très silicifié, les structures sont assez bien conservées.

I. DESCRIPTION ANATOMIQUE

A) LES VAISSEAUX.

1) Arrangement des pores

La répartition des pores est typiquement diffuse, il ne peut pas être mis en évidence de variations de densité ni de dimensions des pores.

2) Groupement des pores

Les pores sont solitaires (20 %), le plus souvent groupés en files radiales de 2 pores (65 %), de 3 pores (10 %) ou de 4 et 5 pores (5 %).

3) Les dimensions des pores

Les pores sont de forme ovale, ils apparaissent quelquefois très aplatis dans le sens tangentiel par suite de compressions au cours de la fossilisation. Le diamètre tangentiel est compris entre 100 et 240 μ , il est en moyenne de 180 μ , les vaisseaux sont donc de dimensions moyennes à assez grandes; le diamètre radial est compris entre 220 et 270 μ .

4) La disposition des vaisseaux

La disposition des vaisseaux est irrégulière.

5) La densité des pores

La densité des pores est comprise entre 9 et 12 vaisseaux par mm^2 de surface transversale, ils sont donc en nombre moyen.

6) Aspect longitudinal des éléments de vaisseaux

L'état de conservation des parois des éléments de vaisseaux, très déformées par la fossilisation bien que conservées, d'une part et la présence d'une abondante thyllose d'autre part rendent difficile la reconnaissance des pa-

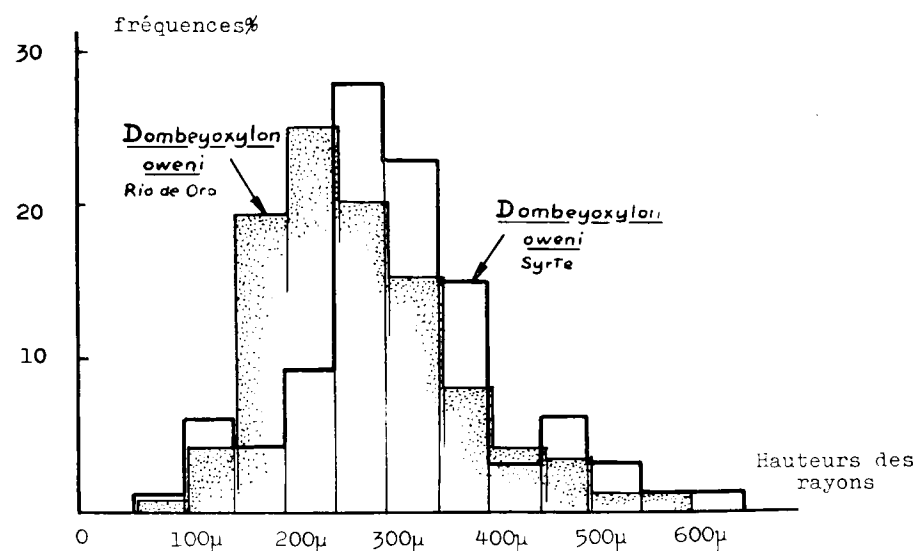


Figure 1.—Histogrammes montrant la répartition de la hauteur des rayons (en μ) des plans ligneux de *Dombeyoxylon oweni* du Rio de Oro et de la Syrie.

rois terminales des éléments de vaisseaux, il nous est impossible de préciser la longueur de ces éléments.

Par contre les punctuations intervasculaires et latérales de la paroi des vaisseaux sont bien conservées, leurs diamètres sont compris entre 5 et 6 μ , elles sont de petite taille, de forme ronde, alternées, non ornées, l'ouverture des aréoles est allongée dans le sens transversal.

7) Le contenu des vaisseaux

Parfois les vaisseaux renferment un contenu sombre dû semble-t-il à la minéralisation. Par contre de nombreux vaisseaux renferment de la thyllose.

B) LE PARENCHYME LIGNEUX VERTICAL.

En coupe transversale on observe le parenchyme vertical de caractère apotrachéal, il est indépendant des pores, diffus et groupé, les cellules de parenchyme sont isolées (parenchyme diffus) mais le plus souvent groupées en courtes chaînettes tangentielles formées de 2, 3, 4, ou 5 cellules, souvent les chaînettes sont interrompues par les rayons ligneux, eux mêmes nombreux. Les chaînettes alternent avec des bandes de fibres épaisses de 2, 3 à 4 fibres. Les chaînettes sont au nombre de 15 par mm horizontal radial. Les cellules de parenchyme vertical sont souvent pourvues d'un contenu sombre, ce qui donne aux coupes transversales un aspect remarquable: les chaînettes sombres de parenchyme alternent avec des bandes fibreuses claires.

C) LES RAYONS LIGNEUX.

1) Dimensions des rayons

Les rayons ligneux sont fusiformes, de hauteur extrêmement courte: ils sont hauts de 50 à 600 μ , en moyenne de 250 μ ; la figure 1 montre la distribution de la hauteur des rayons. Leur largeur s'étend de 21 μ (rayons unisériés) à 35 μ (rayons bisériés), ils sont donc très fins. La plupart des rayons sont formés d'une seule rangée verticale de cellules, ils sont surtout unisériés, mais assez souvent ils ont bisériés sur toute ou une partie de leur hauteur.

2) Nombre des rayons

Sur un mm horizontal tangentiel on compte de 19 à 23 rayons, ils sont donc très nombreux.

3) *Constitution cellulaire et type des rayons*

Les rayons ligneux sont exclusivement formés de cellules couchées, ils sont donc homogènes et peuvent être classés dans le type homogène I de D. A. Kribs puisqu'ils sont uni- et bisériés.

4) *Disposition des rayons*

Les rayons ligneux sont disposés sans ordre, en chicane.

D) LES FIBRES LIGNEUSES.

1) *Aspect des fibres*

En coupe transversale les fibres apparaissent disposées en files radiales. Des mesures de leur diamètre transversal montrent qu'elles sont étroites (15 à 20 μ). Leur paroi semble très épaisse: il est difficile de distinguer la lumière des fibres d'autant plus que la minéralisation de ce bois est très poussée.

E) L'APPAREIL SECRÉTEUR.

Ce bois fossile est entièrement dépourvu de canaux sécréteurs normaux ou traumatiques.

II. AFFINITÉS

1) *Position systématique de notre échantillon fossile*

Le parenchyme vertical est diffus et groupé en chaînettes dans les familles actuelles suivantes (H. Bancroft, 1938; R. Kräusel, 1939; Ed. Bureau, 1956).

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Annonaceae</i> . | 7. <i>Juglandaceae</i> . |
| 2. <i>Apocynaceae</i> . | 8. <i>Myrtaceae</i> . |
| 3. <i>Bombacaceae</i> . | 9. <i>Rubiaceae</i> . |
| 4. <i>Boraginaceae</i> . | 10. <i>Sapotaceae</i> . |
| 5. <i>Ebenaceae</i> . | 11. <i>Styracaceae</i> . |
| 6. <i>Euphorbiaceae</i> . | 12. <i>Sterculiaceae</i> . |

Les rayons ligneux des familles 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 et 11 sont typiquement hétérogènes.

Chez les *Annonaceae*, les *Myrtaceae* les rayons ligneux sont typiquement hauts et larges et non pas uni- ou bi-sériés. C'est donc à la famille des *Sterculiaceae* qu'appartient notre échantillon fossile.

Les principaux caractères des plans ligneux des deux sous-familles des *Sterculiaceae* (*Sterculieae* et *Buettnerieae*) sont résumés dans le tableau suivant:

	Sterculieae	Buettnerieae
Vaisseaux	rare diamètre tangentiel moyen	assez rares ou en nombre moyen diamètre tangentiel moyen
Parenchyme vertical	— diffus et vasicentrique peu développé — ou apotrachéal en larges bandes et vasicentrique	— diffus ou diffus et groupé en chaînettes — ou paratrachéal vasicentrique aliforme et confluent
Rayons ligneux	unisériés et plurisériés hétérogènes	unisériés et plurisériés hétérogènes et homogènes

Farmi les *Buettnerieae* seuls les genres *Mansonia* et *Dombeya* présentent des rayons sub-homogènes, le genre *Mansonia* est connu dans la flore tropicale de l'Asie et de l'Afrique Centrale, le genre *Dombeya* au contraire appartient à la flore de l'Afrique équatoriale et de Madagascar.

Nous désignerons notre échantillon fossile par le nom de genre:

Dombeyoxylon Schenk, 1883

2) *Comparaison de notre échantillon fossile avec les plans ligneux fossiles de la famille des Buettnerieae*

Les plans ligneux fossiles de *Buettnerieae* actuellement connus sont les suivants:

- Dombeyoxylon affine* Felix, 1887, du Tertiaire d'Aksum (Abyssinie);
D. jacksonensis Berry, 1924, de l'Éocène de Louisiane;
D. ozeeni (Carruthers) Kräusel, 1939, de l'Oligocène et du Miocène d'Égypte et d'Afrique Orientale;
D. mendii Bureau, 1949, du Continental terminal post Éocène du Sahara soudanais et de Tindouf;
Staubia eriodendroides Felix, 1889, du Tertiaire de Hongrie;
Reevsia miocenica Watari, 1952, du Miocène du Japon.

a) Comparaison avec *Dombeyoxylon affine* Felix, 1887: ce plan ligneux fossile montre:

- des pores de petite taille (80 μ) souvent groupés en files radiales de 7 à 8 pores;
- des pores en nombre moyen (18 par mm^2);
- des éléments de vaisseaux très courts ou assez courts;
- un parenchyme vertical diffus et vasicentrique;
- des rayons ligneux hauts de 300 à 500 μ , uni- ou bisériés, parfois localement trisériés, hétérogènes;

ce plan ligneux fossile se distingue nettement de notre échantillon fossile. Berry a rapproché *Dombeyoxylon jacksonensis* de *D. affine* Felix.

b) Comparaison avec *Staubia criodendroides* Felix, 1884; le genre *Staubia* est très voisin du genre *Dombeyoxylon*, les rayons ligneux de ce bois fossile sont à caractère hétérogène marqué et à structure étagée (d'après Bancroft, 1932).

c) Comparaison avec *Dombeyoxylon monodii* Boureau, 1949; ce bois fossile se distingue de notre échantillon par la disposition typiquement étagée des rayons ligneux le plus souvent unisériés.

d) Comparaison avec *Dombeyoxylon oweni* (Carr.) Kräusel, 1939.

Le tableau II montre que les caractères de notre bois fossile correspondent à ceux de cette espèce, les différences notées ne semblent pas avoir une importance spécifique.

Notre échantillon du Río de Oro s'identifie étroitement avec cette structure fossile, nous le désignerons pour cette raison par:

Dombeyoxylon oweni (Carr.) Kräusel, 1939.

Dombeyoxylon oweni fut décrit par Carruthers en 1870 sous le nom de *Nivolia oweni* Carr., puis par Schenk (1883), Schuster (1910) et Chiarugi (1933) sous le nom de *D. aegyptiacum*.

Les variations de structure de ce plan ligneux fossile ont été bien étudiées par Chiarugi (1933) et par R. Kräusel (1939).

III. AGE GEOLOGIQUE ET PALEOGEOGRAPHIE

La répartition paléogéographique de *Dombeyoxylon oweni* (Carr.) Kräusel est très vaste, nous donnons ci-dessous la liste des principaux gisements connus:

1. Basse Égypte:

- Grand et petite forêts pétrifiées du Caire, Mokattam, Gebel Ahmar, Bir el Fahme (Oligocène inférieur, Schweinfurths, Riebeck, Zittel, Schenk, Schuster, et Carruthers);
- Ouadi Ankebieh (Oligocène inférieur);
- el Fayum (Oligocène inférieur);
- Oasis de Baharia (Oligocène supérieur et Miocène inférieur);
- Ouadi Farigh (Miocène inférieur);
- Ouadi Natrum (Miocène inférieur);
- Moghara (Miocène inférieur);
- Bir Lebuk (Miocène inférieur);
- Ouadi Schait (Miocène);
- Gebel Ahmar (Pliocène supérieur marin ? Oligocène supérieur en fait);
- Ouadi Ssanur (Pliocène supérieur?).

2. Palestine:

le gisement est indéterminé (W. Koert, 1924).

3. Somalie italienne: dans le Miocène de la basse vallée du Dabor (Chiarugi).

4. Sardaigne:

Chiarugi a montré que deux plans ligneux décrits dans le Miocène de Zuri de la basse vallée du Tirso, *Ulmoxyylon lovisatoi* Falqui, 1906 et *Juglansoxyylon zuriensis* Falqui, 1906, étaient en fait des plans ligneux de *D. oweni*.

5. Algérie (1):

Fliche (1887) a signalé la présence d'un plan ligneux fossile proche de *Dombeyoxylon oweni* dans le Miocène du sud d'Oran (?).

6. Syrte:

dans l'Oligocène de Gur el Mghil (Koeniguer, 1964).

7. Río de Oro, dans le Miocène de Pozo Sidi Aïssa.

Ces gisements semblent montrer que l'aire de répartition de ce genre s'étendait le long des rivages septentrionaux de l'Afrique. La répartition phytogéographique actuelle de ce genre suggère que l'aire de répartition du

(1) Nous avons récemment déterminé la présence de cette espèce dans l'Oligo-Miocène de Besseriani (Algérie du Sud, près de l'Oasis de Négrine).

genre *Dombeya* se soit déplacée au cours de l'ère tertiaire de l'Afrique Nord Equatoriale vers le sud de l'Afrique.

CONCLUSION

Pendant longtemps les travaux consacrés aux flores fossiles du Tertiaire de l'Afrique du NO. furent peu nombreux. Notre étude montre un aspect inconnu de la flore du Néogène du Rio de Oro.

Les données que nous apportons sont d'un intérêt certain: la description du *Caesalpinioxylon quirogae* se trouve précisée, la découverte du *Dombeyoxylon oacni* confirme la présence des Sterculiacées au Rio de Oro, et la description d'une nouvelle espèce de Sapindacées porte à deux le nombre des espèces fossiles de cette famille en Afrique.

De nouvelles études dans cette région pourraient le cas échéant nous apporter des connaissances sur la paléophytogéographie des Angiospermes Dicotylédones du Tertiaire dont l'importance tant du point de vue botanique que paléoclimatique ne saurait être négligée.

(Laboratoire de Paléobotanique
de la Faculté de Sciences
de l'Université de Paris.)

BIBLIOGRAPHIE

- BAYCROFT, H. 1932. *Some fossil Dicotyledonous woods from the Miocene (C) beds of East Africa*. «Ann. Bot.», 46 (184), pp. 745-767.
- BOUREAU ED. 1949. *Etude paléoxylologique du Sahara (I): sur le Dombeyoxylon monodii n. sp., Sterculiaceae fossile des environs de Tindouf et de l'Azaouad*. «Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.», 21 (5) pp. 639-646.
- — 1950. *Contribution à l'étude paléoxylologique de l'Indochine (II): Présence du Sapindoxylon pleikuense n. sp. dans les argiles néogènes du Sud de l'Annam*. «Bull. du Serv. Geol. de l'Ind.», 29 (4), pp. 15-22.
- — 1951. *Contribution à l'étude paléoxylologique de l'Afrique du Nord (III): Pterocarpoxylon arambongii n. g., n. sp., bois silicifié de Léguminosae papilionaceae découvert dans les phosphates yprésiens de Khouribga (Maroc)*. «Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.», 23 (5) pp. 552-557.
- — 1953. *Etude paléoxylologique du Sahara (XIX): Legumioxylon ersanense n. sp., bois fossile d'Ersane (Sahara soudanais)*, ibid., 25 (3), pp. 353-359.
- — 1957. *Anatomie végétale*. Tome III. P. U. F. Paris.
- CHIARUGI, A. 1933. *Legni fossile della Somalia Italiana*, in «Paleontologia della Somalia», Paleontographica Italica», 32, suppl. I, pp. 97-167.
- FALGUÉ, G. 1906. *Su alcune piante fossili della Sardegna*. «Cogliari Sessaria», p. 16, Pl. 1.
- FELIX, J. 1882. *Studien über Fossile Hölzer*. Leipzig, pp. 72-73.
- — 1883. *Die fossilen Hölzer Westindiens*. «Sammlung Palaeontologischer Abhandlung», Ser. 1, Heft 1, p. 16 et Pl. 2 et 3.

- GREISS, E. A.H. 1938. *Effect of water supply on the structure of the xylem elements in certain trees in Egypt*. «Bull. Inst. Egypte», 20, pp. 193-225.
- HOEMANN, E. 1952. *Pflanzenreste aus dem Phosphatorkomplex von Pörschachkirchen in Oberdonau*. «Palaeontographica», 92 B, pp. 120-183, Pl. 9-13.
- KOENIGUER, J. C. 1964. *Contribution à l'étude des flores fossiles du Sahara*. Thèse de 3ème Cycle de Paléobotanique, Faculté des Sciences de l'Université de Paris (n.d.t.).
- KRÄUSSEL, P. 1932. *Fossile Hölzer aus dem Tertiar von Süd-Sumatra*. «Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Neder.» (Geol. Ser.), 5, p. 256, Pl.
- — 1939. *Ergebnisse d. Forschungsreisen Prof. E. STROMER in d. Wüsten Agyptens. II: Die fossilen Pflanzen Agyptens*. «Abh. d. Akad. Wiss., M. N., Abt., X. F., Heft 47», pp. 1-140, Pl. 1-23.
- KRIBBS, D. A. 1935. *Salient lines of structural specialization in the wood rays of Dicotyledons*. «Bot. Gaz.», 96, pp. 547-557.
- LEBAUD, L. 1957. *Atlas anatomique des bois du Congo Belge*. Vol. III, 113 Pl., I.N.F.A.C.
- LECOINTRE, G. 1963. *Note sur le Néogène et le Quaternaire marins du Sahara espagnol (Seguicent et Hamra et Rio de Oro)*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», núm. 71, pp. 5-35.
- MERCALFE, C. R. & CHALK, L. 1950. *Anatomy of the Dicotyledons*, 2 vol., Oxford University Press.
- NORMAND, D. 1950. *Atlas des bois de la Côte d'Ivoire*, 3 vol., 158 Pl., C. T. F. T.
- PFEIFFER, J. P. & VAN HEURN, J. F. C. 1928. *Somme fossil woods from Java not yet described*. «Koninklijke Akad. Wetensch. Amsterd.», 21, pp. 1005-1009.
- SCHUSTER, J. 1910. *Über Nioolien und Nioolien Alaliche Hölzer*. «Kungl. Svenska Vetensk. Handl.», Bd. 45, 6, pp. 1-18, Pl.
- SCHUMER, A. 1889. In QUIROGA, D. F. *Observaciones geológicas hechas en el Sahara occidental*. «Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.», 18, pp. 313-383-391, Pl. V-VI.
- SCHONFELD, P. 1947. *Hölzer aus dem Tertiar von Kolumbien*. «Abh. Senckenbergischen Natur. Ges.», 475, pp. 1-53, Fig., Pl.
- ZITTEL, K. A. 1890. *Handbuch der Palaeontologie*, 958 p., Fig., Fig. 432.

Recibido 22 de febrero de 1965.

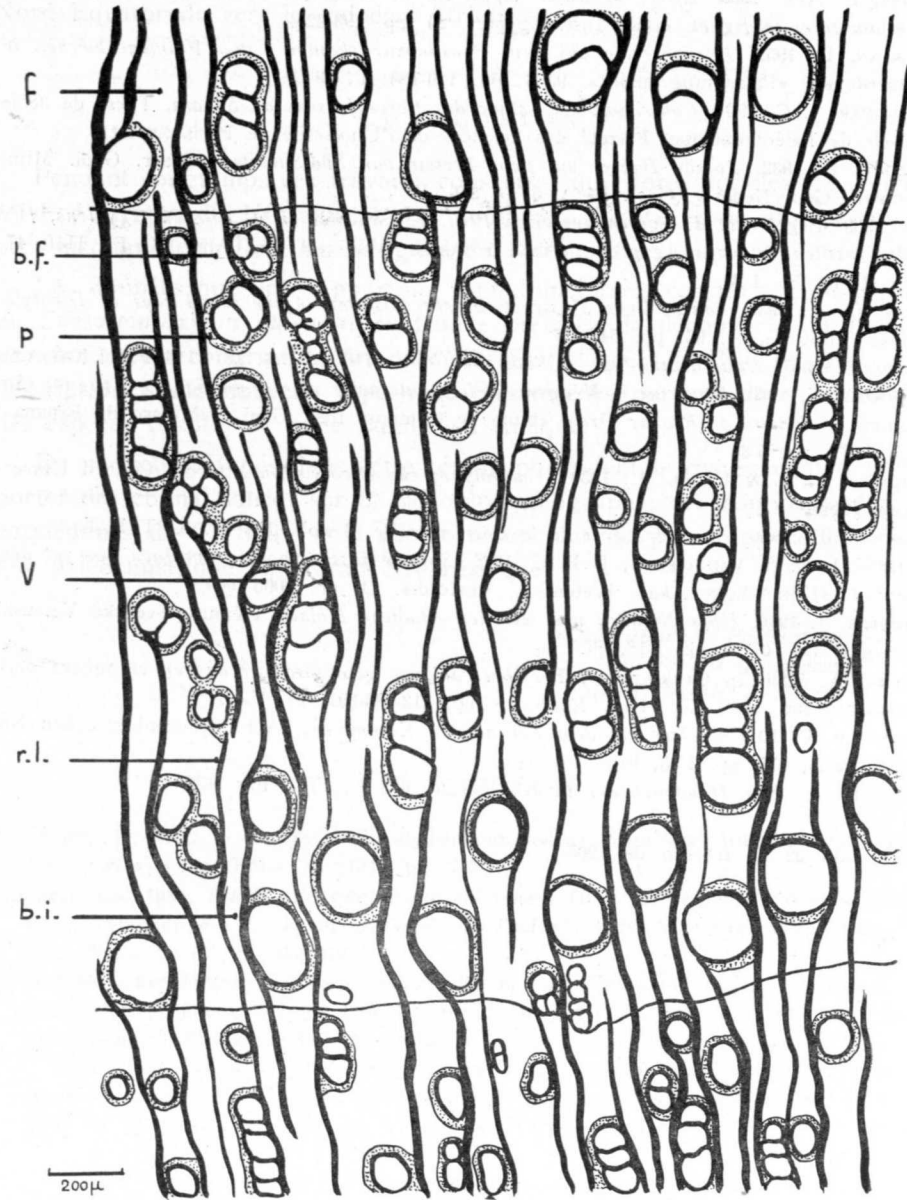


PLANCHE I

Sapindoxylon almelai n. sp.

Représentation schématique d'une portion de lame mince transversale.

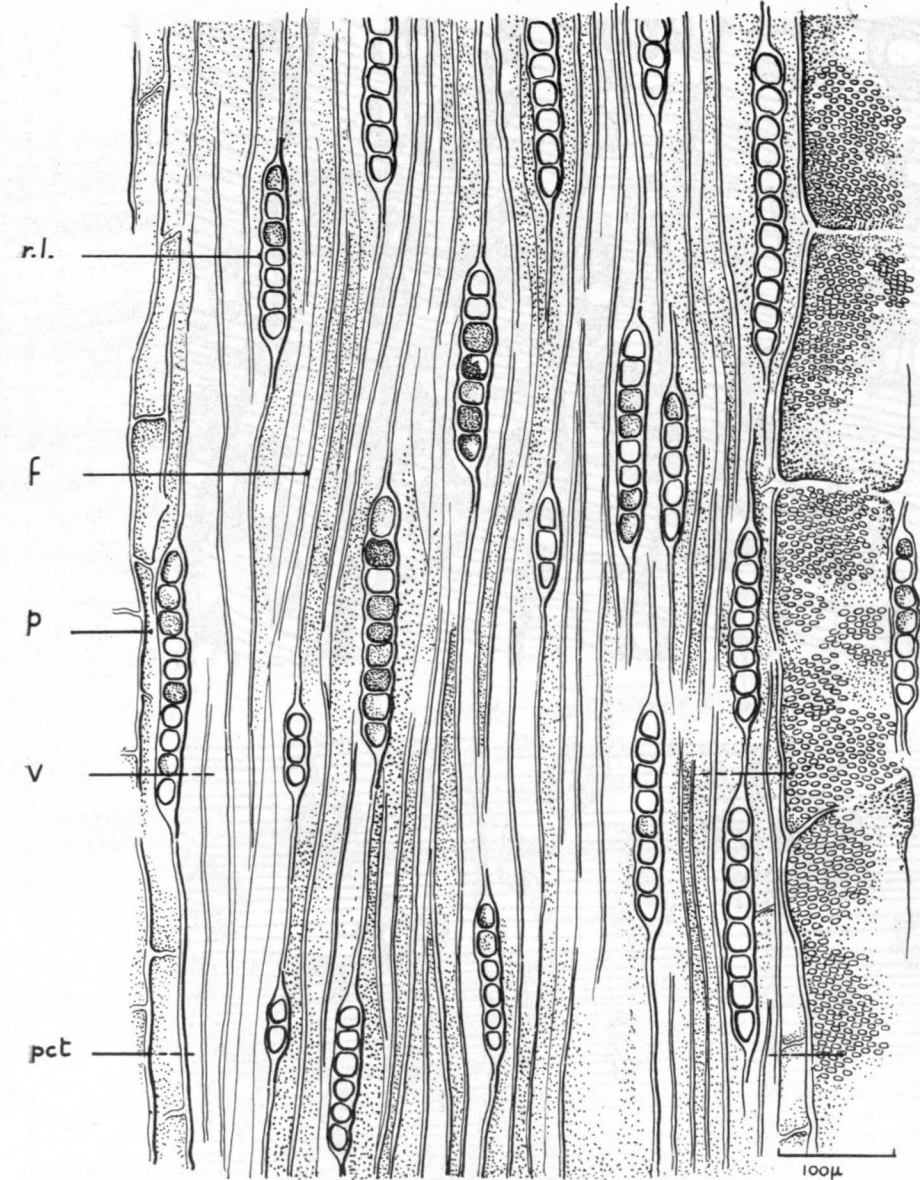
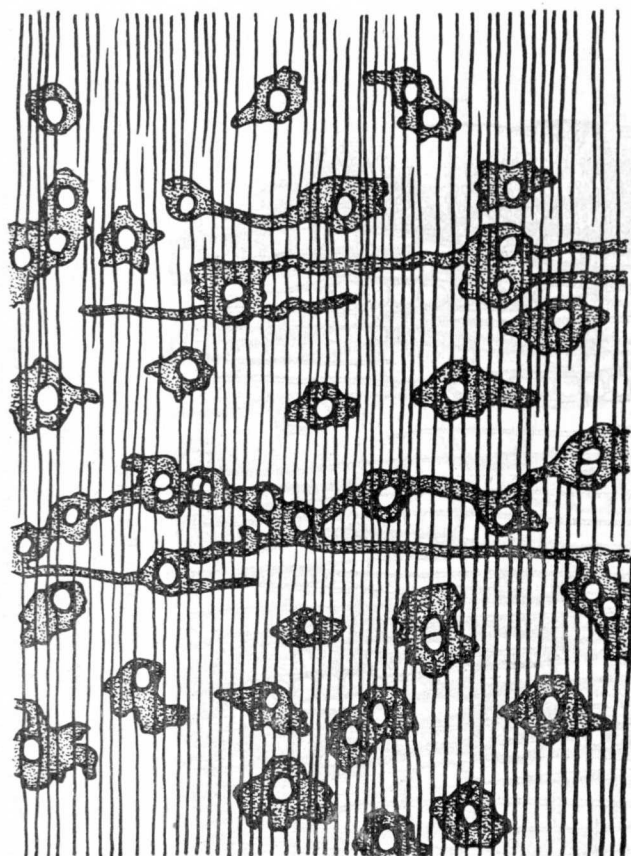


PLANCHE II

Sapindoxylon almelai n. sp.

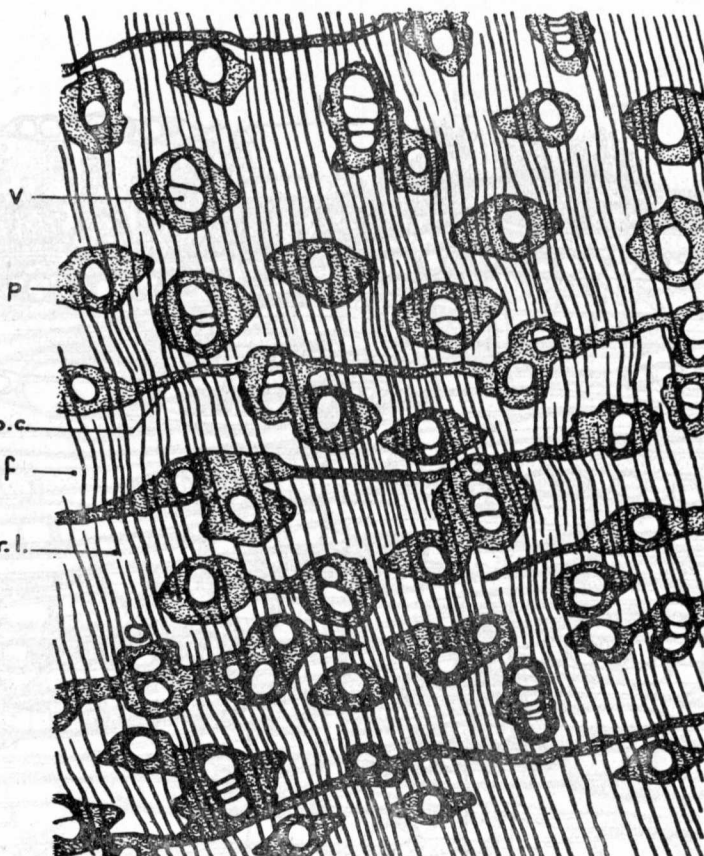
Dessin d'une portion de lame mince tangentielle montrant les éléments de vaisseaux (v.), leurs punctuations intervasculaires aréolées, petites, de contour arrondi (pct.), les cellules du parenchyme vertical (p), les rayons ligneux (r. l.) et les fibres l'briformes (f.).



1

PLANCHE III

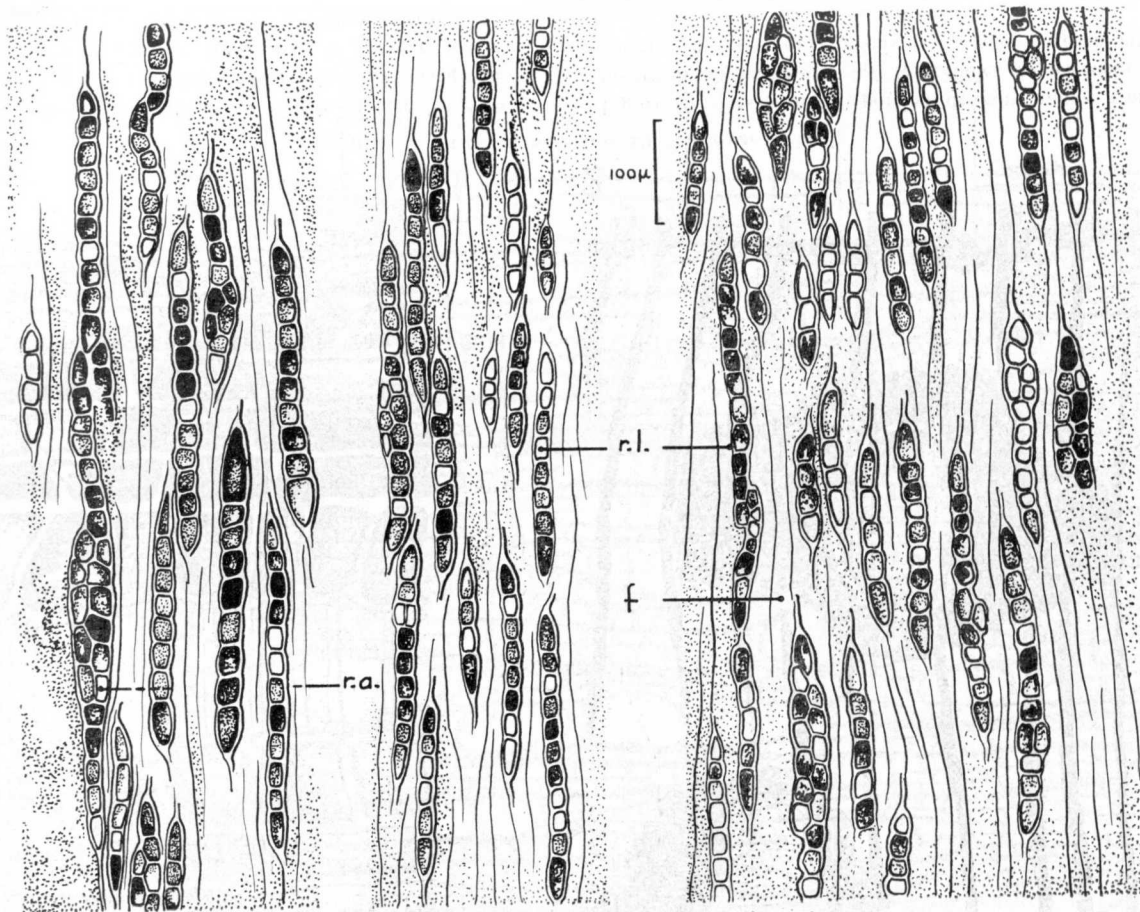
Figure 1.—Schéma donné par Schenk d'une coupe transversale de *Caesalpinioxylon quirogae* (holotype, pris in Quiroga).



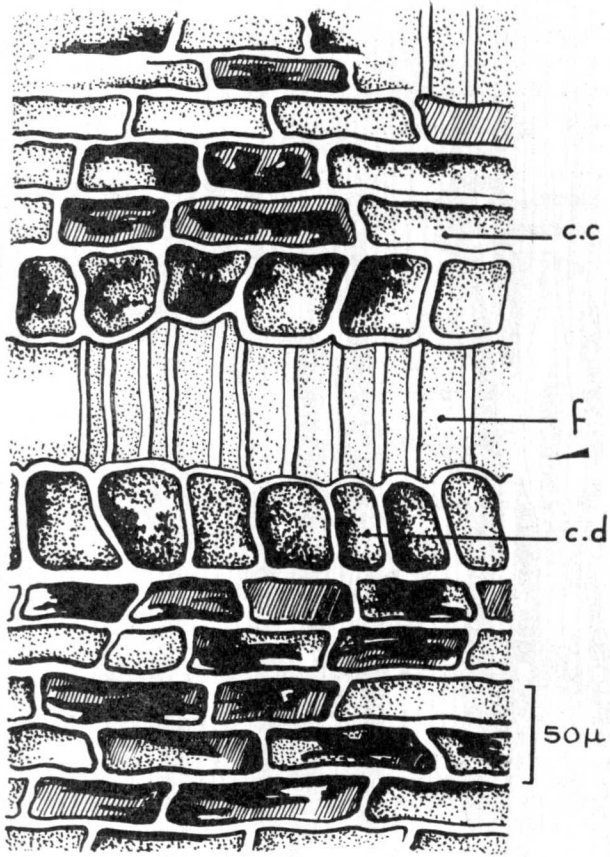
2

Caesalpinioxylon aff. *quirogae* Schenk

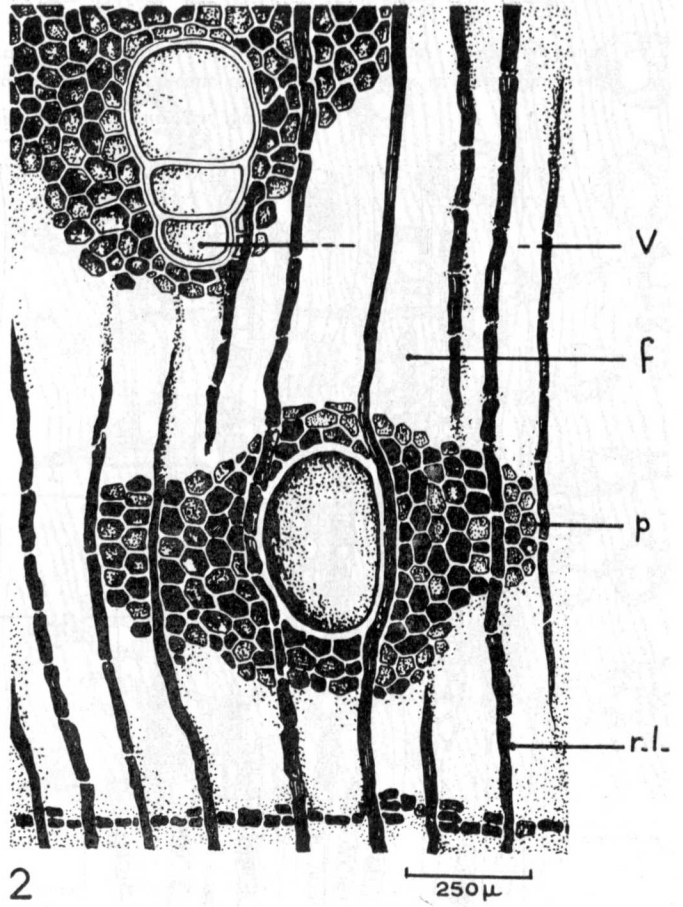
Figure 2.—Schéma d'une portion de coupe transversale d'un échantillon montrant les vaisseaux (v.), le parenchyme vertical (p.) paratrachéal et aliforme, parfois confluent en longues bandes circum-médullaires (p.c.), les rayons ligneux (r.l.) et les fibres libriformes (f.).

PLANCHE IV *Caesalpinioxylon* aff. *quirogae* Schenk

Schémas de fragments de coupes tangentielles montrant la disposition en chicane des rayons ligneux (r.l.) le plus souvent unisériés. Parfois on note la présence de rayons ligneux agrégés (r.a.); f.: fibres libriformes, le parenchyme vertical est peu visible.



1



2

PLANCHE V *Caesalpinioxylon* aff. *quirogae* Schenk

Figure 1.—Ce fragment de coupe radiale montre les cellules couchées (c. c.) et les cellules dressées marginales (c. d.) des rayons ligneux. Remarquer le contenu sombre des cellules parenchymateuses; f.: fibres libriformes.

Figure 2.—Dessin d'une portion de lame mince transversale montrant les vaisseaux (v.), les cellules du parenchyme vertical (p.) et les rayons ligneux (r. l.); les fibres n'ont pas été figurées.

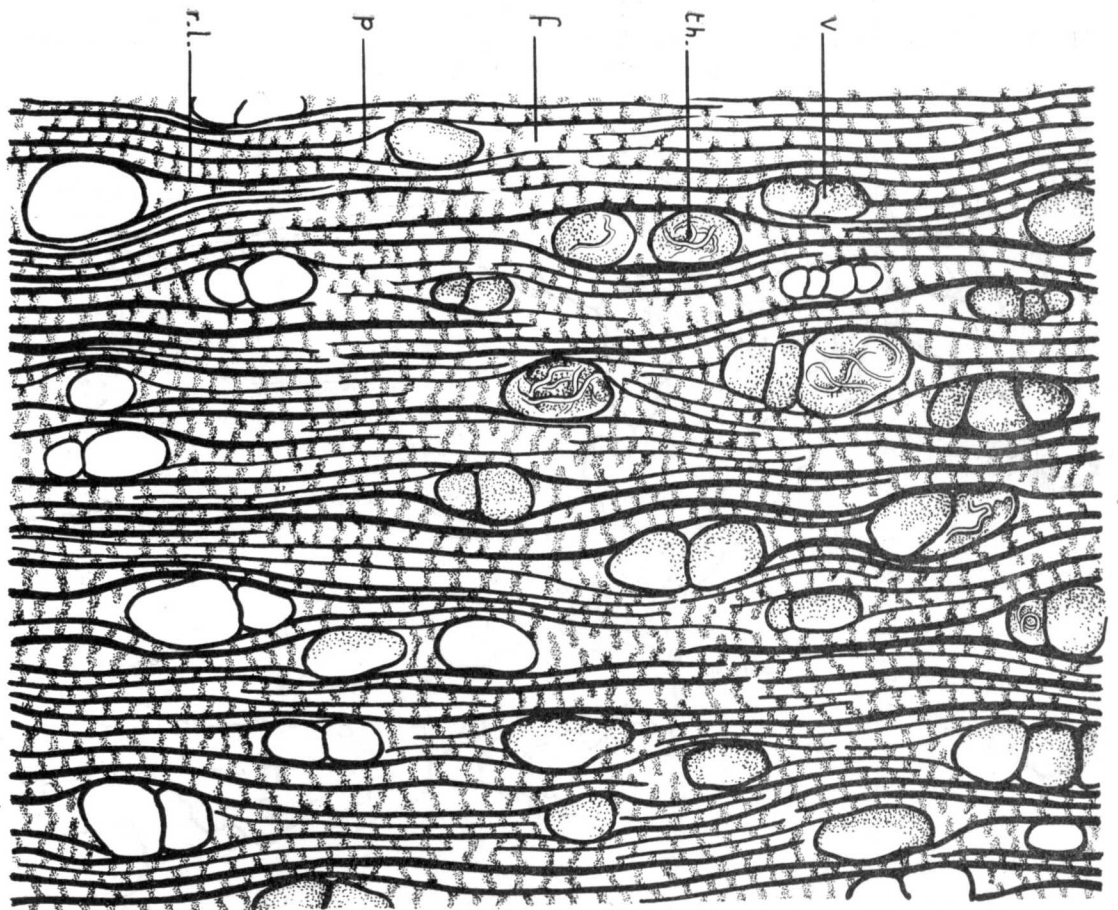


PLANCHE VI

Dombeyoxylon oreani (Carr.) Kräusel

Ce schéma de portion de lame mince transversale montre la disposition des vaisseaux (v.), du parenchyme vertical (p.) diffus et groupe en chaînettes unicellulaires, des rayons ligneux (r. l.) et des fibres (f.); th.: thylose.

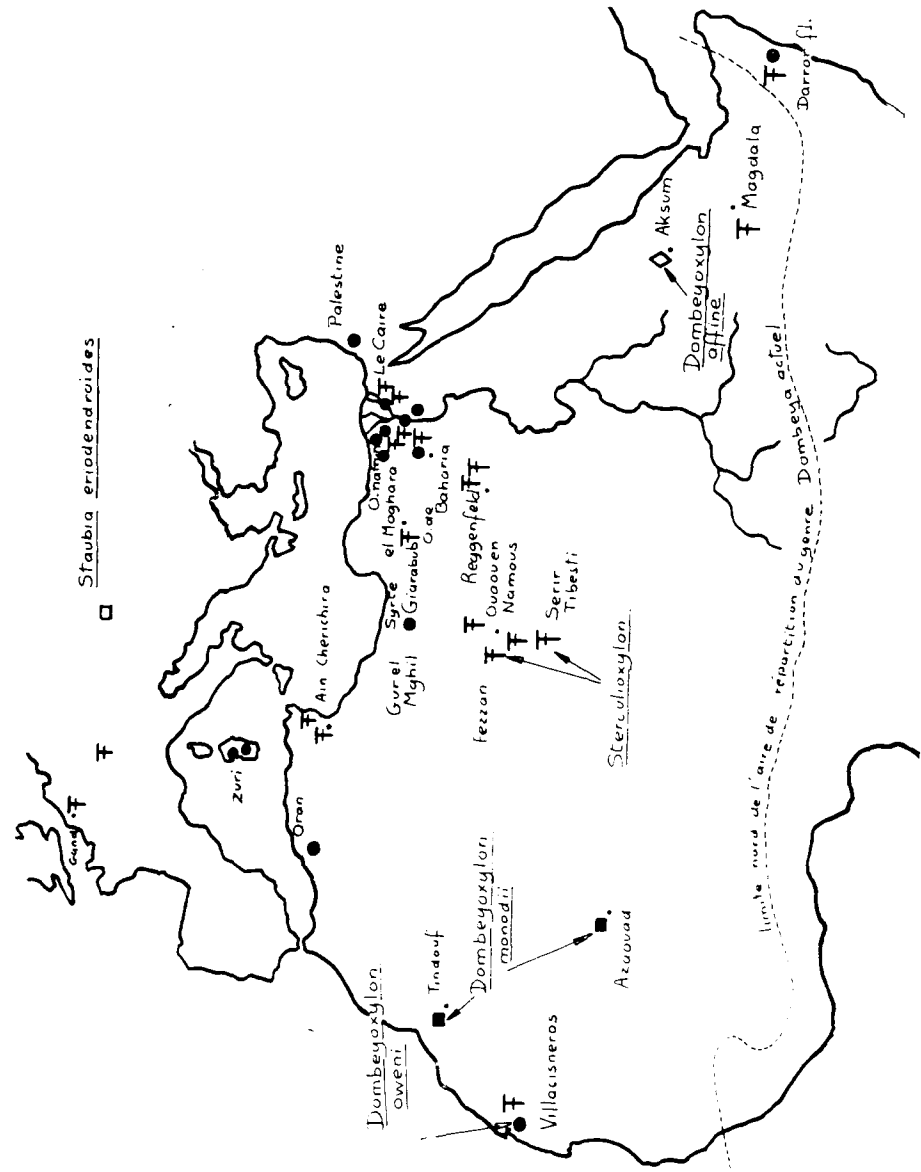


PLANCHE VIII *Dombeyoxylon oventi* (Carr.) Kräusel

Carte paléophytogéographique de la répartition de *Dombeyoxylon oventi* et des autres plans ligneux fossiles attribués à la famille des Sterculiacées en Afrique Nord Equatoriale.

Les gisements où ont été trouvés des échantillons de *Dombeyoxylon oventi* ont été figurés par un cercle noir. F: gisements des différentes espèces du genre *Sterculoxylon*.

S. WARREN CAREY (1)

LA ASIMETRIA DE LA TIERRA (2)

RESUMEN

La forma de la Tierra ha sido comparada a un disco (Ptolomeo), una bola (Pitágoras), un huevo (Cassini), una naranja (Newton), un melocotón (*intra*), una esfera excéntrica (Love), un dodecaedro pentagonal (Elie de Beaumont), una pera (Sir James Jeans, King-Hele), un tapón tetraédrico (J. W. Gregory) y una patata (Sir George Darwin). Sir John Herschel dijo que tenía la forma de la Tierra, y ahora se le llama geoide (Listing), lo que no hace sino trasponer la cuestión. No obstante todo lo que se pueda calumniarla, la figura de la Tierra ofrece las siguientes asimetrías:

Hemiédricas

- 1) Las tierras firmes y los mares ocupan, por lo general, posiciones antípodas.
- 2) Un océano polar boreal, rodeado por un cinturón de tierras firmes septentrionales y tres proyecciones de tierras firmes dirigidas radicalmente hacia el Sur, contrastan con un continente polar austral rodeado por un cinturón de océanos meridionales y tres proyecciones oceánicas que irradian hacia el Norte.
- 3) Un sistema medio oceánico de desgarres circumpolares meridionales, que envía tres prolongaciones radiales hacia el Artico.
- 4) El hemisferio meridional es mayor que el septentrional, y este hecho, ligado con el de la estabilidad de los polos actuales e isostasia general, indican una densidad media ligeramente mayor en el hemisferio septentrional para el manto.
- 5) El hemisferio meridional muestra mayor expansión post-paleozoica y mayor dispersión continental que el septentrional.
- 6) La actividad geomagnética es ahora mayor en el hemisferio meridional que en el septentrional. El hemisferio meridional ofrece un máximo de intensidad en el polo magnético, el hemisferio septentrional tiene dos máximos distanciados 50° a lo largo de

(1) Del Departamento de Geología de la Universidad de Tasmania, Hobart.

(2) Traducción directa por J. M. Ríos del original en inglés titulado «The Asymmetry of the Earth» publicado en *The Australian Journal of Science*, vol. 25, núm. 12, junio 1963 y cuya traducción y publicación en lengua castellana ha sido amablemente autorizada por el autor y editor.

Nota del traductor. Hasta ahora, en mi ya larga colección de traducciones, he podido ofrecer siempre, según me había propuesto, las figuras con todos sus rótulos y explicaciones en castellano. En este caso ha sido imposible por no disponer sino de reproducciones fotográficas de muy reducido tamaño, y por la gran complicación de las figuras. Rogamos a los lectores nos perdonen esta deficiencia obligada por las circunstancias.

un círculo máximo y más o menos 180° a lo largo de un meridiano. El hemisferio meridional ofrece una sola línea tónica en círculo máximo, mientras que el septentrional posee dos, dispuestas aproximadamente a 90°. El polo magnético meridional parece estar afectado de movimiento lineal oscilatorio.

7) El hemisferio meridional posee actualmente una sismicidad más reducida que el septentrional.

Asimetrías Este Oeste.

1) El Océano Pacífico es único. Parece que haya habido un arqueo-Continente (Ur-Kontinent) y un arqueo-Océano (Urozean) que constituirían una etapa bilobada, que precedía quizás a una etapa trilobada post-paleozoica, en el desarrollo tectónico.

2) El Este difiere del Oeste, tectónica y sísmicamente.

3) El campo magnético tectónico se aleja mucho de la simetría en la zona ecuatorial.

Asimetría trilobada AAB.

Son varias las características viejas y jóvenes que muestran una simetría trilobada alrededor de un eje, en que las lobs son dos y una:

1) El Arqueo-oceano Pacífico y los Arqueo-continents Laurasia y Gondwana.

2) Los océanos Pacífico (concordante) e Índico y Atlántico (océanos de desgarro discordantes).

3) Los orógenos post-paleozoicos.

4) Los máximos actuales de intensidad total del campo geomagnético.

Torsión hemisférica.

El hemisferio meridional ha girado unos 50° más, en dirección Este, desde el Paleozoico, que el septentrional.

Inclinación.

1) La Tierra presenta actualmente una asimetría de unos 23½° con respecto a la eclíptica, fenómeno para el que no hay ninguna explicación clara.

2) El eje magnético terrestre aparece inclinado con respecto a su eje de rotación y el valor del ángulo es más o menos el mismo que este último forma con la eclíptica.

Todas las asimetrías son de primer orden, y afectan a la Tierra entera. Las asimetrías contemporáneas, aplicables a la sismicidad y geomagnetismo, son de escalas comparables y de la misma longitud de onda y tipo que las que se han desarrollado en los tiempos pasados, tanto en los próximos como en los remotos. Lo que sugiere un proceso continuo más bien que una herencia accidental.

1. CONCEPTOS ASTRONÓMICO-MORFOLÓGICOS

La Tierra esférica

La imagen de Homero de una Tierra plana rodeada por un Océano y limitada más allá por el Caos, quedó descartada por los grandes logistas grie-

gos cuando contemplaron la curvatura del horizonte, y su alejamiento conforme el observador gana en altura, así como por la forma de su eclipsante sombra en la Luna.

En 540 a. C. Pitágoras, que es el primero de quien se sabe que haya afirmado que la Tierra es esférica, había calculado que su circunferencia debería ser de unos 74.000 Km., lo que queda dentro del orden correcto de dimensiones, si bien es demasiado grande en un 85 p. c. Platón y Aristóteles estaban de acuerdo con Pitágoras, y en el siglo tercero a. C. Eratóstenes, el bibliotecario de Alejandría, con una suerte a la que no siempre acompaña un razonamiento apropiado, llegó a calcular la circunferencia dentro de un 15 p. c. de su valor correcto (y hasta cerca de un uno p. c. si se adopta otra interpretación para el valor del stadion). Había observado que el sol iluminaba por completo el fondo de un pozo vertical situado en Sirene (Asuan), al mediodía en el día del solsticio de verano, mientras que en Alejandría el sol quedaba a un quinto de círculo del cenit en la misma fecha. Los camellos, cuya andadura diaria era de cien estadios, necesitaban cincuenta días para cubrir la distancia entre estas dos ciudades, de modo que la circunferencia de la Tierra debe ser de un cuarto de millón de estadios (o sea de 16.250 Km. en nuestras modernas medidas).

La Tierra elipsoidal

Durante dos milenios se mantuvo la idea de una Tierra esférica, por lo menos para las gentes cultas pero, aunque parezca increíble, la idea de una Tierra plana, persistió y persiste aún ahora en estos tiempos de adelanto. En 1669 Jean Picard midió, mediante bases y triangulación, la distancia que separa Amiens de Malvoisine, y el primero de los Cassinis extendió este arco por el Norte hasta Dunquerque y por el Sur hasta los Pirineos. Se encontró que la longitud del arco de un grado al Norte de París era 267 metros más corta que el del grado al Sur de la misma villa. Esto implica que la Tierra no era esférica, sino estirada (prolata), (fig. 1 F). Pero Jean Richer, relojero de París que había sido encargado de construir un reloj para un observatorio en la Guayana francesa, encontró en 1672 que el péndulo del reloj, que batía correctamente el tiempo en París, perdía dos minutos y medio por día en Cayena, y volvía a marcar correctamente cuando se devolvía a París, lo que sugería en cambio una Tierra achatada (oblata). Newton (1687), estimulado por el estudio de Cassini, dedujo que la fuerza centrífuga, en oposición a su fuerza gravitativa, debería formar una Tierra achatada (fig. 1 G) y añadió que de otra manera las aguas oceánicas se desplazarían hacia el ecuador dejando desnudas las latitudes altas. Lo cual desencadenó una controversia, que ardió durante medio siglo, entre el huevo empírico francés y la naranja teórica inglesa, debate no desprovisto de compases filiales al suceder Cassinis

hijos a Cassinis padres durante cuatro generaciones como directores del Observatorio de París. Finalmente, en 1735, y para dilucidar definitivamente el asunto, la Academie Française des Sciences envió una expedición al Perú (actualmente Ecuador) con Bouguer, La Condamine, Godin, Juan Bravo y Ulloa, y otra a Laponia en 1786, con Maupertuis, para la medición de arcos ecuatoriales y árticos. El grado en Perú resultó ser 900 metros más corto que el grado de Laponia. De aquí el famoso epigrama de Voltaire a La Condamine:

«Vous avez trouvé par de long ennuis
Çe que Newton trouva sans sortir de chez lui».

La figura elipsoidal oblata, resultante de un equilibrio entre la gravitación centrípeta y la fuerza centrífuga rotativa quedó rigurosamente calculada por Clairaut (1743).

La Tierra piriforme

No obstante algunas mediciones rudimentarias, hasta hace relativamente poco tiempo se pensó que la Tierra era simétrica. Era natural admitir que «ecuador» quería decir lo que significaba literalmente, «igualador», o sea, que el norte era igual al sur. La primera indicación en contra procedió de La Caille, quien informó en 1751 que el hemisferio meridional era más aplastado que el septentrional. Midió un grado meridiano en el Cabo de Buena Esperanza y encontró que no solo era más largo que un grado ecuatorial, conforme

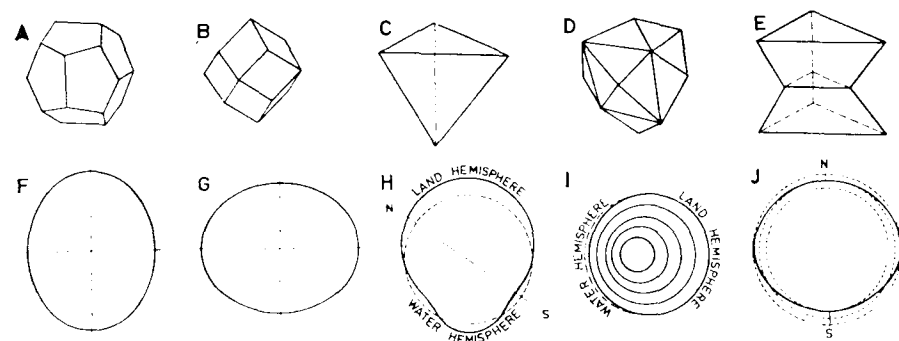


Figura 1.-Esquemas en los que se han basado los modelos terráqueos. A: Dodecaedro pentagonal (Ete de Beaumont); B: Dodecaedro rómbico (Owen); C: Tetraedro (Owen, Lowthian Green, Gregory, Woolnough); D: Hexatetraedro (Lowthian Green, Gregory); E: Tetraedro maclado (Hobbs); F: Elipsoide prolato (Cassin); G: Elipsoide oblato (Newton, Huygens, Clairaut); H: Pera oblicua (Jeans, Sollas); I: Esferas excéntricas (Love); J: Esferoides hemimórficos (La Caille, Lapworth, O'Keefe et al.)

lo requería el aplastamiento rotacional, sino que también era más largo que el grado en las latitudes septentrionales equivalentes, resultado que fue confirmado por Maclear.

Steinhauser publicó un mapa a finales del siglo pasado (reproducido en Gregory, 1899) que muestra el número de milímetros que ha de ser alargado un péndulo que bate segundos en el Ecuador, para que lo haga también en otras latitudes. El péndulo ha de ser alargado en ambos hemisferios con la latitud incrementante (en correspondencia a la incrementante gravedad y configuración más aplastada en dirección a los polos), pero la escala del incremento es mayor en el hemisferio septentrional. A los 50° S. deben añadirse 2 y 3 mm., mientras que a los 50° N. el aumento debe ser entre 3 y 4 mm. de acuerdo con el mapa de Steinhauser. Lo que indica un aplastamiento mayor en el hemisferio septentrional que en el meridional.

Hacia la nueva centuria, Lapworth (1892, en Sollas, 1903), Jeans (1902) y Sollas (1903), consideraban todos ellos que la Tierra tenía forma de pera (fig. 1 H). Lapworth y Sollas lo dedujeron por vía empírica a partir de características morfológicas; Jeans dedujo que la inestabilidad gravitativa podía producir un cuerpo asimétrico, que después podría tender hacia la forma esférica, aunque quedarían rastros discernibles de su primitivo estado. Ninguna de las tres versiones de la Tierra piriforme acordaba con las otras acerca de cual era el eje de alargamiento ni cual era la extremidad abultada. El eje de Lapworth coincidía con el actual, y la extremidad pequeña con la Antártida. Jeans y Sollas se decidieron por ejes oblicuos con respecto al actual, pero Sollas colocaba el extremo pequeño en Africa y el grande en el Pacífico Central, mientras que Jeans lo colocaba en la vecindad de Inglaterra y el pequeño en Australia, en una construcción en que los Océanos Pacífico, Sur Atlántico e Indico constituían la «cintura» de la pera (fig. 1 H).

Jeans abandonó la idea de la Tierra piriforme en 1917 al hallar insostenibles sus hipótesis físicas. Se rechazan entonces las ideas de una asimetría norte-sur, aunque diversos geodestas (Helmert, 1915; Heiskanen, 1924 y 1928; Niskanen, 1945, y Uotila, 1956) encontraron pruebas de la elipticidad del ecuador, ya que las anomalías gravitativas eran intensamente negativas en India, y, en menor grado, en Norteamérica, mientras que en Europa, en el Atlántico Oriental y gran parte del Pacífico resultaban sistemáticamente positivas. Este elipsoide triaxil quedaba expresado (en términos de la gravedad superficial) mediante la fórmula general: $\gamma = C_1 + C_2 \sin^2 \phi - C_3 \sin^2 2\phi + C_4 \cos^2 \phi \sin^2 (\lambda + C_5)$ en que γ es el valor de la gravedad a la latitud ϕ y longitud λ , C_1 es la gravedad mínima en el ecuador elíptico, C_2 es la aceleración centrífuga en el ecuador, C_3 una cintura de latitud medida originada por la distribución en capas de la densidad en el interior de la Tierra, C_4 es la diferencia entre los valores de la gravedad correspondientes a los ejes mayor y menor del ecuador elíptico y C_5 es la longitud a la que se encuentra el valor máximo de la gravedad. Medidas llevadas a cabo posteriormente no

confirmaron esta configuración, y Heiskanen y Vening Meinesz (1958) arguyeron en favor de la isostasia universal representada por un elipsoide de revolución. Hacia la época del primer Sputnik los geodestas occidentales habían abandonado la figura triaxil, pero los principales geodestas rusos todavía se adherían firmemente a un mundo torcido.

Resulta sorprendente, a la vista de los tempranos conceptos de asimetría obtenidos mediante medidas directas por La Caille, Maclear y Steinhauser, que los geodestas tomaran la simetría ecuatorial como hecho establecido. Esta hipótesis queda implícita en la fórmula general de la gravedad arriba mencionada. Cuando, en su lugar, se expresó la figura de la Tierra como una serie de armónicas esféricas, cada una de las cuales aproximaba más ceñidamente su configuración a la del geoide, las armónicas tercera y quinta quedaron anuladas intuitivamente, dado que su efecto hubiera sido la producción de una Tierra asimétrica. Enfrentados los geólogos con la gran asimetría de la morfología terráquea, de las glaciaciones del Paleozoico superior y de su distribución en hemisferios acuáticos y terrestres, deberían haber recusado esta admisión de la simetría ecuatorial.

Finalmente los Sputniks aportaron la prueba de la asimetría piriforme del geoide (O'Keefe, Eckels y Squires, 1959). En rasgos generales, la órbita de un satélite constituye una elipse en que la Tierra ocupa uno de los focos. Existen muchas perturbaciones de este movimiento sencillo. Una de ellas (causada por la atracción del abultamiento ecuatorial terráqueo) consiste en que el eje mayor de la elipse gira lentamente, de manera que la posición del perigeo rastrea alrededor de la Tierra en el plano de la órbita; un segundo efecto (debido al rozamiento atmosférico), es que la órbita se hace progresivamente más chica y menos elíptica. Este decrecimiento de la elipticidad resulta más rápido cuando el perigeo se encuentra en el hemisferio meridional que cuando está en el septentrional. Lo que puede significar únicamente que la gravedad de la Tierra es diferente en el Norte y el Sur, o sea, que un hemisferio es más chato que el otro. Expresados estos hechos en forma cuantitativa, resulta que el geoide resulta quince metros más alto en el Polo Norte que lo que se deduciría de una fórmula media de simetría, siete metros más bajo en las latitudes septentrionales medias, correcta en el ecuador, siete metros en exceso en las latitudes medio-meridionales y con un defecto de altura de quince metros en el Polo Sur. O, dicho en otras palabras, la Tierra es ligeramente hemimórfica (fig. 1 J), pero en forma opuesta a como la imaginaban Jeans y otros (fig. 1 H).

Aunque el término piriforme fue empleado por O'Keefe, Eckels y Squires (1959) y por otros, para describir esta figura, la analogía no es muy correcta, puesto que las peras son prolatas (como lo era la de Jeans, fig. 1 H), mientras que la Tierra constituye un esferoide oblato hemimórfico. Si tenemos que escoger la fruta, dejemos que la Tierra sea un melocotón, ya que aunque los satélites han dado la prueba de su hemimorfismo, no ofrecen sensibilidad

respecto a las irregularidades longitudinales o de cuadrante que, a juzgar por la historia de la expansión de la Tierra, es de esperar que existan.

Se proclamó inmediatamente (por O'Keefe, Eckel y Squires, 1959), que la nueva asimetría implicaba un grado mucho mayor de resistencia cortical, para que pudiera mantener tales desigualdades sobre la mitad del geoide, que lo que resultaba de la ceñida aproximación a la isostasia general. Pero esta implicación de resistencia sólo resulta verdadera si se admite la hipótesis de que el manto es uniforme. Pero no hay razón para que el manto sea uniforme y hay en cambio abundantes pruebas de que no lo es. Las velocidades de las ondas de compresión inmediatamente bajo la discontinuidad de Moho varían, de manera muy significativa, de 7,8 a 8,2 kilómetros/seg. La deducción más probable de este hecho es que hay variación en el manto superior. Antes había estudiado Munk (1958) los efectos de inercia de los bloques continentales. El centro de gravedad de un continente considerado hasta la profundidad de la compensación isostática queda más alto que el de un segmento equivalente del piso oceánico. De aquí que el momento de inercia de un bloque continental, alrededor del eje de rotación de la Tierra, es necesariamente mayor que el de un segmento oceánico equivalente en equilibrio isostático con respecto a aquél. Un cuerpo sujeto a rotación tiende a desplazarse hasta que gira alrededor del eje de mayor momento de inercia. Munk, admitiendo un manto uniforme y adoptando el valor de la viscosidad que se deduce del alzamiento postglacial de Fenoscandia, llegó a la conclusión de que el polo debería moverse hacia Hawai, y debería alcanzar aquel punto en 10⁶ años, porque un eje situado allí colocaría la mayor cantidad de materia continental alrededor del nuevo ecuador.

Pero el polo no está en Hawai, y no muestra indicios de desplazarse hacia allá. Durante los últimos 10⁷ años no ha estado nunca lejos de su posición actual y durante los últimos 10⁸ años se ha movido, en general, en dirección opuesta. La anomalía no reside en el cálculo, sino en la hipótesis de que el manto es uniforme. Una vez que aceptamos que grandes áreas del manto superior difieren en su densidad de otras grandes áreas, el grado observado de estabilidad del polo, la validez general de la isostasia y la forma amelocotonada de la Tierra resultan conceptos mutuamente aceptables y compatibles.

La Tierra tetraédrica

Elie de Beaumont, que fue uno de los pensadores más fértiles y originales de la historia de la Geología, señaló en 1829 que, como consecuencia de la contracción, la corteza terráquea tendía hacia la forma de un dodecaedro pentagonal (fig. 1 A), y que las aristas de esta figura determinaban la distribución principal de las montañas y los elementos lineares de gran escala de la superficie terráquea. Una costra esférica de área superficial fija y deter-

minada se vería obligada a abombarse y arrugarse si el volumen interior se contrajera. De Beaumont arguyó que la figura de contracción resultante debería ser regular y ofrecer muchos planos de simetría. Vio además en el esquema del relieve de la superficie de la corteza terrestre los elementos de una configuración dodecaédrica, cuyas caras corresponderían a los mares o cuencas, y las aristas a cadenas. Richard Owen (1888) sustituyó el dodecaedro pentagonal por un dodecaedro rómbico (fig. 1 B), arguyendo que esta figura casaba mucho mejor con la faz de la Tierra. C. R. Keyes (1901) usó también un dodecaedro rómbico, pero dotado de orientación diferente. La debilidad argumental de estos modelos reside en la falta de algún control riguroso, de orden estadístico, de la importancia de los rasgos, ya que es difícil no encontrar características acordes y casaderas en la mayor parte de los sitios donde se desee encontrarlas.

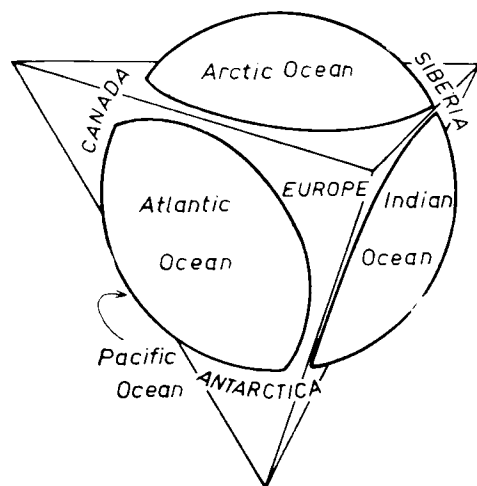


Figura 2.—La Tierra tetraédrica, mostrando la esfera y el tetraedro de los mismos volúmenes

Todos estos modelos eran simétricos. Mientras tanto una propuesta de sustitución del dodecaedro por tetraedro introdujo una simetría axial, de manera que lo septentrional no fuera ya igual a lo meridional (fig. 1 C). La idea del tetraedro tuvo su origen en Richard Owen (1857), pero fue William Lowthian Green (1865, 1877) quien la desarrolló (fig. 2). Señaló que una esfera ofrece un mínimo de superficie para un volumen determinado, pero que de todas las figuras regulares es el tetraedro el que ofrece la máxima superficie para un determinado volumen. De aquí que si la costra de la Tierra resultase de solidificación y de esta manera quedase, por decirlo así, congelada su área superficial, podría lograrse una progresiva contracción del interior con el mínimo trabajo si la costra cediese tendiendo hacia una forma tetraédrica. Michel Levy, Marcel Bertrand (1887 en Gregory, 1899) y J. W.

Gregory (1899) desarrollaron la teoría tetraédrica, pero las cuatro versiones diferían en lo que se refiere a la localización de los ejes. Emerson (1911), Hobbs (1912) y Woolnough (1946), apoyaron con entusiasmo la versión de Gregory. La presentación que Woolnough hizo de la materia es especialmente clara. En resumen, las pruebas aportadas en favor de una Tierra tetraédrica, son las siguientes:

1.º La faz de la Tierra presenta un Océano Polar nórdico rodeado por un cinturón continuo de tierras septentrionales de las cuales emergen tres tierras meridionales que irradian y se estrechan hacia abajo, en dirección al Sur.

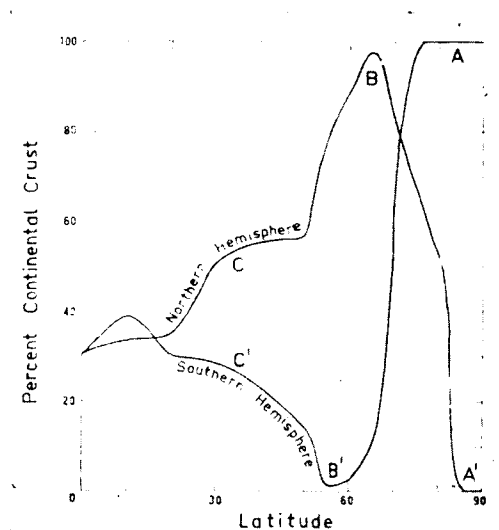


Figura 3.—Porcentaje de costra continental referido a las latitudes. Los mares más someros de 2.000 m., se señalan como continentales. AA': Continente polar meridional, océano polar septentrional. BB': Cinturón terráqueo septentrional, cinturón oceánico meridional. CC': Las tierras se acunian en punta hacia el Sur, los mares hacia el Norte

2.º Un Continente Polar meridional aparece rodeado por un cinturón continuo de océanos meridionales del que emergen tres océanos meridionales, que irradian y se estrechan hacia el Norte.

3.º El Ecuador no es un plano de simetría, sino de antitesis (fig. 3). Los cinturones de tierras y mares son como un par de ruedas engranadas con salientes interdentados.

4.º Las tierras y los mares son más o menos antípodos (fig. 4): La Antártida es antípoda con respecto al Océano Artico; el continente, má

bien pequeño, de Australia, es antípoda con respecto al Océano Atlántico, también pequeño; Norteamérica es antípoda con respecto al Océano Índico. Europa y África son más o menos antípodas con respecto al Pacífico, y con un poquito de ayuda imaginativa, el Atlántico meridional podría resultar antípoda con respecto a Asia Oriental. Las antítesis de carácter antípo-

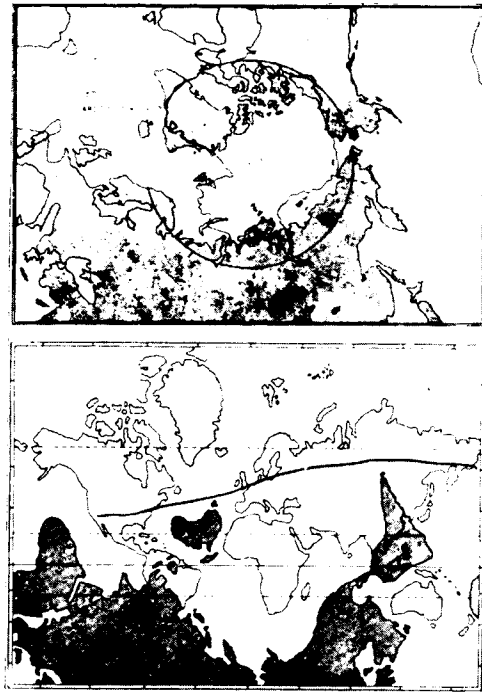


Figura 4.—Relaciones antipódicas de tierras y mares. Arriba, proyecciones azimutales polares. Debajo, proyecciones de Mercator ecuatoriales

da lo son con respecto al centro de la Tierra, no con respecto al eje, de aquí que sean independientes de la posición de los polos. Gregory no presumía de que la relación fuera perfecta, pero como el noventa y cinco por ciento de la Tierra es antípoda con respecto a los mares, ello significa algo más que un mero azar y no resulta difícil racionalizar las discrepancias residuales con explicaciones plausibles. Por ejemplo, Woolnough (1964) explicó las desviaciones respecto a un desarrollo completamente regular de la contracción tetraédrica, adoptando la hipótesis de la resonancia de Darwin para explicar el nacimiento de la Luna procedente de la Tierra, que dejaría el Océano Pacífico como una cicatriz imperfectamente sanada. La Tierra nunca se recuperó de esta paternidad, y Woolnough ve, en esta deformidad,

la razón que explica las divergencias con respecto a una regularidad estrictamente antípoda. De la misma manera explicaría él también los hechos de que el cinturón de tierras septentrionales alcance un máximo de unos 65° Norte (30° para un tetraedro regular) y que el intervalo de longitudes entre los radios sea de 90°, 115° y 155° (120° para un tetraedro regular).

5.º Si se centra un tetraedro de igual volumen en el interior de la Tierra, y se le orienta convenientemente, un vértice emergería en el escudo antártico y otros en los escudos de Angara, Canadá y Báltico. Las caras planas de tal tetraedro corresponderían a los Océanos Ártico, Pacífico, Índico y Atlántico, y las aristas corresponderían razonablemente bien con las masas continentales. En el modelo de Gregory la Tierra tiene esa forma, de una clavija o tapón tricornio (fig. 2).

6.º Adoptando la hipótesis de la contracción que tiende hacia una forma tetraédrica, los ápices salientes y, en menor medida, las aristas, emergerían como tierras firmes y serían atacadas por la erosión; tenderían a ser continuamente rejuvenecidas conforme la contracción se prolongase a través de las inmensas épocas geológicas; resultarían, por consiguiente, continuamente sujetas a reducción, reducidas, pero no vencidas; quedarían profundamente erosionadas—escudos arcaicos, que muestran granitos erosionados que se alzaron en sus ejes fracturados durante las primeras épocas de la contracción, antes de que llegasen a convertirse en gruesos núcleos, exentos de posteriores inyecciones—escudos que raramente, si es que lo fueron alguna vez, quedaron rebasados por los mares durante su prolongada historia, núcleos alrededor de los cuales se acumuló el desecho de las edades y crecieron como prismas, sucesivamente adosados, de crecimiento continental. La permanencia de estos instrumentos tetraédricos tenía su pareja en la permanencia de las cuencas oceánicas, que ocupaban las caras tetraédricas antípodas.

Discusión del modelo tetraédrico.

1.º La teoría tetraédrica no ha sido aceptada de una manera general. Sin embargo, se menciona corrientemente en la mayor parte de los estudios de la morfología de la Tierra. Tiene algo más que un interés histórico. La teoría tetraédrica puede que no nos dé un verdadero modelo de la Tierra, pero sí expresa vivamente un hecho auténtico referente a ella, que se echa de menos en la mayor parte de los modelos terráqueos contemporáneos, bien sean matemáticos o mentales: la Tierra no es simétrica; es axialmente hemimórfica, y tiende a ser trilobada radialmente.

2.º No debe exagerarse en exceso la idea del modelo tetraédrico. Hay otros antiguos escudos que tienen categoría equivalente a los escudos canadiense, fenoscándico, de Angara y antártico, que fueron los escogidos como

esquinas apicales tetraédricas. Los escudos africano, australiano y brasileño, son comparables en categoría, y hay algunos otros cratones más pequeños pero también importantes. Hobbs (1921) se enfrentó con este problema postulando una contracción tetraédrica, sobre los ejes de Gregory, para la revolución arcaica, durante la cual los escudos Báltico, de Angara, Lauréntico y Antártico eran dominantes; y un tetraedro maclado invertido, durante la revolución paleozoica, que dio mayor importancia a los escudos de Africa, Australia y Brasil, los cuales, acoplados con las esquinas primitivas, dieron como resultado el mar mediterráneo del Tetis. Los movimientos cenozoicos rejuvenecieron los escudos antiguos. Este modelo (fig. 1 E), que se acerca más al de De Beaumont, todavía queda corto con respecto a su objetivo. Los escudos de Brasil, Africa y Australia son tan antiguos como los del Canadá, Angara y Báltico. Ciertamente, según Jacobs, Russell y Wilson (1959, figuras 15-8), los núcleos realmente reconocidos como más antiguos son los de Keewatin y Yellowknife en Canadá, Sierra Leona y el cinturón de Tanganika-Natal en Africa, el escudo de Guayana en Venezuela, el bloque de Australia suroccidental, el macizo de Dharwar en la India peninsular, y el núcleo de Ucrania. Esta lista, aunque admitimos que sea incompleta, no correlaciona bien, ni siquiera en sus aspectos positivos, con los modelos de Gregory o de Hobbs.

3.º El argumento de que una costra uniforme esférica dotada de área superficial fija que envuelve y cubre un interior en proceso de contracción, tendería hacia una figura geométrica poliédrica, es válido. Pero el número de caras de tal figura es función primariamente de la escala de tamaños. Un tetraedro ofrece el menor número posible de caras y la mayor eficiencia posible de acomodación de un exceso de superficie a un volumen decreciente. El dodecaedro pentagonal tiene tres veces más número de caras, está dotado de mucha mayor simetría e implica mucha menor separación de los isopotenciales gravitativos. Para un determinado modelo material existe una categoría de tamaños en que la contracción adoptaría esta forma. En un guisante, una ciruela, o una manzana sujetas a contracción, la reducción del volumen interno queda acomodada por un gran número de pequeñas configuraciones, muy pequeñas, generalmente bajo forma de tres lados que se encuentran en un punto. Para cualquier modelo material existe una escala de tamaños para los que éste sería su esquema de hundimiento. El número de caras que se puedan desarrollar es un fenómeno de acomodación determinado por la inestabilidad elástica. La carga axial de una placa, sobre su propio plano, la acorta y la espesa, pero si la carga aumenta llega a ser elásticamente inestable y se abomba hasta adoptar una forma arqueada. El límite o umbral de inestabilidad queda determinado por sus parámetros elásticos y la relación de longitud a espesor, puede desarrollarse más de una flexura entre sus cantos, y el número de abombamientos dependería de

las dimensiones relativas del modelo. Según estas ideas resulta completamente improbable el modelo tetraédrico de la Tierra. La membrana en contracción de Bull (1932) es la analogía más próxima. El umbral entre abombamiento por flexión o por fractura, queda también determinado por la escala, en este caso por las magnitudes relativas de las constantes de tiempo en relación con el ritmo de la contracción, y el del relajamiento de los esfuerzos elásticos por flujo. Han sido llevados a cabo muchos experimentos de contracción empleando variedad de materiales. Chancourtois (1878) recubrió con cera un globo de goma engrasado. Daubrée (1879) recubrió globos con pintura, cera, goma arábiga y gelatina. Avelbury (1903) empleó capas alternantes de tejidos de alfombra y arena. Toula (1914) publicó fotografías de sus experimentos de contracción, llevados a cabo con globos recubiertos de caucho. Quirke (1926) cubrió un balón de goma con cera y lo comprimió en agua. Bull (1932) estiró una lámina de caucho sobre la superficie de un cilindro, lo cubrió con diversos materiales tales como ceras diversas, colodión, gelatina, papel Josef, cada uno de ellos provistos de un recubrimiento inferior que no resultase adhesivo, y dejó que se contrajese la goma. Todos estos experimentos produjeron esquemas de contracción, generalmente dotados del carácter de polígonos, con crestas que tendían a ser concurrentes en grupos de tres. Bucher (1924, en Bucher, 1933) llevó a cabo experimentos cuidadosos de cedencia, tanto en tensión como en compresión, de delgadas bolas de vidrio, bolas delgadas de cera, y de cera recubriendo bolas de esponja de goma. Produjo de este modo una serie de interesantes esquemas, algunos de ellos asimétricos. Cada uno de ellos es auténtico para ese modelo, pero sólo dentro de un alcance limitado de escalas, y ninguno de ellos se aproxima necesariamente en modo alguno al esquema que adoptaría la Tierra.

4.º El modelo tetraédrico se basa en los polos actuales. Un eje tetraédrico emerge a través del centro del Océano Artico y del Continente Antártico. Esta configuración de los polos es moderna. Los datos paleomagnéticos, procedentes de todos los continentes, están de acuerdo en que con anterioridad al Cenozoico los polos se separaban más y más de sus actuales situaciones. Cualquiera que sea la parte de verdad que represente el modelo tetraédrico, sin embargo, debe ser en todo caso esencialmente cenozoico.

5.º El modelo tetraédrico de Gregory, Hobbs y Woolnough tiene su extremidad mayor en el hemisferio septentrional. La «forma de pera», firmemente establecida ahora por los análisis geodésicos de las órbitas de los satélites tiene su extremo mayor en el Sur. Como tan frecuentemente ocurre en mecánica, puede llegarse al mismo resultado general por la inversión de los más y de los menos, quizás en imagen reflejada. Muchos problemas de campos de esfuerzos y de fracturas se comportan así. Gregory admitió una corteza excesivamente grande de la Tierra en proceso de contracción que partía de un esferoide y tendía hacia una forma tetraedroide. Se podría llegar

a un resultado semejante mediante el estiramiento de una corteza quebradiza excesivamente pequeña sujeta a un interior en expansión. La máxima distancia con el mínimo trabajo debería resultar de un esquema de fractura tetraedroide y, para una Tierra sujeta a rotación, ésta debería poseer una asimetría axial. Esto nos conduce al próximo punto.

6.º El recién descubierto sistema de desgarres medio-oceánicos cuya escala sobrepasa a la de los sistemas orogénicos de la Tierra, también concuerda en mayor o menor grado con el esquema tetraédrico. El sistema oceánico de grietas rodea el Antártico más o menos a la altura del paralelo 50, en posición antípoda con respecto al cinturón de tierras del hemisferio septentrional. Este anillo tiene tres salientes de los cuales nacen los sistemas de grietas atlántico, indico y pacífico, repitiendo el esquema tetraédrico, pero esta vez en esquema de tensión. Heezen (1959), Egyed (1957), y yo, cada uno de forma independiente y por razones diferentes, hemos interpretado estas fracturas medio-oceánicas como las localizaciones de desgarres oceánicos actualmente en vía de expansión. Si el recién alzado fondo del océano se relaciona con una densidad algo más reducida de la corteza superior, la figura piriforme de la Tierra permanece en equilibrio isostático, y la paradoja de Munk, referente a un polo que no muestra ningún deseo de irse a Hawai, queda así explicada.

Asimetría de dispersión

El sistema tetraédrico de grietas nos lleva a otra asimetría hemiédrlica situada más o menos a la altura del Ecuador. Cuando tuvo lugar la fracturación de Gondwana las unidades continentales se dispersaron con mucha mayor amplitud que los bloques equivalentes del hemisferio septentrional.

Cada bloque continental aparece rodeado por un gran sistema de grietas que constituye una desdibujada caricatura de su forma. El desgarre medio-atlántico a lo largo del Atlántico ecuatorial y meridional, junto con el desgarre del Océano Indico y los desgarres que llegan hasta el Mar Rojo, reflejan una configuración de Africa, más ancha, más obesa y recrecida, pero de las que desciende genéticamente (fig. 5). Al mismo tiempo la porción atlántica imita a Sudamérica. La Antártida queda rodeada por su fantasma oceánico, alejado de su costa 20º más o menos, mientras que la porción correspondiente de la misma rima con Australia meridional. Cada una de estas líneas existentes entre las costas emparejadas y la caricatura resulta un poquito agrandada con respecto a cada una de las costas.

El área de nueva corteza entre estas costas separadas por los sistemas de desgarre, es uniformemente mayor en el hemisferio meridional que en el septentrional. La validez de esta asimetría queda apoyada por los resultados paleomagnéticos, que muestran un decrecimiento constante de latitud para

los bloques septentrionales. *La fuga de los polos* es un concepto venerable, pero empíricamente se aprecia más bien una *fuga del Polo Sur* y una *atracción hacia el Polo Norte*, lo que expresa una asimetría Norte-Sur.

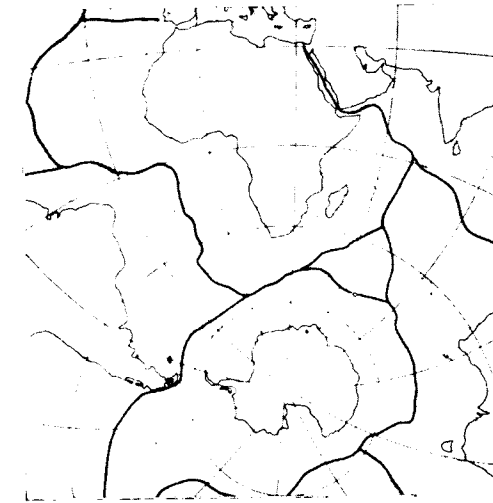


Figura 5.—Los desgarres medio oceánicos (líneas gruesas) forman caricaturas desfiguradas de los bloques continentales que los engendraron. Las isobatas de 2.000 m. figuran como líneas punteadas (Proyección estereográfica)

Los polígonos limitados por estos desgarres medio-oceánicos constituyen el sistema de expansión de primer orden del globo. Dentro de estos polígonos primarios cuya escala es de 10^4 kilómetros, existen polígonos de segundo orden a escala de 10^3 kilómetros, que por lo general son cuencas o depresiones intracratónicas con bordes levantados, y generalmente afectados por fallamiento tensional. Tales son las cuencas o depresiones del Congo, Karroo, Kalahari y Chad, etc. (fig. 6), que constituyen lo que Brook (1955) ha descrito como el «escudo estampado de Africa». Todavía a escalas menores tenemos los polígonos de tercer orden (10^2 kilómetros) tales como quedan ilustrados en el caso del Japón (fig. 7). Las juntas maestras que forman los esquemas poligonales disgregan regiones equicrónicas en dominios que pueden considerarse como los polígonos de dilatación de cuarto orden (fig. 8), y las juntas poligonales características de las áreas equicrónicas son fracturas de tensión del quinto orden.

La asimetría de la dispersión continental implica necesariamente asimetría del flujo de calor. La capacidad de difusión de las rocas es tan reducida y la escala de los continentes y del manto tan grande, que harían falta mu-



Figura 6.—Polígonos africanos de 2.º orden (de Holmes)

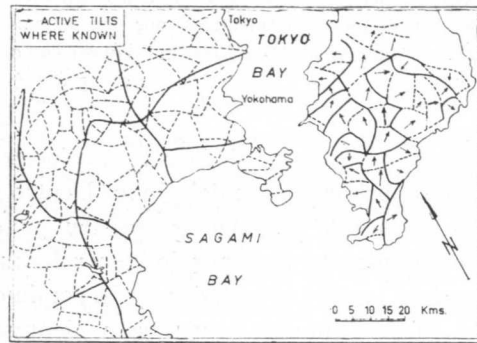


Figura 7.—Polígonos de 3.º orden en Japón (Miyabe informa que el movimiento de los bloques es independiente)

chísimos cientos de millones de años para suavizar o igualar las isotermas una vez que el material del manto hubiese llegado a desgarrarse mediante flujo plástico hasta llegar a ocupar los espacios situados entre los continentes en curso de dilatación. Si aplicamos las estimas más conservadoras del gradiente de temperatura, llegamos a temperaturas casi 300° C. más altas bajo los nuevos océanos que las que presentan niveles equivalentes bajo los continentes y océanos más viejos. Una diferencia de esta clase tendría una vida

media de unos 10⁸ años si se adentrara profundamente en el manto. De aquí que si los océanos Atlántico, Artico, Indico y Meridional, y parte del océano Pacífico, han conseguido su desarrollo desde el Paleozoico, el actual

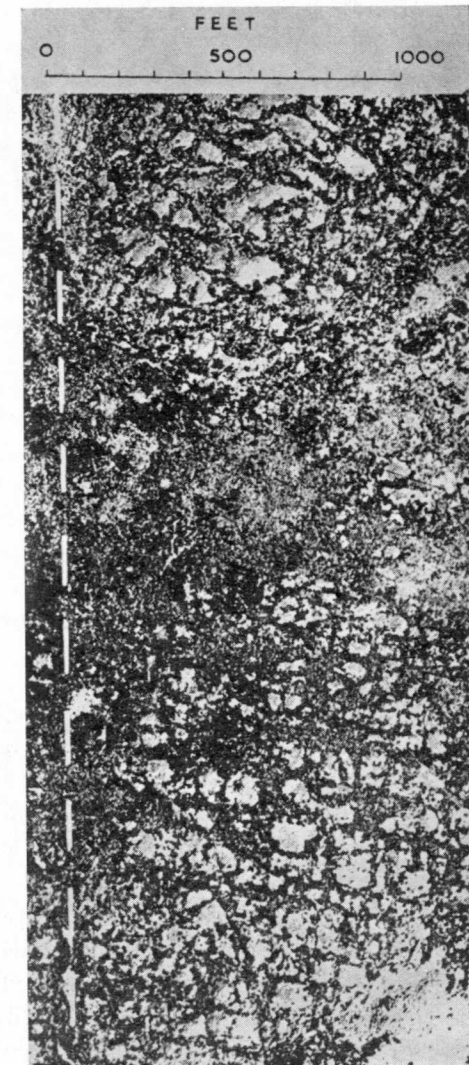


Figura 8.—Juntas maestras apreciadas en la fotografía aérea de la mesa central de Tasmania al este del Gran Lago. La figura corresponde a una anchura de 400 m. La línea de trazos próxima a la margen izquierda corresponde al límite de polígonos de tercer orden y mide varios kilómetros de longitud. Las juntas maestras aparecen separadas unas decenas de metros y los cortejos, que a primera vista parecen paralelos, giran hasta por lo menos 30° a lo largo de 1 km., pero también pueden cambiar bruscamente al cruzar los confines de los polígonos de tercer orden. Los bloques blanquecinos, que aparecen aquí como unidades, están también cruzados por juntas sistemáticas de tipo corriente, a distancias de más o menos 1 m.

flujo de calor a través de los pisos de estos acéanos debería ser sustancialmente más alto que a través de otras partes de la corteza, y esto debería manifestarse con especial nitidez a lo largo de las zonas medias de desgarramiento que se han alzado más recientemente. También el flujo calórico total debería ser también sustancialmente más elevado en el hemisferio meridional que en el septentrional.

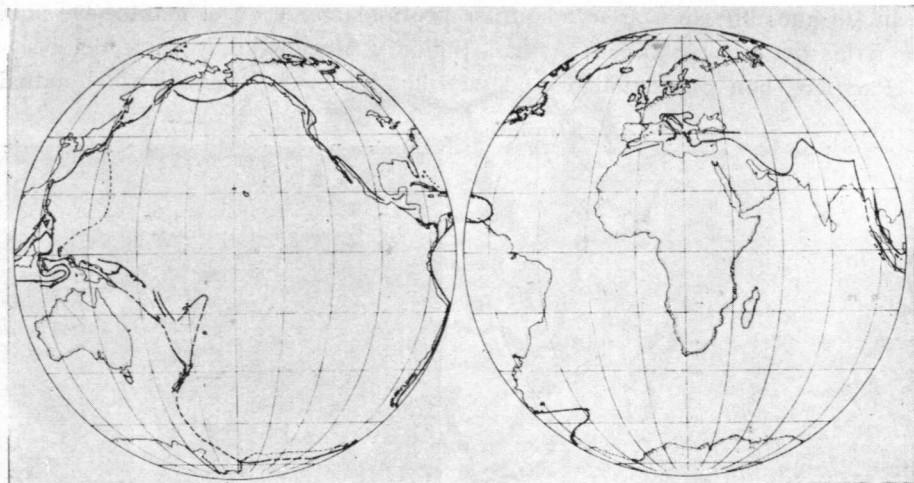


Figura 9.—Contraste entre lo Pacífico y lo no Pacífico. El punteado indica las costras de desgarre. La línea de trazo grueso señala los orogénos cretáceo-terciarios

Los datos de flujos de calor son todavía muy fragmentarios, pero hasta ahora, y en la medida en que se conocen actualmente, están de acuerdo con esta imagen.

La singularidad del Pacífico

Hasta ahora hemos considerado solamente la asimetría alrededor del ecuador. Existen otras notables asimetrías de orden meridiano. La más notable es la del Océano Pacífico, estructura completamente singular en la faz de nuestro globo. Osmund Fisher, en 1881, se refería a «la notable circunstancia de que un hemisferio del globo esté casi enteramente cubierto por un océano, el Pacífico, mientras que el otro se compone principalmente de tierras firmes».

Esta característica de singularidad puede quedar justificada solamente por una causa de excepcionalidad. George Darwin, y muchos de los que han seguido sus ideas, consideraban el Pacífico como la cicatriz dejada por el escape de la Luna. La moda moderna sustenta la proposición directamente opuesta, un astroblema, o sea, una marca astral o cicatriz de impacto, de un asteroide del tamaño de la Luna. Esta hipótesis tiene a su vez otra contrahipótesis que dice que fue precisamente lo no Pacífico lo que resultó del impacto de un asteroide síalico cuyo tamaño era un tercio del de la Luna (Howell, 1959, pág. 276-278), o quizás, de una segunda y más pequeña luna, que hubo de caer sobre la Tierra como consecuencia de la inestabilidad inherente a todos los sistemas de tres cuerpos. La masa de acrecimiento podría haber suministrado el material para la Pangea primera.

Richard Owen (1857) en una publicación en que criticaba la teoría tetraédrica, fue el primero que concibió el nacimiento de la Luna a partir de la Tierra y que vio el origen del Océano Atlántico como un desgarre, lo que verdaderamente constituye una trinidad interesante de conceptos. Sir George Darwin (1879) desarrolló una teoría física para explicar cómo la marea solar de la Tierra entró en resonancia con el período natural de vibración elástica del globo entero, de qué forma esto condujo a una tri-axialidad incrementante hasta que la elipse ecuatorial excesivamente distendida desarrolló una constricción, y finalmente un cuerpo más pequeño, la Luna, se separó por sí misma del ecuador. Osmund Fisher (1881) aportó un apoyo provisional a las hipótesis de Darwin, pero mencionó la dificultad de que la Luna, recién nacida, escapase intacta de la inmediata vecindad de la Tierra. La teoría de la cicatriz lunar del Océano Pacífico fue adoptada también por el astrónomo W. H. Pickering (1907a, b).

A. E. Love (1907), en su discurso presidencial a la Asociación Británica, atribuyó al origen del Pacífico un carácter singular de tipo diferente. Decía Love que una esfera homogénea del mismo tamaño y masa que la Tierra, y constituida por un material tan prácticamente incompresible como lo es el granito, no podría existir: resultaría inestable desde el punto de vista gravitativo. La forma externa sería la esférica, pero el centro de gravedad resultaría excéntrico (fig. 1 I). Las aguas oceánicas adoptarían una forma esférica cuyo centro de gravedad coincidiría con el de la Tierra. De esta manera, según Love, la fuerza que mantiene al Océano Pacífico en un costado de la Tierra es la de la gravedad, y no hay necesidad de buscar otras explicaciones para ello, ni ver en el Pacífico una cicatriz dejada por la fuga de la Luna. La inestabilidad gravitativa explicaría la existencia del Océano Pacífico. Sin embargo, la teoría de Love se apoya en hipótesis irreales.

Woolnough (1964) subrayó de nuevo la singularidad del Océano Pacífico: «la más superficial inspección del mapa de la Tierra, cualquiera que sea la clase de proyección, revela el hecho de que la cuenca del Océano Pacífico es, con mucho, la unidad individual más extensa de la estructura terrestre. Su colosal área, los contornos relativamente sencillos de sus límites y la falta en ella de cualquier extensión considerable de masas terráneas, son hechos que requieren investigación y explicación. Su importancia dominante como unidad terránea resulta cada vez más y más aparente, conforme se examina la naturaleza y estructura de sus islas, las características individuales de sus líneas costeras y se pone más de manifiesto su relación con la deriva continental... Cualquiera que sea el origen de esta depresión, el hecho objetivo es que el Océano Pacífico es una unidad terránea anómala. Si su origen es muy antiguo, debe haber impuesto una asimetría inicial en cualquier desarrollo subsecuente».

El carácter de excepcionalidad del Pacífico se explica por los expansionistas, Hilgenberg (1933), Egyed (1957) Heezen (1959) y por mí mismo,

sencillamente, como el más viejo y amplio de los desgarres continentales de expansión. Esto implica una asimetría de la expansión.

El Pacífico no debería ser analizado sin considerar su contrapartida — lo no Pacífico—. Examinado en su constitución actual el contraste es profundo (fig. 9). Las costas del Pacífico son concordantes, la disposición tectónica transcurre paralelamente a las mismas. Las costas no pacíficas son discordantes. Las costas cortan a través del grano estructural, de los sistemas de pliegues, desde el Precámbrico más antiguo hasta el Cenozoico más joven. En algunos sitios el grano es paralelo, pero no más que el paralelismo que resultaría del puro azar. Estos hechos, considerados conjuntamente con los desgarres medio-oceánicos con aquellos asociados, apuntan a la dispersión de lo no Pacífico, pero procedente todo ello de una Pangea primera original, con lo que la asimetría primaria de tipo meridiano resulta clara, un gran *océano primitivo* y un gran *continente primitivo* comparten la faz de la Tierra. Aunque manifiestamente nos encontramos con un par primariamente opuesto, existe todavía otro elemento que subraya la asimetría, un elemento que se repite, puesto que uno de los pares opuestos es, en sí mismo, doble. No hay más que un Océano Pacífico, pero la Pangea es doble: Laurasia y Gondwana; Du Toit y Lester King opinan que se separaron desde el principio.

El Pacífico es también asimétrico por sí mismo. Las costas que se enfrentan hacia el Este desde las Aleutianas hasta la Antártida muestran arcos de islas ampliamente distantes de sus continentes por mares disyuntivos (fig. 9). A lo largo de las costas orientadas hacia occidente, siempre desde Alaska hasta la Antártida, los cinturones orogénicos están soldados a sus continentes madres. Existen pequeños mares disyuntivos (Golfo de California), pero son estrechos y de carácter excepcional y no tienen par en los amplios mares asiáticos o de Tasmania. Podría parecer que esto es meramente una etapa accidental de su historia, y que un periodo más o menos remoto habría visto un cordón de mares medios a lo largo de las costas de los Andes o de Norteamérica. Esto tiene algo de verdad pero no lo suficiente. La total anchura hasta el escudo no es comparable con la distancia que representan los mares de Asia oriental y del Pacífico meridional; la diferencia es de un orden de magnitud. Ni tampoco puede decirse sin mucha discusión que los que hubieran existido en el lado americano serían originalmente más amplios y quedarían luego comprimidos telescópicamente. La hipótesis o afirmación a la ligera de que los orógenos resultan de compresión bilateral no puede ofrecerse en los tiempos actuales sin presentar pruebas que vayan más allá de un nuevo acto de fe o dogma. Todas las estructuras que se encuentran corrientemente en los orógenos pueden explicarse por un ámbito en proceso de dilatación (Carey, 1962a) y se siguen acumulando pruebas de que los orógenos, que son ciertamente estructuras sujetas a dilatación en sus periodos sedimentarios, mantienen por lo general el proceso de dilatación a lo largo de todo su ciclo.

De modo que quedamos en que existe una marcada asimetría Este-Oeste

en el Pacífico. Como el Este y el Oeste solo nacen con la rotación de la Tierra, esta asimetría resulta como causa final, quizás muy indirectamente, regida por el sentido de rotación de la Tierra.

BIBLIOGRAFÍA

- AVEBURY, LORD. (1903). *Geol. Soc. Lond., Quart. J.*, 59, 348.
- BEAUMONT, L. E. DE (1892). Notice sur les systèmes de Montagnes. French Academy of Sciences.
- BROCK, B. B. (1955). *Amer. Geophys. Un.*, 36, 1044.
- BUCHER, W. (1933). The Deformation of the Earth's Crust. Princeton Uni. Press.
- BULL, A. J. (1932). *Geol. Mag.*, 69, 73.
- CAREY, S. W. (1962a). *Alberta Soc. Pct. Geol.*, 10, 95.
- CAREY, S. W. (1962a). *Geol. Soc. India, J.*, 3, 97.
- CHANCOURTOIS, A. E. B. DE (1878). *Comptes Rendus*, 86, 1091.
- CLAIRAUD, A. C. (1743). *Théorie de la Terre*. Paris.
- DARWIN, G. H. (1879). *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 170A, 447.
- DAUBRÉE, A. (1879). *Etudes synthétiques de géologie expérimentale*. Paris.
- EGYED, I. (1957). *Geol. Rundsch.*, 46, 101.
- EMERSON, B. K. (1911). *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 11, 61.
- FISHER, O. (1881). *Physics of the Earth's Crust*. MacMillan, London.
- GREEN, W. L. (1875 et seq.). *Vestiges of the Molten Globe as exhibited in the Figure of the Earth, Volcanic Action and Physiography*. Part. I: London, E. Stanford. Part II: The Earth's Features and Volcanic Phenomena. Honolulu, Hawaiian Gazette Publishing Co. 1887.
- GREGORY, J. W. (1899). *Geog. J.*, 13, 225.
- HEEZEN, B. C. (1959). International Oceanographic Congress. Edited by M. Sears, 26.
- HEISKANEN, W. A. (1924). *Untersuchungen über Schwerkraft und Isostasie*. Publ. Finn. Geod. Inst. 4.
- HEISKANEN, W. A. (1928). Ist die Erde ein dreiaxiges Ellipsoid? *Gerlands Beitr. Geophys.* 19.
- HEISKANEN, W. A. and VENING MEINESZ, F. A. (1958). *The Earth and its Gravity Field*. New York, McGraw Hill.
- HELMERT, F. R. (1915). Neue Formeln für der Schwerkraft im Meeresniveau. *Ber. kgl. preuss. Akad. Wiss.*, 41.
- HILGENBERG, O. C. (1933). Vom wachsenden Erdball. *Ber'in Grossman & Bartsch*.
- HOBBS, W. H. (1921). *Earth Evolution and its Facial Expression*.
- HOWELL, B. F. (1959). *Introduction to Geophysics*. New York McGraw Hill.
- JACOBS, I. A.; RUSSELL, R. D., and WILSON, J. T. (1959). *Physics and Geology*. New York, McGraw Hill.
- JEANS, J. H. (1902). *Phil. Trans. A* 201, 157. Also in abstract form in *Roy. Soc. Lond. Proc. A* 71, 136.
- JEANS, J. H. (1917). *Roy. Soc. Lond. Proc. A* 93, 413.
- KLVES, C. R. (1901). *J. Geol.*, 9, 244.
- LAPWORTH, C. (1892). *Press. Addr. Sect. Geogr., Brit. Assoc. Adv. Sci.*, 695.
- LOVE, A. E. H. (1907). *Press. Addr. Sect. A., Brit. Assoc. Adv. Sci.* (Reproduced in *Nature*, 76, 327).
- MAYBE, N. (1935). *Earthquake Res. Inst., Tokyo Imperial Univ.*, v, and 13, 280.

- MUNK, W. H. (1958). *Geophysica* 6, 335.
 NEWTON, I. (1687). *Philosophia Naturalis Principia Mathematica*. London.
 NISKANEN, E. (1945). Gravity Formulas Derived by the Aid of the Level Land Station. Publ. Isos. Int. IAG (Helsinki), No. 16.
 O'KEEFE, J. A.; ECKELS, A. and SQUIRES, R. K. (1959). *Sciences* 129, 565.
 OWEN, R. (1957). Key to the Geology of the Globe. Nashville, Tennessee.
 OWEN, R. (1888). *Amer. Me. J., Ann Arbor*, 5, 289.
 PICKERING, W. H. (1907a) *Scot. Geogr. Mag.*, Edinburgh, 523.
 PICKERING, W. H. (1907b). *J. Geol.*, 15, 23.
 QUIROQUE, T. T. (1926). 14th Int. Geol. Congr. Madrid, C.R. Fasc., 4, 1537.
 SOLLAS, W. J. (1903). *Geol. Soc. Lond. Quart. J.*, 59, 180.
 TOULA, F. (1914). *Petermanns Mitt.*, 2, 8.
 UOTILA, U. A. (1956). Determination of the Shape of the Geoid: Symposium: Size and Shape of the Earth, held at Ohio State Univ., Columbus, No. 13-15, 1956. Publ. 7 Inst. Geodesy, Photogrammetry and Cartography.
 WOOLNOUGH, W. G. (1946). *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, 30, 1981.

II. CONCEPTOS GEOLÓGICO-GEOFÍSICOS

Asimetría orogénica

Los sistemas orogénicos de la Tierra ni son simétricos ni resultan del azar. Todos estaríamos de acuerdo en que desde el Paleozoico las márgenes del Pacífico han constituido un cinturón orogénico, pero además existía un cinturón mediterráneo que se extendía, desde Indonesia a Gibraltar, que muchos geólogos extenderían por el Atlas hasta el Caribe. Esto puede ser representado en perspectiva por tres semicírculos que comparten un diámetro común (fig. 10a). Constituyen un sistema trilobado, pero sus ejes no son los de un tetraedro. Un eje (que va desde Indonesia hasta el Caribe) tiene extremidades similares, mientras que todos los ejes tetraédricos tienen polos desemejantes: también dos lobs constituyen tierras firmes (Laurasia y Gondwana) y otra corresponde a un océano, el Pacífico. En el modelo tetraédrico todas las caras son semejantes. La simetría trilobada no es completa (AAA) sino parcial (AAB).

Holmes (1933) vio el mismo esquema como la figura de un ocho envolvente alrededor del globo (fig. 10b) con una loba que rodea Laurasia y otra a Gondwana. Las diferencias entre las figuras 10a y 10b se esfuman cuando se aplican al globo terráqueo.

Sollas (1903) seguido por Lake (1931) y Wilson (1949) vieron las mismas características como una T mayúscula envuelta alrededor del globo (fig. 10c). El cinturón Pacífico de Wilson queda interrumpido entre Nueva Zelanda y Artártida para formar la línea horizontal de la T mayúscula y el cinturón mediterráneo queda roto entre el Atlas y las Antillas. Los que se afilian a

las teorías de la deriva o de las dispersiones continentales consideran estas discontinuidades como superimpuestas y carentes de importancia, y cuando la T mayúscula, que es una figura plana, se aplica al globo, hay muy poca diferencia entre el tri-semicírculo, la figura del ocho y los modelos en T.

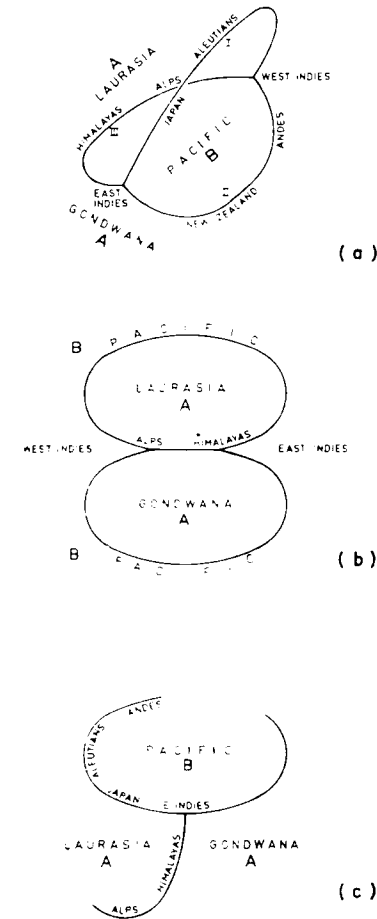


Figura 10. —Tres modelos que representan los orogénos post-paleozoicos. a) Tres semicírculos sobre un diámetro común. b) La figura del 8 de Holmes. c) El esquema en T de Wilson

Con cualquiera de estos modelos, los cinturones orogénicos constituyen una división tripartita de la superficie de la Tierra, dotada de una asimetría AAE y no AAA. La T de Wilson tiene menos simetría que las restantes porque no establece una equiparación entre las Indias Orientales y las Occidentales

La torsión de Tetis como asimetría norte-sur

William Lowthian Green (1875, 1887), sostuvo que había tenido lugar un desplazamiento de torsión ecuatorial entre los hemisferios septentrional y meridional, y así conseguía explicar el hecho de observación de que los continentes meridionales (Africa, Sudamérica, India y Australia) aparecen marcadamente separados de los continentes septentrionales por zonas de profundo trastorno cortical y vulcanismo. Argüía que la contracción de la forma esférica a la tetraédrica lleva consigo mayor incremento en velocidad angular para las tres caras deprimidas del tetraedro en el hemisferio meridional que para las tres puntas tetraédricas del hemisferio septentrional. El hemisferio meridional, por consiguiente, tendería a avanzar más en dirección Este que el septentrional—de aquí la zona de torsión—. Esta teoría fue apoyada por Daubrée. La hipótesis de la torsión ecuatorial fue examinada a fondo por el astrónomo belga Wilhelm Prinz (1891), quien sugirió además que existían semejanzas en los esquemas de la estructura superficial de Marte, analogías que podrían indicar un desarrollo paralelo entre los dos planetas.

El principio desarrollado por Green y Prinz, de una torsión ecuatorial que afectase a toda la Tierra, no arraigó y fue olvidado. Cuando trabajaba en Nueva Guinea hacia los años 30 llegué, de forma completamente independiente, a la misma conclusión y hasta recientemente no supe que había sido anticipado casi en medio siglo. Escribí en 1938: «Nueva Guinea ha sido desgajada hacia el Oeste mediante un colosal sistema de cortantes de una escala mayor que los que se conocen en cualquier otra parte del globo...». Los esfuerzos causantes de este gran desplazamiento occidental alcanzan dimensiones continentales, y probablemente se relacionan con el principal esquema arquitectónico del globo. En el Simposio acerca de las derivas continentales que tuvo lugar en Hobart durante 1957 demostré cómo la zona de torsión se extendía alrededor de toda la Tierra, con el segmento septentrional desplazado hacia el Oeste (Carey, 1958).

Considerada como estructura individual (fig. 11), la torsión de Tetis constituye un cinturón que por término medio mide 1.000 kilómetros o más de ancho, y una longitud total de unos 40.000 kilómetros, y que se desplaza en dirección al Sur conforme avanza en dirección Este alrededor del Globo, de tal manera que las extremidades se desvían dejando entre medias una abertura de unos 60° (alrededor de 7.000 kilómetros). Como consecuencia resultan tres tipos de estructuras de ligazón: (i) desgarres de tensión arrumbados al Noroeste, como el Atlántico Norte; (ii) zonas de desgarrre de orientación sinistra como las de Mendocino, Murray, Pioneer y Clipperton; (iii) zonas de estructuras conjugadas diestras como la falla de San Andrés. Desde luego pueden desarrollarse fracturas con otros arrumbamientos. Si su direc-

ción recaer dentro del ángulo BDC de la fig. 12G, poseerá ambos momentos sinistros y tensionales, y sólo los sinistros cuando la dirección coincida con DC; serán por el contrario enteramente tensionales cuando la dirección coincida con DB. Las zonas de desgarrre de Mendocino, Pioneer

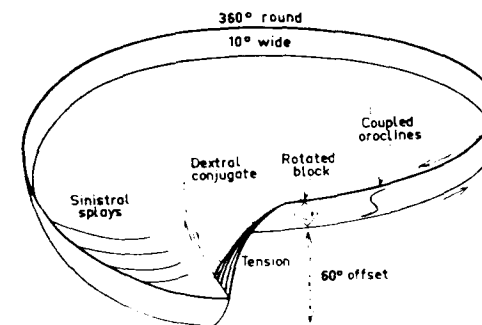


Figura 11.—Esquema global de la torsión Tetis, que muestra: a) la relación de escalas de anchura zonal (10°), longitud de desarrollo (360°) y transposición de torsión (60°); b) las relaciones existentes entre la torsión principal y las estructuras copulantes, tales como esguinques sinistros (tipo Mendocino), conjugados diestros (tipo San Andrés) y desgarrres de tensión (tipo Nordatlántico); bloques sujetos a rotación (tipo ibérico) y oroclinales copulados (tipo siciliano-figur)

Clarion, Murray y Clipperton caen todas ellas dentro de esta categoría. El desplazamiento sinistro en la zona de Pioneer (200 kilómetros) y de la zona de Mendocino (unos 1.100 kilómetros) ha quedado demostrado por el brillante trabajo de investigación magnética marina llevado a cabo por el grupo de La Jolla, bajo la dirección de Vacquier (1959). Si la dirección de la fractura cae dentro del ángulo ADB, las fallas resultarán combinaciones de dilatación y de desgarramiento diestros, con la componente derecha variant desde cero hasta total conforme el arrumbamiento cambia desde DB hasta AD. Las fallas de desgarrre de la provincia de Basin and Range en Norteamérica Occidental recaen dentro de esta categoría y precisamente próximas DB (es decir, son predominantemente tensionales). Las fracturas cuyos arrumbamientos se disponen entre AD y AC son derechas, con cabalgamiento. La falla de San Andrés recae dentro de esta categoría en la vecindad de A (predominantemente a derechas). El Golfo de California representa la componente de dilatación. Al transferir los acimutes de la fig. 12 a los meridianos actuales, debe recordarse que el polo mesozoico yacía en el Mar de Berin;

de tal manera que el Ecuador arrumba Este-Noreste a través de América Central, Este-Sureste en el ámbito de la India, y Este-Oeste a lo largo del Mediterráneo y próximo a Nueva Guinea.

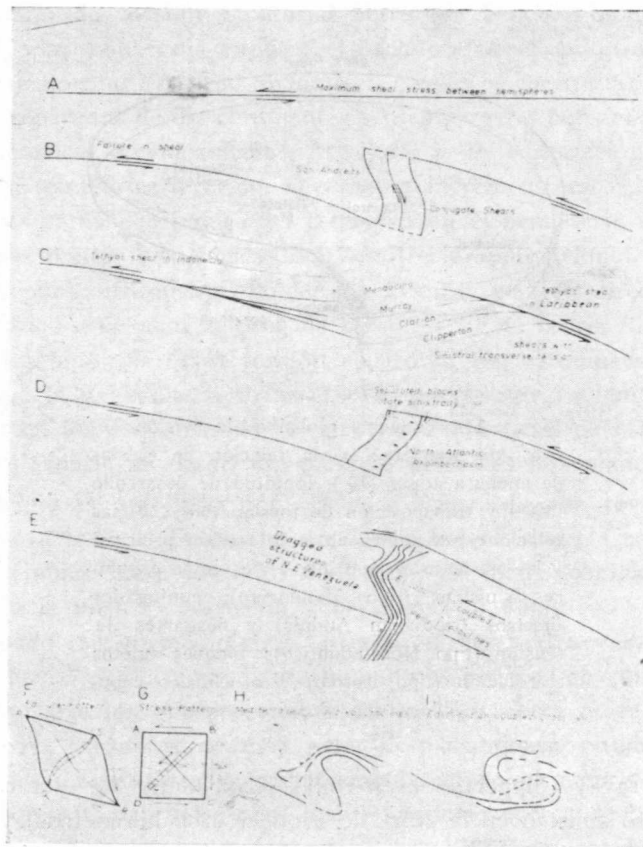


Figura 12.—Geometría del sistema de torsión de Tetis

La zona de torsión de Tetis mide por lo general unos 1.000 kilómetros de ancho. Donde su transcurso involucra una corteza fuerte, existen bloques aislados por fracturas que pueden girar a izquierdas durante el movimiento de torsión (fig. 11 y 12H). Ejemplos de tales bloques girados los tenemos en la Península Ibérica con 40° (figs. 13 a 15), Arabia 3°, India 70° (fig. 16), Guatemala-Yucatán 85° y Honduras-Nicaragua 20° (fig. 21 a 24) y New Foundland 25° (fig. 14 y 15). Por otra parte, donde quiera que la zona de desgarre involucra una corteza más plástica, con tendencia a doblar o a estirarse más bien que a romperse, el movimiento de desgarre puede tirar de la extremidad de un segmento haciéndole girar en la dirección del desgarre o formar un lazo oroclinal acoplado, con forma de S, o estirar el

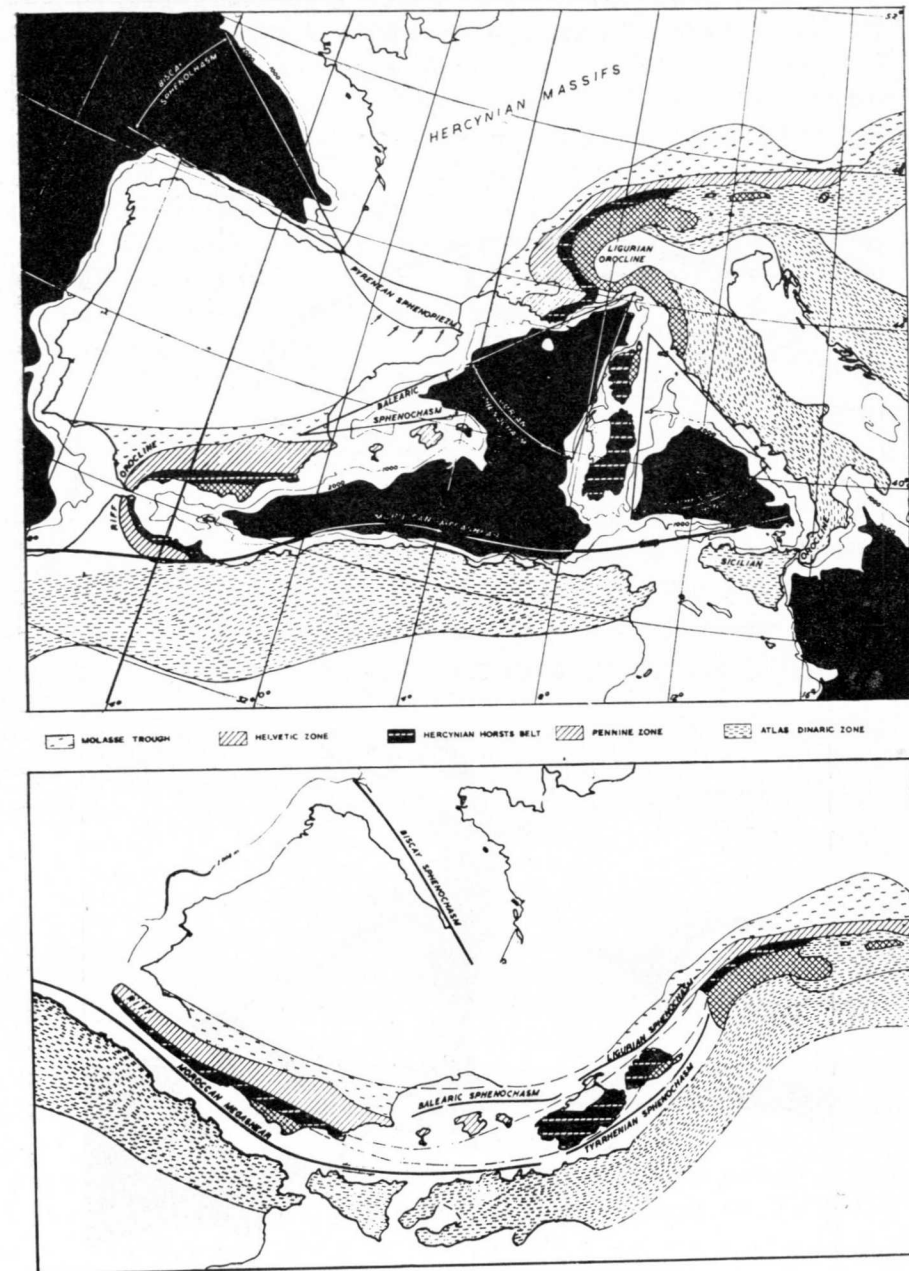


Figura 13.—Desarrollo tectónico del Mediterráneo Occidental, como consecuencia del movimiento hacia el oeste de Europa con respecto a Africa, al otro lado de la zona de torsión Tética

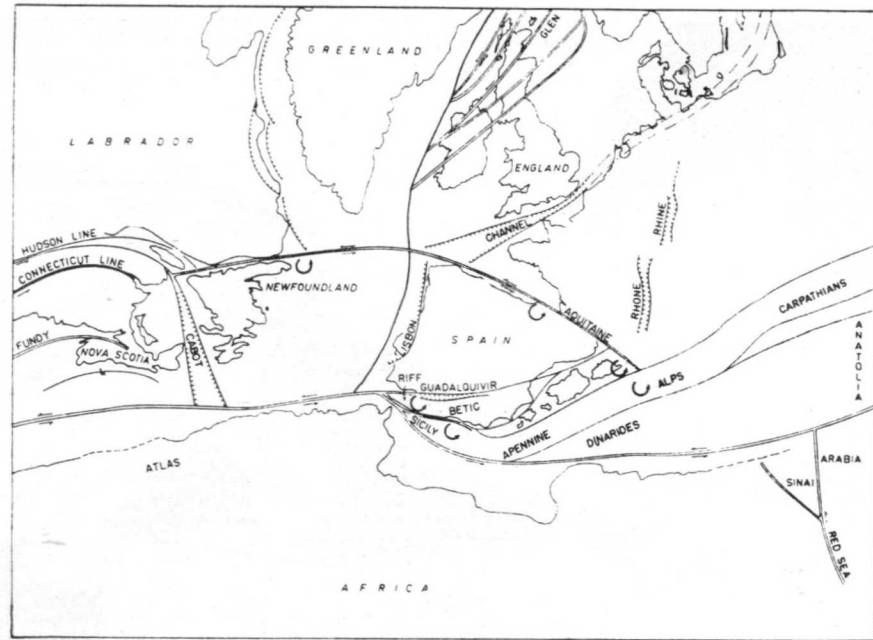


Figura 14 (arriba).—Zona de torsión Tética, entre Africa, Norteamérica y Europa

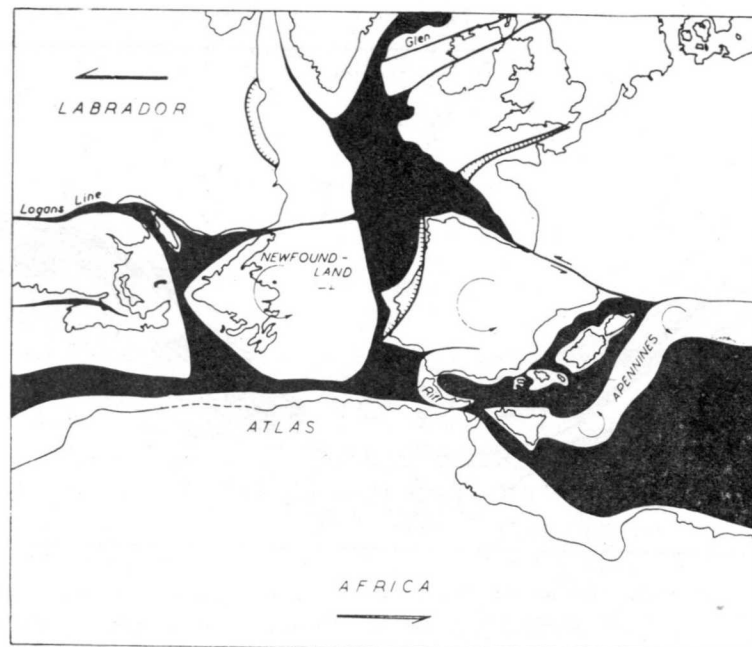


Figura 15 (abajo).—Iniciación de la ruptura del bloque Afro-Laurasiano como consecuencia del movimiento torsional de Tetis

segmento en gran medida en la dirección del desgarre. Ejemplos de oroclinales acoplados a izquierdas los constituyen el par siciliano-ligur (fig. 3H, 14 y 15), el par Beluchistán-Punjab (fig. 16), el lazo de La Sonda-Banda-Célebes (fig. 21 I y 20), y el par Perú-Ecuador (fig. 12 e y 20). Ejemplos de geoanticlinales de arrastre izquierdo los constituyen el arco del Rif (figuras 12 H, 14 y 15), Nueva Bretaña, las Antillas (fig. 21 a 24) y el Panamá, Cordillera Central, Cordillera Oriental, Cinturones de Santa Marta, Perhía, Trujillo y Falcón en Venezuela (fig. 12e, 18 y 19). Cada arrastre, cada rotación de bloque, cada par acoplado de oroclinales, y cada eseno-abismo y eseno-bloque acoplados alrededor de la zona de torsión del Tetis, indican que el movimiento era a izquierdas.

Donde quiera que disponemos de azimutes paleomagnéticos, éstos confirman las rotaciones. Los polos jurásicos de la India (Rajmahal Traps) y Africa (doleritas del Karroo) están situados a 3.000 kilómetros de distancia. La rotación de la India, indicada por los oroclinales acoplados y otras estructuras tectónicas acopladas, aproxima los polos (fig. 8). Irving y Tarling (1961) informan que los datos paleomagnéticos procedentes de Arabia están de acuerdo con la rotación que publiqué previamente. Van Hilten (1962), al estudiar las rocas volcánicas del Permiano del Norte de Italia, encontró que los polos e isóclinas confirmaban la grandísima rotación prevista por mí mediante análisis tectónicos; ninguna otra reconstrucción fue, ni siquiera aproximadamente, tan satisfactoria. No conozco la existencia de datos paleomagnéticos que se opongan. Hay campo para muchísimas más medidas de esta clase.

La torsión del Tetis a través del Pacífico

El Océano Pacífico es bastante circular, pero la parte septentrional está desplazada al Oeste con respecto a la parte meridional (fig. 20). Los contornos del Pacífico pueden ser definidos de diferentes maneras. Quizás lo más fundamental lo constituye la «línea de andesitas», que se enfrenta al Kamchatka, Japón, Formosa, las Filipinas y Halmahera, con un arrumbamiento que gira progresivamente de suroccidental a meridional. En las Molucas la línea de andesitas salta discontinuamente 60° en dirección al Este hasta Samoa, donde recupera su arrumbamiento meridional vía Nueva Zelanda hacia la Antártida. Esta gran transposición representa la zona de torsión del Tetis. La margen oriental del Pacífico queda igualmente transpuesta pero el desplazamiento se distribuye entre las grandes series de zonas de desgarre ligamentales ya mencionadas, que incluyen los desgarres de Mendocino, Pioneer, Clarion, Murray y Clipperton, y se extiende muy lejos por el Sur, hasta el Perú.

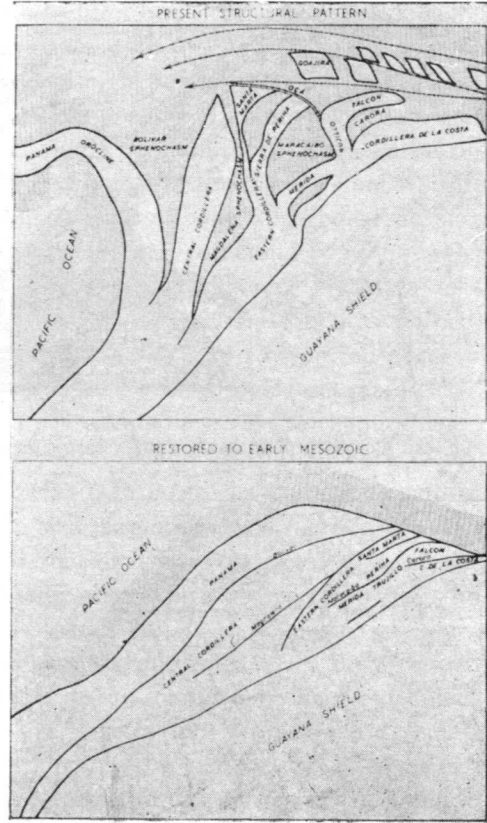


Figura 18.—Diagrama que muestra el mecanismo de apertura por arrastre entre el NO de Venezuela y Panamá mediante la torsión de Tetis. El diagrama superior se calculó de un mapa tectónico corriente (figura 19) y se llevó después a la posición de pre-torsión (figura de abajo)

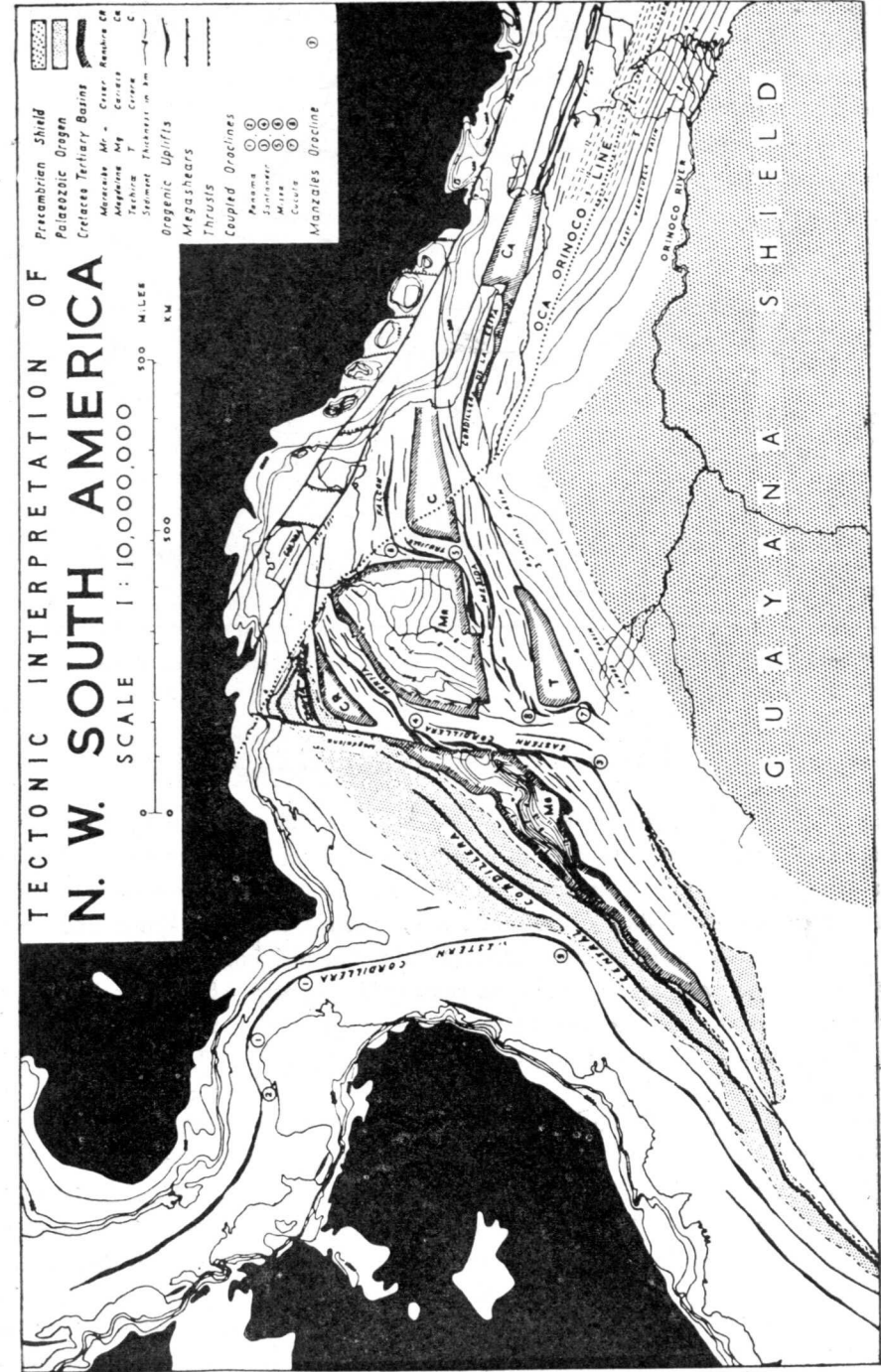


Figura 19.—Tectónica del NO de Sudamérica (Véase también el diagrama opuesto)

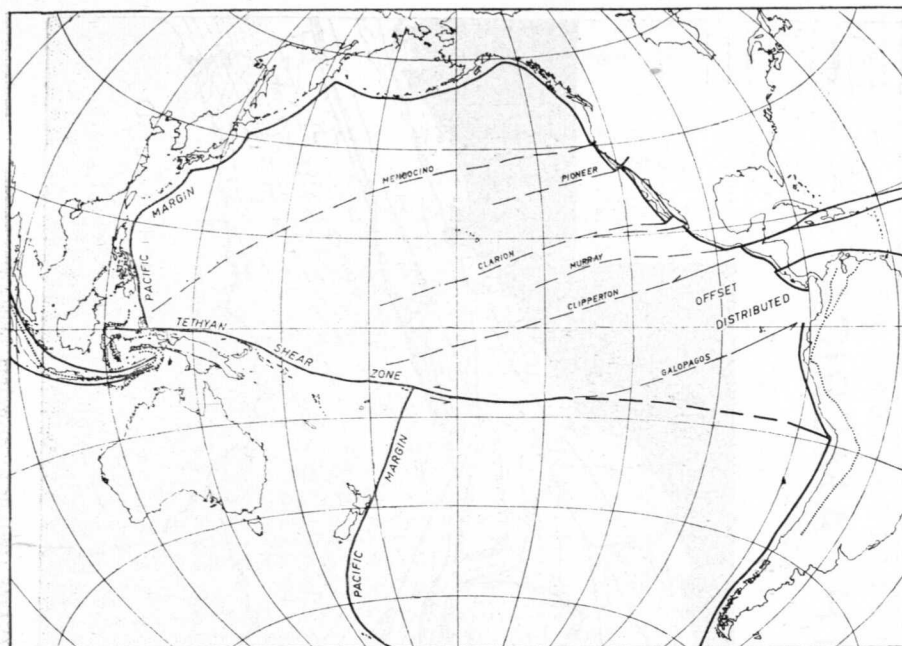


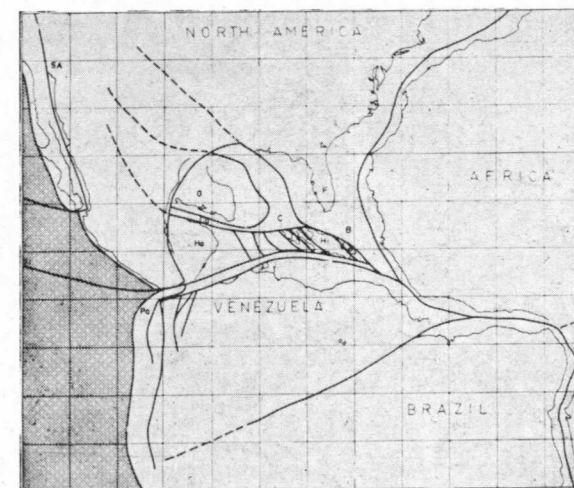
Figura 20.—Desplazamiento del Océano Pacífico por la zona Tética de torsión

Torsión de Tetis en la región del Caribe

La región del Caribe yace dentro de la pista del cinturón de torsión de Tetis. Las líneas estructurales orogénicas arquean 180° , como ocurre en otras zonas intensamente trastornadas que se sitúan a lo largo del cinturón, tales como son los Alpes e Indonesia. La matriz africana acusa una gran torsión sinistral con dilatación transversal; porque cuando Sudamérica y Norteamérica se encajan de nuevo, en restitución, contra África (fig. 21), Norteamérica ha de ser desplazada 3.000 kilómetros más al Este que Sudamérica, y los dos bloques deben ser aproximados meridionalmente. De esta manera la relación de Norteamérica con respecto a Sudamérica resulta completamente análoga a la de Europa con respecto a África. Hess (1948) había deducido previamente que tenía que existir un gran desgarre sinistral de primer orden a través de la región. La región costera nor-noroeste de Venezuela y de Panamá muestra (figs. 18 y 19) intenso desgarre sinistral en toda la región. El bloque ha quedado abierto por el arrastre hacia el Oeste de la torsión hasta formar grandes eseno-abismos y cuencas. Muy recientemente Heezen y sus colegas del Instituto Lamont han obtenido un mapa mucho más detallado del Atlántico Central, en el que dibujan intensas zonas de desgarre en el piso atlántico, que alcanzan desde el Caribe hasta el Golfo de Guinea.

Todo esto está en buen acuerdo con la disposición general del Caribe, a caballo sobre la zona de torsión de Tetis. Sin embargo, el área es tan compleja tectónicamente, que todavía hay lugar para diferentes versiones en su reconstrucción. Todas ellas deben aproximar algo meridionalmente Norteamérica a Sudamérica, y desplazarla 3.000 kilómetros en dirección al Este.

Igualmente deben traer el bloque de Guatemala-Yucatán-Honduras-Antillas desde su primitiva posición hasta ocupar el boquete del Golfo de Méjico. Todas ellas deben ajustarse a las tres condiciones generales de transforma-



Figuras 21-24.—Etapas en la dispersión de la región del Caribe durante la torsión Tética: B, Bahamas; C, Cuba; Ca, Islas Caimán; F, Florida; G, Guatemala-Yucatán; H, España; Ho, Honduras, Nicaragua; J, Jamaica; Pa, Panamá; P, Puerto Rico; Sa, desgarre de San Andrés; T, Trinidad. Una malla arbitraria, dibujada en la figura 22, se transporta a las restantes figuras con objeto de mostrar la dispersión y rotaciones sinistras

ción y continuidad que hemos señalado antes con respecto a Europa. Pero aún cuando se satisfagan todas estas condiciones, resultan de todos modos diversos tipos posibles de reconstrucción que involucran diferentes medidas de rotación sinistral. Una de estas reconstrucciones afectada de muy grandes rotaciones fue presentada al coloquio de Hobart sobre las derivas continentales. Otra reconstrucción, que involucra un mínimo de rotación, se presenta en las figuras 21 a 24. En estas figuras una red arbitraria y sus límites enmarcantes han sido llevados a través de todas las etapas de la dispersión. Esta operación nos revela la relación existente entre el grupo de desgarres Mendocino-Clipperton con respecto a los de San Andrés, Caribe, Venezuela

y Guinea, y del Amazonas. También muestra la combinación de torsión sinistral con dilatación general.

Actualmente el bloque de Honduras-Nicaragua (Ho) se prolonga hacia el Este como una plataforma anegada hasta Jamaica (J), Española (HI) y Puerto Rico (P). Si lo seguimos progresivamente, en las figuras 21 a 24 la evolución de este cinturón resulta muy clara. Constituye una zona imbricada comprendida entre dos desgarres de categoría mayor, que ha resultado progresivamente estirada o deformada conforme se iba desarrollando el movi-

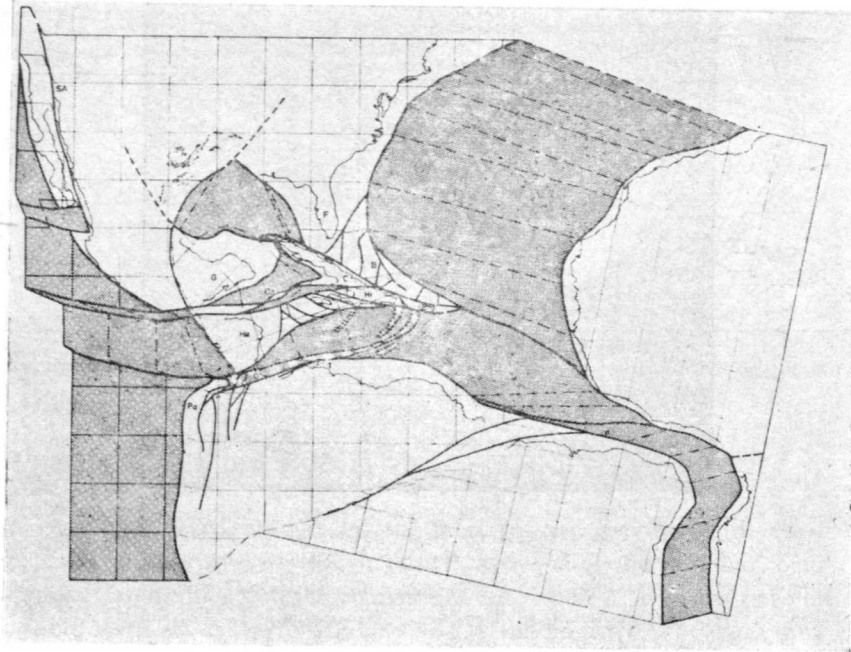


Figura 22.—(Véase explicación en fig. 21)

miento de torsión. Pero la relación general entre las partes componentes ha permanecido la misma durante todo el proceso. Inicialmente las fallas imbricadas dentro de esta rebanada dirigían sus arrumbamientos en el sentido del movimiento de los desgarres conjugados de tipo San Andrés, pero poco a poco giraron progresivamente conforme progresaba la torsión.

El desgarre que constituye el límite septentrional del cinturón Honduras-Puerto Rico recién descrito, se prolonga en dirección al Este a través del Atlántico hasta el Golfo de Guinea, a lo largo de la línea trazada recientemente por Heezen, y continúa al Oeste a lo largo de la costa septentrional de Honduras hasta el Pacífico, donde se convierte en la zona de desgarre de Murray. Este desgarre constituye el límite Sur de Cuba (C) y define la plataforma de Caimán (Ca) y el Golfo de Honduras. Los diagramas muestran

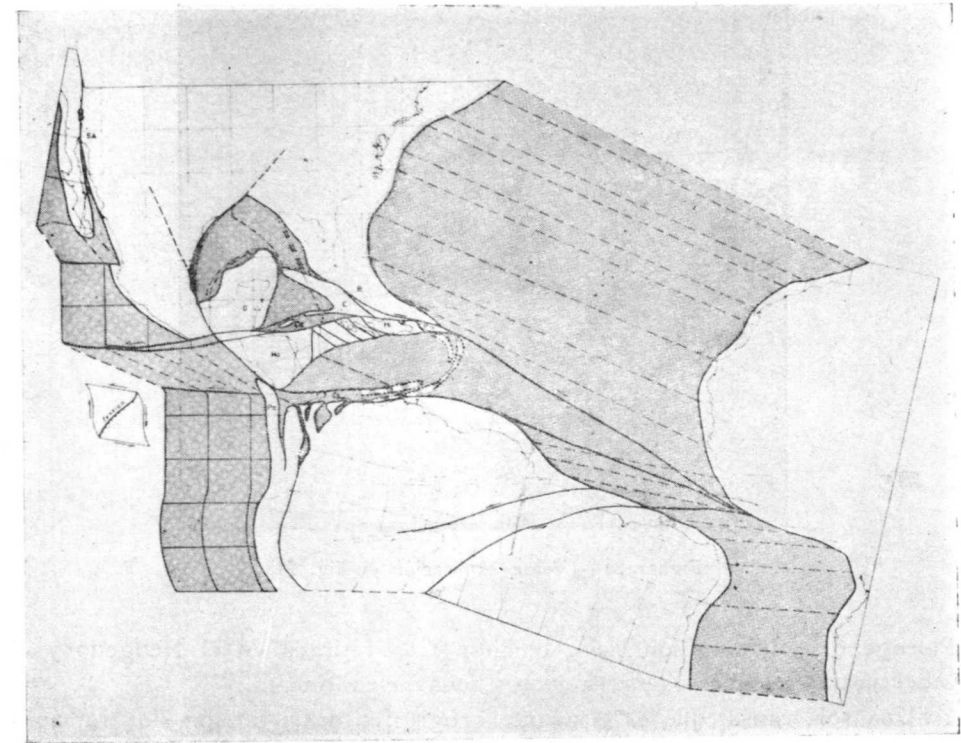


Figura 23.—(Véase explicación en fig. 21)

el desarrollo de esta estructura dotada de desplazamiento progresivo a izquierdas y extensión Noreste a Suroeste con sentido de rotación contraria a la de las saetas del reloj (lo que tiene como consecuencia la apertura del gran esfeno-abismo de Honduras).

Las Bahamas (B) se forman a partir de la prolongación meridional de la plataforma de Florida, con alguna imbricación en la zona de desgarre y con algún arrastre y rotación a izquierdas. Las Bahamas retienen, en lo esencial, la misma relación con respecto a Puerto Rico y a Cuba en toda su extensión, excepto en que hay un deslizamiento progresivo a izquierdas de la zona principal de desgarre al Norte de la zona Honduras-Puerto Rico.

El bloque, que se componía originalmente de las porciones Guatemala-Yucatán, Honduras-Antillas Mayores y Cuba, llenaba originalmente el Golfo de Méjico. En el lado de Tejas todavía existe una gran serie de fallas de tensión, que constituyen los grupos de fallas del Golden Mile, Cerralbo, Balcones, Luling, Mejía y Tehuacana, que en conjunto semejan la cabeza de una gran cicatriz de corrimiento de tierras (fig. 24). Los movimientos diótics comenzaron en el Jurásico y por primera vez dejaron que el mar jurásico se adentrara en este área, ganase inercia a través del Cretáceo y del

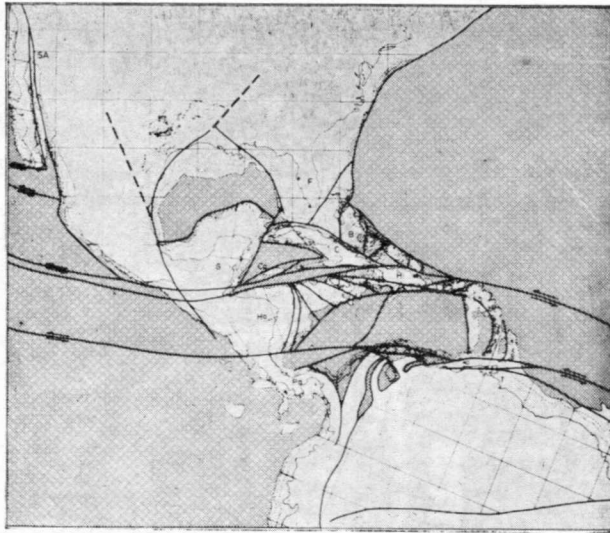


Figura 24.—(Véase explicación en fig. 21)

Paleogeno, y por el contrario, tendiese a la retirada en el Neogeno y el Cuaternario, aunque los movimientos todavía continúan.

Una sola causa, que es el avance progresivo de la torsión sinistra, aplicado a la figura 21, produciría todos los movimientos y relaciones que muestra el mapa que tenemos a la vista. Observada a la luz de estos hechos, la compleja estructura del Caribe resulta sencilla.

Asimetría magnética

El magnetismo terráqueo es sorprendentemente asimétrico, con respecto al eje, al centro, al hemisferio y meridionalmente. El eje magnético no pasa a través del centro geodésico de la Tierra, lo evita por unos 300 kilómetros. El eje magnético está inclinado con respecto al eje de rotación, de manera muy sorprendente, bajo más o menos el mismo ángulo que la Tierra misma forma con respecto a la eclíptica. ¿Es esto pura casualidad o tiene alguna importancia tal coincidencia? La intensidad total del campo terráqueo aumenta hasta un máximo aislado en el polo Sur magnético (fig. 25). En el hemisferio septentrional residen dos máximos magnéticos, algo más débiles, uno en el Canadá y el otro en Siberia (fig. 26), aproximadamente separados unos 50° a lo largo de un círculo máximo, y separados casi 180° en el sentido de las longitudes. El polo magnético Sur, con su máximo magnético único, parece girar con una trayectoria epicíclica alrededor del polo de rotación. El polo Norte magnético parece oscilar a lo largo de una trayectoria rectilínea entre

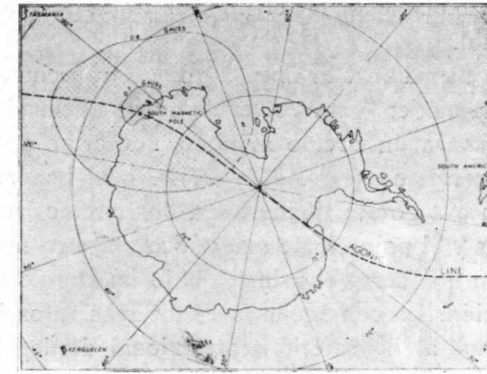


Figura 25.—Campo magnético próximo al Polo Sur

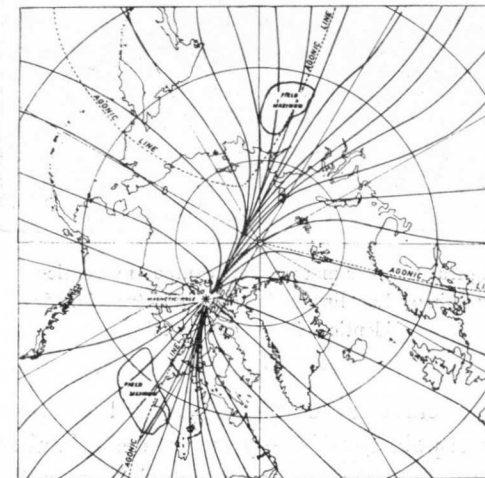


Figura 26.—Campo magnético alrededor del Polo Norte. Las líneas gruesas son los meridianos magnéticos, las zonas punteadas son los de máxima intensidad de campo

sus dos máximos' (Hope, 1959). En el momento actual el polo magnético está en la Península de Boothia, más o menos a un tercio del camino entre el máximo canadiense hacia el máximo siberiano. La separación de los máximos magnéticos septentrionales produce un extraño esquema de meridianas magnéticas, que convergen, no en un punto como en la figura 25 para el Polo Sur, sino en una barra de 2.000 kilómetros de largo que discurre entre los dos máximos' (fig. 26). Estos fenómenos, como la mayor parte de las características geomagnéticas, no están en relación con las rocas corticales, sino que

son controladas profundamente en el interior de la Tierra y apuntan a una asimetría fundamental.

En el hemisferio meridional la línea a-gónica transcurre desde el ecuador magnético al polo magnético, para volver de nuevo al ecuador como una curva suave que se aproxima a un círculo máximo, conforme podría esperarse que se comportase un meridiano (figs. 25 y 27). En el hemisferio septentrional (figs. 26 y 27) la línea a-gónica tiende hacia dos círculos máximos; uno pasa por los dos máximos y el polo Norte magnético; el otro no pasa por ninguno de estos puntos, sino que corta el primero bajo un ángulo recto y pasa luego por el polo de rotación. La consecuencia es un gran retorcimiento de la línea a-gónica. Si volvemos al hemisferio septentrional desde el hemisferio meri-

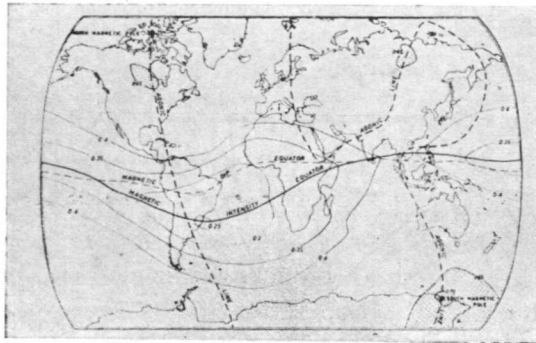


Figura 27.—Asimetría del campo magnético terráqueo. Las líneas de cota muestran las de idéntica intensidad total

dional, tan formal, transcurre directamente hasta el máximo magnético canadiense, continúa hasta el polo geodésico y vuelve después al ecuador magnético (recortando un cuadrante en vez de un hemisferio), para torcer de nuevo en dirección al Noreste hasta el máximo siberiano, desde donde continúa hacia el polo geodésico, pero gira hacia el Este de nuevo antes de alcanzarlo y luego se revuelve en una amplia loba en dirección al Sur para unirse finalmente con la otra rama del hemisferio meridional.

Además de estas asimetrías Norte-Sur existe una asimetría ecuatorial. La figura 18 muestra la intensidad magnética total a lo largo del ecuador de intensidades magnéticas. Ofrece un mínimo en el Brasil y un máximo en el Himalaya. Si establecemos una analogía geodésica, el ecuador magnético resulta elíptico, con una diferencia en los semidiámetros de no menos de un 44 por 100.

El alcance en la intensidad total de campo es aproximadamente doble en el hemisferio meridional que en el septentrional, y el hemisferio magnético meridional es mucho más activo que el septentrional. En la figura 28, que

muestra la velocidad de cambio de la intensidad total, más de la mitad del hemisferio meridional tiene un ritmo medio anual de cambio de campo superior a 60 gammas. Muy pocas zonas del hemisferio septentrional alcanzan este ritmo.

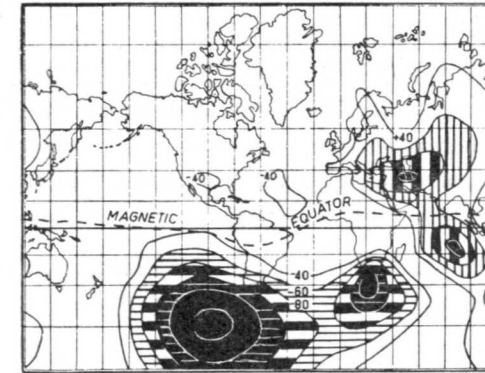


Figura 28.—Ritmo de cambio del campo magnético en 1948 (Según Vestine)

Esta desigualdad podrá tener gran importancia tectónica, como lo indican los siguientes hechos:

1. Los focos isopóricos geomagnéticos derivan lentamente hacia el Oeste con respecto a la superficie terráquea. Los focos isopóricos se piensa que son debidos a las circulaciones de convección en el interior de la corteza, con una circulación global a chorro semejante a la que existe en la atmósfera (fig. 29), cuyas lobas pueden progresar hacia el Oeste aunque el chorro se dirija al Este.

2. El ritmo de deriva occidental de los focos isopóricos es fluctuante, incrementa durante una década, o más, para invertir luego su sentido. Las variaciones en el ritmo son algo irregulares.

3. Observaciones astronómicas, completamente independientes, del tiempo de tránsito de la Luna y planetas, a cuya medida se aplica la rotación de la Tierra como reloj, han establecido que la Tierra no es un reloj perfecto, sino que pierde durante una década o más, y después vuelve a recuperar y gana tiempo.

4. La velocidad de cambio en la deriva occidental de los focos isopóricos está bien correlacionada en detalle con los cambios en la velocidad de rotación de la superficie terráquea (Vestine y otros, 1947). Cuando el manto y la costra deceleran, el núcleo se acelera y viceversa, de tal manera que la inercia total de rotación se mantiene invariable.

5. Los esfuerzos que acoplan el manto con respecto al núcleo para con-

seguir este intercambio de momentos son de tipo electromagnético y muy superiores a los que podrían ser transmitidos por las resistencias cortantes de los materiales. Los esfuerzos involucrados en las aceleraciones o deceleraciones de todo el manto, incluso para los valores pequeños que se desarrollan durante unos pocos años, son lo suficientemente grandes para que tengan importancia tectónica. Puesto que la actividad es en los momentos actuales desigual con respecto a los hemisferios, existen asimetrías geotectónicas y morfológicas y torsiones entre hemisferios que podrían explicarse de esta manera. Tales movimientos podrían explicar posiblemente las rotaciones seculares observadas en grandes sectores de la corteza terráquea.

La circulación a chorro del tipo representado en la figura 29A, ha sido producida experimentalmente por Hide, Runcorn y otros, en cilindros conte-

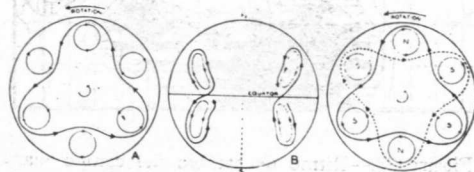


Figura 29.—A) Circulación a chorro alrededor de células redondas de convección tal como ha sido sugerido que existen en el interior del núcleo terrestre (corte ecuatorial); (B) Posible cambio de circulaciones entre hemisferios, ayudado por los efectos de Coriolis (sección polar); (C) Dircirculación a chorro que combina los efectos de A y B (corte ecuatorial). N y S indican las células de convección situadas en los hemisferios septentrional y meridional respectivamente.

niendo fluidos en los que se inducen convecciones obtenidas por calentamiento axial, mientras que el cilindro gira en una mesa rotatoria. Otro modo de circulación parece posible en un esferoide sujeto a rotación (fig. 29B). Es posible el alzamiento de una corriente de convección en dirección a los polos, satisfaciendo de esta manera la tendencia hacia un potencial gravitativo más reducido como lo requiere su más baja densidad, al mismo tiempo que conserva el momento angular, puesto que mantiene el mismo radio a partir del eje de rotación. Esto tendría como consecuencia una corriente de chorro que cruzase entre los hemisferios como ocurre en la figura 29B. Por combinación entre estos dos modos o sistemas podría alzarse un chorro trilobar, en un hemisferio para dos lobar, y en el otro hemisferio para la tercera loba, como se representa en la figura 29C; en la cual N y S indican el hemisferio en el que ocurre o se desarrolla una determinada loba. Podría también tener lugar una circulación recíproca completamente independiente. Si estos dos chorros o corrientes tuvieran valores iguales y opuestos, sus campos externos se anu-

larían mutuamente como un par de imanes estáticos. Sin embargo, tal equilibrio sería transitorio. Esa combinación de chorros, con acoplamiento electromagnético con respecto al manto, podría quizá explicar las siguientes asimetrías:

1. Las actuales asimetrías del campo magnético.
2. Las actuales circunstancias de que la intensidad total del campo terráqueo haya declinado un 5 por 100 a lo largo del pasado siglo.
3. La inversión ocasional completa del campo terráqueo.
4. La torsión interhemisférica.

Asimetría sísmica

La distribución de terremotos es asimétrica en muy gran medida.

- 1) 80 por 100 de los terremotos de la Tierra están asociados íntima-

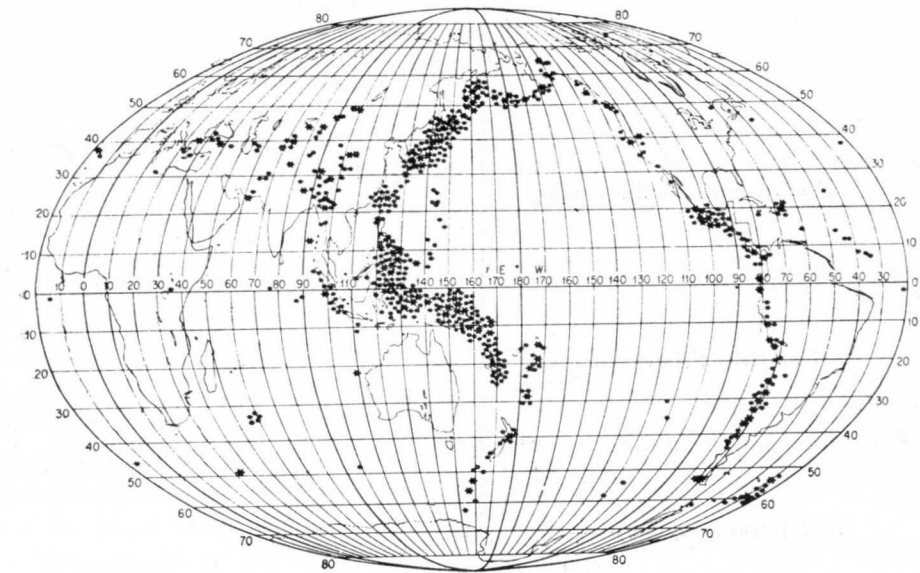


Figura 30.—Sismicidad actual (según Howell) que pone de manifiesto la transposición de las márgenes del Pacífico como consecuencia de la torsión del Tetis

mente con las márgenes del Pacífico, tal como se definen por la línea de andesitas (fig. 30). Esta moderna sismicidad reproduce el Pacífico primordial.

- 2) La sismicidad de la margen oriental del Pacífico es notablemente más débil y somera que la de la margen occidental (fig. 31). De esta manera la sismicidad moderna reproduce la asimetría Este-Oeste del Pacífico.

3) El cinturón sísmico del Pacífico reproduce claramente en líneas generales la transposición occidental del hemisferio septentrional con respecto al meridional a lo largo de la zona de torsión del Tetis (fig. 30).

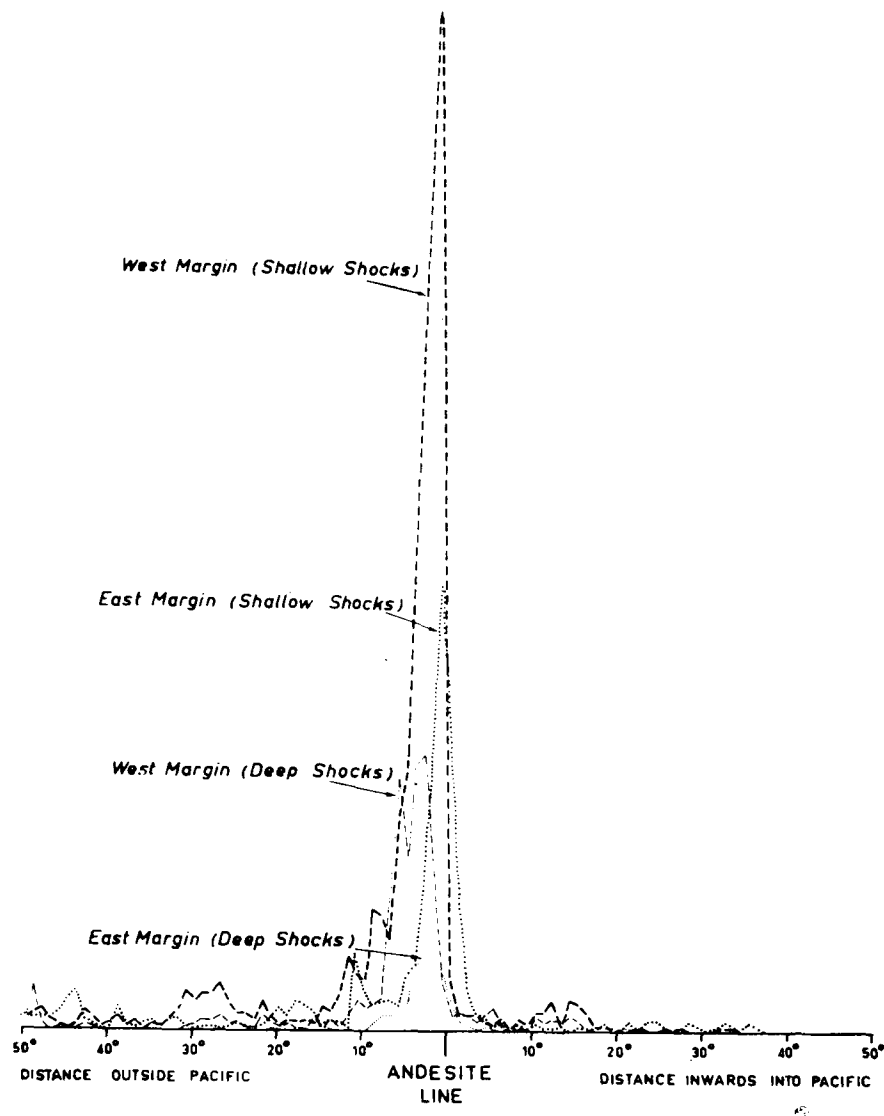


Figura 31.—Todos los terremotos registrados de acuerdo a sus distancias respecto a la margen del Pacífico (línea de andesitas).

4) Si eliminásemos el cinturón sísmico del Pacífico, una gran proporción de los terremotos restantes quedaría dentro de la zona de torsión del Tetis, y los que todavía quedan ubican predominantemente en el sistema de

desgarre medio Océánico. Otra manera igualmente válida de enfocar esta distribución es la de decir que un 90 por 100 de los terremotos tectónicos recae dentro de los cinturones orogénicos tri-semicirculares (en el orden I, II, III, de la figura 10a), y casi todos los demás lo hacen dentro del sistema de desgarre Océánico medio. Una reseña de los volcanes activos y recientemente activos del mundo se reproduce el mismo resultado, con un orden parecido entre las categorías arriba mencionadas.

5) Es significativo que tengan lugar muchos más terremotos en el hemisferio septentrional que en el meridional. Menos de un *décimo* de los terremotos de la Tierra se desarrollan en el *cuarto* meridional de la corteza (Talley, 1962). El gran continente antártico, y sus océanos marginantes a lo largo de varios grados, quedan normalmente exentos de sacudidas. Y esto no es consecuencia de la distribución instrumental de los elementos de observación. Durante y desde el año geofísico internacional, un considerable número de estaciones de gran categoría han sido mantenidas en la región antártida por siete países. No se ha registrado ni un solo epicentro antártico. El sistema de desgarres medio oceánicos que rodea a la Antártida: en el Atlántico meridional, el Océano Indico meridional y el Pacífico meridional producen sacudidas, pero dentro de este cinturón existe una tranquilidad tal como no es gozada por ningún otro bloque cortical de tamaño comparable. También Australia, aunque no sea completamente asísmica, tiene una proporción mucho menor de terremotos que cualquier otro continente exceptuando la Antártida.

Hay pruebas abundantes de que la Antártida ha sido activamente sísmica en los tiempos pasados. ¿Pero era polar entonces esta región? Los hechos paleomagnéticos nos dicen que no lo era.

La sísmicidad contemporánea, el vulcanismo y el geomagnetismo no ponen de manifiesto la asimetría tectónica actual de la Tierra: las dos primeras en el manto somero y en la corteza, la tercera en el núcleo profundo. Estas asimetrías son de la misma clase y de la misma escala que las que tienen su origen en la primitiva historia.

Esto constituye materia de gran importancia que nos impide considerar accidentes aislados del pasado como causas posibles de las asimetrías que se observan.

Orden de magnitudes de las asimetrías

Los fenómenos geotectónicos encuentran su expresión a lo largo de un espectro de escalas que va desde el tamaño de la muestra manual, o menor hasta la del afloramiento, luego a la de la región, del continente y de la Tierra entera (Carey, 1962b). Si restringimos nuestra atención al post Paleozoico —lo que excluye un Pacífico y una Pangea primaria, los elemento

geo-tectónicos de primer orden, o sea, los que afectan a la totalidad del globo son:

La configuración de la Tierra y su inclinación con respecto a la eclíptica.

El Pacífico, Laurasia y Gondwana.

La zona de torsión del Tethys.

El sistema de desgarres medio Océánico (que incluye los océanos de desgarre y el sistema de polígonos de primer orden).

El sistema orogénico tri-semicircular.

El campo geomagnético.

Con objeto de suministrar un índice de escalas que permita diferenciar estas estructuras de aquellas unidades de segundo orden cuyo dominio es bastante menor que la Tierra entera o que una de sus unidades primarias, doy también la lista de las estructuras tectónicas de segundo orden. Por debajo de estas vienen, a su vez, las unidades tectónicas de órdenes más bajos, tales como los anticlinales, los mantos y las fallas de torsión y desgarre.

Estructuras tectónicas de segundo orden.

Oroclinales, abismos rómbicos y esfenoidales, así como sus mega-desgarres cortantes, que frecuentemente aparecen, o bien, inter-relacionados o acoplados.

Sistemas poligonales de segundo orden, que engendran cuencas y umbrales (con valles de desgarre).

Geosinclinales.

Todas las asimetrías a que atañe este escrito se refieren a las características de primer orden del globo terráqueo en su totalidad, las que constituyen el armazón geotectónico.

BIBLIOGRAFÍA

- ARLDT, TH. (1907). Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig.
- BUCHER, W. (1958). The Deformation of the Earth's Crust. Princeton Univ. Press.
- CAREY, S. W. (1938). Tectonic Evolution of New Guinea and Melanesia. Thesis, Doctor of Science, University of Sydney.
- CAREY, S. W. (1958). The Tectonic Approach to Continental Drift—A Symposium. Univ. Tasmania, Hobart.
- CAREY, S. W. (1962a). *Alberta Soc. Pet. Geol.*, 10, 95.
- CAREY, S. W. (1962b). *Geol. Soc. India J.*, 3, 97.
- DARWIN, G. H. (1879). *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 170A, 447.
- GREEN, W. L. (1875 *et seq.*). Vestigues of the Molten Globe as Exhibited in the Figure of Part I: London, E. Stanford. Part II: The Earth's Features and Volcanic Phenomena. Hono'ulu, Hawaiian Gazette Publ. Co., 1887.

- HESS, H. H. (1948). Major Structural Features of the Western North Pacific. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 64, 1.
- HOLMES, A. (1933). *J. Wash. Ac. Sci.*, 22, 169.
- HOPE, E. R. (1959). *J. Geophys. Res.*, 64, 407.
- HUME, W. F. (1948). *Terrestrial Theories*. Cairo, Geot. Press.
- IRVING, E., and TARAING, D. H. (1961). *J. Geophys. Res.*, 66, 549.
- JEANS, J. H. (1917). *Roy. Soc. Lond. Proc.*, 93, 413.
- LAKE, P. (1931). *Geol. Mag.*, 78, 149.
- LAPWORTH, C. (1894). *Geogr. J.*, 6, 252 and 13, 280.
- Miyabe, N. (1935). *Earthquake Res. Inst. Tokiy Imperial Univ.*, 9, 256 and 13, 280.
- PRINZ, W. (1891). *Annuaire de l'Observatoire Royal de Bruxelles*, 58, 304.
- PRINZ, W. (1899). L'échelle réduite des expériences géologiques. *Bull. Soc. Be'ge d'Astronomie*.
- SOLLAS, W. J. (1903). *Geol. Soc. Lond. Quart. J.*, 59, 180.
- TALLEY, H. C. (1962). No Quakes at the South Pole. (Reported *Science Newsletter*, 82, 103).
- VACQUER, V. (1959). *Nature*, 183, 452.
- VAN HILTEN, D. (1962). *J. Geophys. Res.*, 67, 377.
- VESTINE, E. H.; LAPORTE, L.; COOPER, C.; LANGE, J., and HENDRIX, W. C. (1947). Description of the Earth's Main Magnetic Field and its Secular Change, 1905-1945. Carnegie Inst. Wash. Publ. 578.
- WILSON, T. Tuzo. (1949). *Nature*, 164, 147.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS Y COTIZACIONES

PRODUCCION ESPAÑOLA

	UNIDAD	1965	1966
Carbones	Tm	15.716,000	15,625,000
Mineral de hierro	»	5,788,000	5,200,000
Piritas (hierro y ferrocobrizas)	»	2,430,000	2,498,000
Energía eléctrica	Millones kWh	31,650	37,500
Productos petrolíferos destilados	Tm	14,420,000	17,131,000
Lingote de hierro	»	2,328,000	2,114,000
Acero	»	3,515,000	3,750,000
Laminados netos	»	3,527,000	3,774,000
Coque metalúrgico	»	2,679,000	2,604,000
Aluminio	»	53,300	62,894
Cinc	»	53,516	53,034
Cobre electrolítico y refinado	»	58,712	59,299
Pomo	»	53,815	53,008
Abonos nitrogenados (T. nitrógeno)	»	283,502	320,357
Superfosfato de cal	»	1,940,000	1,730,000
Potasa cáustica	»	369,460	423,032
Acido sulfúrico (100 por 100)	»	1,616,000	1,517,000
Sosa cáustica	»	168,539	147,472
Carbonato sódico	»	224,319	228,581
Carburo de calcio	»	176,039	181,320
Cementos artificiales	»	9,844,000	11,832,000

ECONOMIA

ESPAÑA INVESTIGARA YACIMIENTOS ARGELINOS

El Comité Mixto Hispano Argelino de Cooperación Económica ha comunicado que una misión de técnicos españoles se trasladó, en el mes de abril, a una zona argelina próxima a la frontera de este país con Marruecos, al objeto de investigar las posibilidades mineras de aquella región, especialmente en lo que se refiere a las minas de cine de «El Abed», que pertenecieron a la Sociedad Argelina de Cine hasta mayo del pasado año, en que esta empresa fue nacionalizada por la Administración de aquel país. Estas minas son prolongación de las de Zelijja, en el sur de Djidja.

Las reuniones de este Comité Hispano Argelino se vienen celebrando últimamente con cierta frecuencia. La última tuvo lugar en Madrid, en el pasado mes de febrero; la próxima tendrá lugar en Argel, en junio. El emplazamiento de estas minas está localizado en puntos próximos a Marruecos, cuya riqueza minera no es muy conocida aún, por lo que ha dado ya lugar a algunos roces políticos por delimitación de fronteras entre ambos países.

UNINSA PODRÍA RESULTAR AFECTADA POR LOS CAMBIOS DE KRUPP

Nuestros lectores están informados de que la famosa empresa alemana Krupp ha cambiado en estos últimos días su carácter familiar, pasando a ser una sociedad anónima. La última noticia que nos llega sobre este asunto, indica que el heredero de esta gigantesca compañía ha renunciado a todos los derechos que aún poseía. Estas noticias, aparte del interés más o menos general que pueden tener para nosotros, los españoles, poseen un carácter más concreto, dada la repercusión que podrían tener estos cambios en la construcción de nuestra Tercera Planta Siderúrgica, que es la que Uninsa tiene en proyecto instalar en Verina (proximidades de Gijón), y en la que Krupp tiene una participación destacada. Hasta el momento nada sabemos de estas posibles repercusiones. Hay que tener en cuenta que aún es pronto para conocer los nuevos planes y directrices que emanan del Consejo de Administración que se haga cargo de todos los bienes de Krupp.

ESPAÑA EXPORTA LINGOTES DE ALUMINIO

Los planes de ampliación de las fábricas españolas de aluminio empiezan a dar sus frutos. En el año 1966, la producción española de aluminio fue de 64.045 toneladas. Los fabricantes españoles de aluminio han realizado un gran esfuerzo con objeto de incrementar sus producciones para atender la demanda del mercado, consiguiendo en 1967 una capacidad de producción de 88.000 toneladas. Con estos aumentos de producción, los fabricantes españoles de aluminio han conseguido satisfacer la demanda interior, obteniendo excedentes para la exportación.

A finales de marzo salió del puerto de La Coruña un primer embarque de 500 toneladas de lingote de aluminio con destino a Argentina, parte de un total de 2.000 toneladas. Se espera que en el transcurso del año actual se realicen exportaciones importantes de lingotes de aluminio a Rumanía, la India, etc., para absorber excedentes de fabricación que se producirán como consecuencia de las ampliaciones. Con las ampliaciones que se realizarán este año y en los sucesivos, los fabricantes españoles de aluminio pueden garantizar el abastecimiento normal de las necesidades del mercado español y la disponibilidad de toneladas importantes para la exportación de un metal tan fundamental para la economía de los pueblos modernos.

TRAS CINCUENTA Y NUEVE AÑOS DE EXISTENCIA EN MANOS ESPAÑOLAS, MINAS DEL RIF PASAN A DEPENDER DE LA ADMINISTRACION MARROQUI

Más de 25 millones de toneladas han sido extraídas de este yacimiento

La inquietud existente durante los últimos meses con respecto al porvenir de la Compañía Española Minas del Rif, Sociedad Anónima, y de los que nos hicimos eco anteriormente en nuestra Revista, se ha visto plenamente confirmada al comunicar personalmente el ministro de Industria, Comercio y Minas de Marruecos al presidente de la empresa, don Alejandro

de Gandarías y Corral, la decisión adoptada por el Gobierno marroquí de hacerse cargo de inmediato de la explotación de los yacimientos de mineral de hierro que esta Compañía venía explotando en una zona próxima a Melilla; por tanto, en el norte de Marruecos y dentro de lo que fuera protectorado español hasta hace algo más de diez años. Como consecuencia de esta nacionalización, y mientras se llevan a cabo conversaciones entre representantes de la empresa y del Gobierno, han quedado suspendidas las cotizaciones de las acciones de Minas del Rif en las Bolsas españolas.

La Compañía Española de Minas del Rif, S. A., cuyo domicilio social se encuentra en Madrid, fue constituida el 21 de junio de 1908. Han o cumplirse por tanto, aproximadamente, los cincuenta y nueve años desde su fundación. Últimamente habían surgido problemas con la Administración marroquí como consecuencia de las reclamaciones de esta última en materias fiscal y económica. El 17 de septiembre de 1965 fue firmado un convenio con esta Administración que autorizó la transferencia a España de los beneficios obtenidos en los ejercicios 1962-1963, que estaba retenida por la Oficina de Cambios de Marruecos. Indiquemos que hace algo más de dos años, concretamente el 28 de enero de 1965, visitó la explotación minera el ministro de Industria y Minas de Marruecos, quien tributo cálidos elogios a la forma en que se realizaba la mencionada explotación, al estado de las instalaciones y servicios, y a la capacidad y celo del personal técnico y obrero que allí trabajaba.

Por el momento, es aventurado pronosticar los planes que tenga el Gobierno de Marruecos respecto al futuro de esta explotación. Parece lo más lógico que le dé un fuerte impulso, lo cual supondrá unas inversiones superiores a los 1.000 millones de pesetas. No hay que olvidar que Marruecos piensa instalar un complejo siderúrgico en Nador y que, por tanto, el mineral de este yacimiento le es de importancia suma.

CRISIS NEGRA

Con este mismo título, el diario de Barcelona, *La Vanguardia Española*, publicó el jueves 27 de abril un editorial del que, por su interés, recogemos a continuación su texto, para conocimiento de nuestros lectores:

«Las disposiciones estudiadas por el Gobierno en torno al problema de la antracita, y para procurar paliar las negruras que se ciernen sobre la cuenca antracitera leonesa, la principal afectada, traen al recuerdo los tiempos en que el carbón mineral era artículo de primerísima necesidad, aunque por motivos distintos a los que ahora se dan, porque hoy lo que se pretende es asegurar al carbón mineral, y singularmente a la antracita, un consumo medianamente estable frente a la competencia, cada vez más efectiva, de otros combustibles líquidos o gaseosos.

La crisis del carbón —que, por cierto, no es privativa de España, porque el fenómeno de su declinación como combustible es general en todo el mundo, y ahí están los tremendos problemas planteados por las minas belgas del Borinage— es una crisis estructural, puesto que de falta de rendimiento y de rentabilidad de las minas de carbón se trata. Es indudable que con una reestructuración como la que se apunta en el conjunto de medidas propugnadas por el Gobierno español, se podría aliviar de momento la angustiosa situación que en algunas cuencas leonesas, como la del Tremor, ha llevado al paro a un alto número de trabajadores, amenazando a otros muchos más de los once mil allí empleados.

Pero es de temer que, aun siendo de alabar las medidas previstas, éstas no alcancen a resolver de una manera sólida y definitiva el gravísimo problema, que seguirá latente y en disposición de volver a estallar a la menor dificultad futura. Ni siquiera la disposición de sustituir la energía eléctrica producida en la central térmica de Escombreras —que consume «a pie de fábrica» el exceso de fuel-oil que se deduce de la refinación del petróleo en aquella factoría—, por la de Compostilla (León), que aprovecha, también a boca de mina, los menudos de antracita de comercialización imposible.

Claro que en este sentido podría estudiarse un plan de termoeléctricas de pequeño radio de acción para suministros muy específicos, sobre todo ante el creciente agotamiento de la fuerza hidráulica.

En relación con la industria del carbón mineral, quizá lo único que se encuentre en crisis sea la vieja manía de considerarlo exclusivamente como combustible en una era en que los elementos productores de energía se han multiplicado y abaratado en forma fabulosa. Woytinsky se atrevió a pronosticar que llegaría el momento en que la utilización del carbón como combustible sería castigada como delito de lesa despilfarro, y no porque esta materia perdiera valor, sino porque extraída a costes extraordinarios, en los que la mano de obra representa no menos del 65 por 100 de su valor a bocamina, y teniendo que ser transportada en toneladas fabulosas con tarifas cada vez más caras, su precio final como combustible no podría, en ningún caso, competir con el de otros combustibles productores de energía más baratos, más limpios, más fáciles de transportar y de mayor eficacia. Mientras que el carbón del mundo, y gracias a los espectaculares avances de la «carboquímica», tan sensacionales en muchos casos como los de la novísima «petroquímica» o química del petróleo, tienen un campo de explotación verdaderamente prometedor y altamente remunerativo. Tan es así esto, ya que ni siquiera le va quedando al carbón de piedra el consumo masivo que representaban los ferrocarriles. Digamos también, de paso, que debemos resignarnos, en cualquier caso, al cierre de las explotaciones marginales, insalvables desde todo punto de vista.

El carbón, como los viejos dioses wagnerianos, puede haber llegado a conocer su ocaso como combustible, pero también gracias a la ciencia y la técnica que le destrona puede llegar a conocer una nueva aurora de aplicaciones situada en los horizontes de los «isomorfismos» y «polimorfismos» de la química orgánica.

CON VISTAS A AUMENTAR SU PRODUCCION, SE INICIA UNA NUEVA ETAPA EN EL PROCESO DE MEJORA DE LAS INSTALACIONES DE LA COMPAÑIA DE THARSIS

El pasado día 2 tomó posesión de su cargo de director general para España de la Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, Limitada, el doctor Gunter K. Strauss, geólogo alemán, de Munich, gran conocedor de la Compañía y sus explotaciones onubenses por haber trabajado en las minas durante sus estudios y posteriormente al realizar su tesis doctoral.

Con este paso del Consejo de Administración de la Compañía, presidido por el aristócrata inglés lord Glenconner, se da respaldo al deseo de incrementar, de manera fundamental, los trabajos, hasta el presente escasos, de prospección e investigación de las concesiones mineras que la empresa posee en la provincia de Huelva. Asimismo se procede, por lo que se refiere a personal, a la formación de un equipo joven de técnicos que se enfrenten con la importante tarea de expansión de la Compañía para los próximos años. A este respecto hemos de indicar que el doctor Strauss tiene solamente treinta y tres años.

En los últimos años se han llevado a cabo algunas mejoras en las instalaciones. Citemos, por ejemplo, nuevos equipos para movimientos de tierra, desaparición de la tracción a vapor en los ferrocarriles, sustituyéndola por la diesel, etc.

Las reservas que podemos denominar seguras superan en estos momentos los 125 millones de toneladas. Esta cifra aumentará con toda seguridad cuando se inicien los trabajos de investigación ahora proyectados. Sin embargo, siguen los problemas. Uno de los más importantes, tal vez el que más, es el del puerto de Huelva, donde se encuentra el cargadero de mineral. Es cosa frecuente que barcos que llegan a cargar al mismo no puedan salir llenos por la falta de calado, lo que representa una pérdida económica para la empresa bastante importante.

INFORME DEL PRESIDENTE DEL CONSEJO SOBRE LAS ACTIVIDADES DE LA COMPAÑIA EN 1966

El precio de las piritas en el mercado español es más bajo que en otros países de Europa

En mi informe del pasado año sobre las actividades de nuestra Compañía dije que las perspectivas de las ventas eran muy reconfortantes. De hecho, comenzamos el año con contratos y compromisos que superaban la cifra de 900.000 toneladas; sin embargo, durante la segunda mitad del año las entregas se redujeron notablemente, de manera que se entregaron tan sólo 766.059 toneladas de piritas en el transcurso de todo el año, mientras que en 1965 la cifra de entregas fue de 839.817 toneladas. Esto fue debido a la recesión que padeció la industria europea de abonos, que se ha mantenido en el presente año. Como ocurre generalmente en tales circunstancias, nuestros clientes han reducido sus «stocks» de piritas, lo que ha causado un mayor efecto en nuestras ventas.

En consecuencia, nuestros beneficios se han resentido, y los progresos que hemos hecho en nuestras operaciones no se han reflejado en la manera que lo hubiesen hecho en otro caso. El beneficio líquido del año es de 116.646 libras esterlinas, mientras que en 1965 fue de 94.176 libras esterlinas (es decir, 19.596.528 pesetas en 1966, contra 15.821.568 en 1965).

El continuo aumento de la cifra global de nuestros gastos en salarios ha sido menos acentuado de lo que hubiese podido ser debido a la reducción llevada a cabo en el número de nuestros empleados. Como explicaba el año pasado, las disposiciones gubernamentales actuales prevén que durante un período de cuatro años, nuestros hombres, en España, deben retirarse a la edad de sesenta años, y como compensación reciben una pensión considerablemente incrementada, a la que nosotros nos vemos obligados a contribuir. Al mismo tiempo, estamos haciendo ofertas en metálico a los miembros más jóvenes de nuestro personal que estén dispuestos a abandonar nuestro servicio voluntariamente y buscarse otro empleo. La reducción de nuestro personal durante el año supuso 295 bajas, y me gustaría señalar que este es, necesariamente, un proceso gradual, dado que la cifra ha sido despreciable durante varios años.

La mayor cantidad de escombros removidos durante el pasado año como consecuencia del normal desarrollo de la mina ha supuesto un cargo a nuestra cuenta de ingresos, que ha reducido también el beneficio del año. Las ventas de cobre fueron bastante más bajas que lo normal, aunque el precio era elevado. La mayor parte de las piritas cuprosas se embarcaron a finales de año, y, después de fundirlas, el cobre refinado no estuvo disponible para nosotros hasta cinco meses después del embarque, de manera que las facturas han sido abonadas solamente a nuestros precios de costo, de este cobre, en manos de los refinadores.

TRABAJO REALIZADO

Durante el año se hicieron grandes progresos en las rozas abiertas del filón norte, donde se removieron más de medio millón de metros cúbicos de escombros. El nuevo equipo de movimiento de tierra ha dado buenos resultados. El laboreo del mineral cuproso restante en el filón central se completó durante el pasado verano, y el equipo se trasladó desde allí al filón sur, donde se inició el trabajo a roza abierta de tres pequeños criaderos. Estos depósitos cuprosos se encuentran bajo el «gozzan» aurífero previamente tratado en nuestra planta de cinuro. Esta planta fue parada hace unos años, cuando agotamos las entregas de este material. El laboreo en el filón sur forma parte de nuestro programa de producción de piritas cuprosas, y calculamos que podremos mantener nuestra venta de piritas de esta calidad durante va-

rios años. Ustedes recordarán que estas ventas comenzaron en 1951, cuando empezamos a trabajar en el depósito de San Pablo, en la Zarza, y desde entonces con mineral cuproso procedente del filón central. Hemos creado recientemente un departamento especial para la investigación, planificación y control de toda la producción, con un énfasis especial en el mineral de cobre, con miras a incrementar nuestra producción y ventas de esta clase de piritas.

En Calañas, la instalación de beneficio del mineral fue completada durante el año, y con ella se elevó la producción potencial de la mina en un 50 por 100, al mismo tiempo que se ha logrado un gran ahorro de trabajo. Sierra Bullones, nuestra mina subterránea en Tharsis, ha sido objeto de un estudio sobre utilización de la mano de obra, a consecuencia del cual se ha incrementado sustancialmente el rendimiento por hombre. La reorganización de los departamentos se hace siguiendo el programa trazado, y el trabajo está concentrado ahora en las instalaciones centrales en Tharsis, que serán completadas hacia finales de 1967.

El ferrocarril ha sido reorganizado en su totalidad, a fin de aprovechar al máximo las ventajas de las nuevas locomotoras diesel, introducidas a principios de 1966. Se ha conseguido un gran ahorro en personal, así como una notable reducción en los costos de operación, debido principalmente a los ahorros en entretenimiento del material y en combustible. Se ha aprovechado la oportunidad para intensificar el trabajo de mantenimiento en puentes e infraestructuras con los hombres que ahora están de más.

Hacia finales de año se comenzó un programa de construcción de viviendas para nuestro personal. Se adquirió un terreno en Alosno, un pueblo al lado de Tharsis, y las casas están siendo construidas por nuestros propios hombres, pudiendo ser adquiridas, después de algunos años, por el arrendatario.

Volviendo a nuestros precios de venta, obtuvimos un precio aumentado para nuestras entregas a la exportación, así como un aumento garantizado por el Gobierno español para nuestras ventas en el mercado interior. Este beneficio adicional ha servido justo para cubrir los considerables aumentos en los salarios que entraron en vigor en octubre de 1965, y volvieron a ser aumentados en septiembre de 1966. A pesar del incremento en el precio de las piritas vendidas al mercado interior, este precio continúa siendo, sin embargo, escasamente algo más de las dos terceras partes del precio que podemos obtener en otros países europeos.

A finales de año se retiraron dos altos empleados de la Compañía, Mr. William Mackenzie, director general para España, y Mr. William Johnston, C. A., secretario general. Mr. Mackenzie fue miembro de la organización en España durante treinta y siete años, mientras que Mister Johnston sirvió en la Compañía durante treinta y cinco años. Las funciones de ambos fueron cumplidas con distinción a través de sus dificultades y épocas de cambios. Han sido reemplazados por el doctor Gunter K. Strauss, como director general para España, y Mr. Alexander Carslaw, C. A., como secretario general. Y hasta aquí el informe presentado por lord Stenconner.

CONSIDERACIONES FINALES

El consumo de piritas en el mundo irá en aumento en los próximos años. Su utilización en la industria del ácido sulfúrico, pese a la competencia del azufre natural, es importante, y lo va a ser aún más como consecuencia del agotamiento de las reservas mundiales de azufre nativo.

Concretándonos a España, el consumo está incrementándose cada año. Prueba de ello es que las exportaciones por parte de esta Empresa, que hace unos años eran aproximadamente el 50 por 100 de su producción, se han ido reduciendo poco a poco, y el año pasado fueron oscilando sobre el 30 por 100. El porvenir, por tanto, para la minería de piritas es optimista, y como consecuencia también lo es para la zona de Huelva y las dos empresas mineras más importantes allí radicadas: Riotinto y Tharsis.

PETROLEO EN EL ECUADOR

Dos empresas petrolíferas americanas anunciaron lo que ellas suponen sea el primer descubrimiento de petróleo en la cuenca ecuatoriana del Amazonas. Este descubrimiento se hizo en un pozo perforado a unos 52 kilómetros al Sur del yacimiento petrolífero de Orito, recientemente descubierto en la región colombiana del Putumayo. El pozo dio unos 2.600 barriles diarios de crudo relativamente pesado a través de una sección de 12 milímetros en unas pruebas hechas en la zona productiva, a profundidades entre 3.000 y 400 metros.

Las dos empresas son la Texaco y la Gulf Oil Corporation, que ya están explotando los yacimientos en la región de Putumayo. También están construyendo estas compañías un oleoducto con capacidad de 50.000 barriles diarios a través de los Andes, hasta el puerto de Tumaco en el Pacífico.

El Gobierno colombiano dio permiso, según las compañías citadas, para que el petróleo extraído del Ecuador sea enviado por el oleoducto que está construyéndose en Colombia.

AUMENTO DE LA PRODUCCION DE COBRE EN CHILE

Se ha concertado la venta al Gobierno chileno de un 51 por 100 de la Sociedad Minera Teniente, S. A., de la Braden Copper Co., reteniendo la antigua sociedad el 49 por 1 de la propiedad minera. Esta mina del Teniente, fue explotada desde hace más de sesenta años por la misma compañía.

La nueva compañía, en colaboración con el Gobierno chileno, aumentará su capacidad de producción de 180.000 a 280.000 toneladas anuales en un plazo de cinco años. La financiación del programa representa un gasto de 13.800 millones de pesetas, y cuenta con un préstamo de 6.600 millones de pesetas procedente del Banco de Exportación e Importación de Washington.

Tanto el Gobierno chileno como la Braden esperan beneficiarse con la producción y venta de las 100.000 toneladas de cobre sobre las actuales, en vista de la reducción de los costos operativos unitarios.

PLANTAS DE DESALACION

Durante el año 1967 entraron en funcionamiento 17 plantas de desalación, con una capacidad total de más de 40.000 metros cúbicos diarios. Según el informe de las Naciones Unidas la capacidad de las nuevas plantas en construcción hoy aprobadas excede de los 750.000 metros cúbicos por día. La mayoría de las nuevas instalaciones son del tipo de «destilación instantánea». Tres de ellas producirán tanto agua como electricidad, y usarán energía nuclear. Cinco son tipo de destilación solar. Las plantas en construcción se hallan distribuidas en Austria, Grecia, Portugal, España y el Sahara español.

REUNIONES CIENTIFICAS

CONFERENCIA DE HISTORIA DE LA GEOLOGIA

De los días 7 a 12 de septiembre de 1967, se celebrará en New Hampshire, Durham, N. H., una conferencia de Historia de la Geología patrocinada por dicha Universidad. Hasta la fecha se han presentado 25 comunicaciones.

Información legislativa

PERSONAL

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Minis.	A S U N T O
86	4817	11 IV-67	P. del Gob.	Orden de 1 de abril de 1967 por la que se nombra por concurso a D. César López López Ingeniero de Minas del Servicio Minero y Geológico de las Provincias Africanas.
86	4817	11 IV-67	P. del Gob.	Orden de 1 de abril de 1967 por la que se nombra por concurso Peritos de Minas del Servicio Minero y Geológico de la provincia de Sahara a los señores que se mencionan.
88	4924	13-IV-67	Ind.	Orden de 3 de abril de 1967 por la que se nombra Director del Instituto Geológico y Minero de España al Ingeniero del Cuerpo General de Minas, núm. A03IN40, D. Félix Arangure Sabas.
88	4924	13-IV-67	Ind.	Orden de 31 de marzo de 1967 por la que se nombra Vocal representantes de la Dirección General de Minas y Combustibles en el Comité Asesor Técnico de la Industria de Aparatos Recipientes a Presión a D. Romualdo Angul y Garcia-Diego y a D. Enrique Krahe Herrero, de la Empresa «Butano, S. A.».

ENSEÑANZA

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
64	3640	16 III-67	Ed. C.	Orden de 3 de marzo de 1967 por la que se convoca concurso-oposición para proveer la plaza de Profesor adjunto de «Geodinámica externa y Geomorfología» de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.
71	4022	24-III-67	Ed. C.	Resolución del Tribunal que ha de juzgar los ejercicios de la oposición a las cátedras del grupo XIII, «Metalurgia General y Especiales» vacantes en las Escuelas de Ingeniería Técnica Minera de Almadén, Bilbao, Cartagena y Linares, por la que se señalan lugar, día y hora para la presentación de opositores y sorteo para determinar el orden de actuación si a ello hubiere lugar.
75	4203	20 III-67	Ed. C.	Orden de 11 de marzo de 1967 por la que se nombran Catedráticos numerarios del grupo V de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería de Minas de Madrid y Oviedo a D. José Montes Villalón y D. Antonio Corrales Zarza, respectivamente.

PERMISOS DE INVESTIGACION

CONCESIONES DE EXPLOTACION

B. O. N.	Pág.	Fecha	Min.	N.º	Dis. minero	NOMBRE	Mineral	Has.	Tno. Municipal	Provincia	Clase	Observaciones
68	3889	21-III-67	Ind.	11406	Murcia	La Renegada	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	Caducada
				12541	Murcia	Otra Última	Azufre	22	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12757	Murcia	Otra Número Dos	Azufre	12	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12756	Murcia	Otra Magdalena	Azufre	14	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12755	Murcia	Otra Número Tres	Azufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12754	Murcia	Otra Concepción	Azufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				13427	Murcia	Demasia a Coto Felicidad	Azufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				13028	Murcia	Demasia a La Lata	Azufre	1-13-30-84	Lorca	Murcia	C. E.	»
				13026	Murcia	Demasia a Otra Conchita	Azufre	2-20-42-14	Lorca	Murcia	C. E.	»
				15862	Murcia	Sesenta y Tres	Azufre	4-35-90	Lorca	Murcia	C. E.	»
				15861	Murcia	Sesenta y Dos	Azufre	30	Lorca	Murcia	C. E.	»
				15942	Murcia	Sesenta y Cinco	Azufre	22	Lorca	Murcia	C. E.	»
				15860	Murcia	Sesenta y Uno	Azufre	43	Lorca	Murcia	C. E.	»
				15863	Murcia	Sesenta y Cuatro	Azufre	6	Lorca	Murcia	C. E.	»
				17511	Murcia	Segundo Espartero	Azufre	54	Lorca	Murcia	C. E.	»
				17737	Murcia	Juana de Arco	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				17851	Murcia	La Luna	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				19062	Murcia	Angel y María	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				19252	Murcia	Demasia a Coto Felicidad	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				19218	Murcia	Sagrado Corazón de Jesús	Azufre	4 10 60	Lorca	Murcia	C. E.	»
				7994	Murcia	San José	Azufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				7886	Murcia	San Juan Bautista	Azufre	4 19 24 31	Lorca	Murcia	C. E.	»
				5125	Murcia	La Agotada	Azufre	8 38 48 62	Lorca	Murcia	C. E.	»
				5992	Murcia	La Mosca	Azufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				2570	Murcia	La Casualidad	Azufre	11	Lorca	Murcia	C. E.	»
				1819	Guipúzcoa	César	Azufre	8	Lorca	Murcia	C. E.	»
				1820	Guipúzcoa	Amada	Homo y Henda	40	Lezama	Alava	C. E.	»
				20991	Murcia	El Barreno	Homo y blenda	51	Lezama	Alava	C. E.	»
				11837	Murcia	Willie	Hierro	74	Cartagena	Murcia	C. E.	»
				2559	Murcia	Los Siete Dolores	Hierro	27	Cartagena	Murcia	C. E.	»
				20968	Murcia	San Antonio	Hierro	5	Cartagena	Murcia	C. E.	»
				19954	Murcia	La Cándida	Hierro	20	Aguilas	Murcia	C. E.	»
				19347	Murcia	Ampliación A	Hierro	4	Mazarrón	Murcia	C. E.	»
				19253	Murcia	Demasia a Juan Miguel	Azufre	61	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12629	Murcia	El Sol	Azufre	8 86-05	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12600	Murcia	La Lata	Azufre	11	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12561	Murcia	Otra Vibora	Azufre	21	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12556	Murcia	Otra Allá Veremos	Azufre	18	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12562	Murcia	Otra Conchita	Azufre	6	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12461	Murcia	Dolorosa	Azufre	12	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12314	Murcia	San Jorge	Azufre	7	Lorca	Murcia	C. E.	»
				12193	Murcia	Demasia a San Esteban	Azufre	6	Lorca	Murcia	C. E.	»
				11829	Murcia	San Esteban	Azufre	0,90	Lorca	Murcia	C. E.	»
				11292	Murcia	San Francisco de Asís	Azufre	6	Lorca	Murcia	C. E.	»
							Azufre	12	Lorca	Murcia	C. E.	»

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	N.º	Dis. minero	NOMBRE	Mineral	Has.	Tno. Municipal	Provincia	Clase	Observaciones
				11134	Murcia	Los Teatinos	zufre	4	Lorca	Murcia	C. E.	»
				10531	Murcia	Luz	zufre	9	Lorca	Murcia	C. E.	»
				10399	Murcia	Nueva Revolución	zufre	5	Lorca	Murcia	C. E.	»
				8883	Murcia	Juan y Miguel	zufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				8008	Murcia	La Perla	zufre	4 19-24-31	Lorca	Murcia	C. E.	»
				1520	Murcia	Segundo Eugenio	zufre	6	Lorca	Murcia	C. E.	»
				1519	Murcia	Segundo Emilio	zufre	12	Lorca	Murcia	C. E.	»
				58	Murcia	Segunda Esperanza	zufre	10	Lorca	Murcia	C. E.	»
				2	Murcia	Coto Felicidad	zufre	360	Lorca	Murcia	C. E.	»
				1021	Murcia	La Torre	hierro	17	Fuenteálamo	Albacete	C. E.	»
				315	Murcia	San José	hierro	4	Tobarra	Albacete	C. E.	»
				1779	Valencia	Virgen del Socorro	hierro	565	Artana, Alfondeguilla y Vall de Uxó	Castellón	C. E.	»
				1789	Valencia	Refracta	caolín	38	Altura	Castellón	C. E.	»
				1909	Valencia	Segunda Inmaculada	hierro	42	Eslida	Castellón	C. E.	»
				1928	Valencia	Ampliación a Segunda Inmaculada	hierro	70	Eslida	Castellón	C. E.	»
				1851	Valencia	Chimo	hierro	600	Adzaneta y Useras	Castellón	C. E.	»
				1970	Valencia	Regelin	caolín	34	Cails	Valencia	C. E.	»
				2081	Valencia	La Olvidada	gemas disueltas	56	Novelda, E'lda y Petrel	Alicante	C. E.	»
71	4033	24-11-67	Ind.	12820	León	Eivira	carbón	402	Soto y Amio	León	P. I.	Cancelado
				25810	Oviedo	Villaviciosa	hulla	6924	Gijón, Villaviciosa, Sariego y Siero	Oviedo	P. I.	»
				25818	Oviedo	Aumento a Villaviciosa	hulla	1966	Villaviciosa	Oviedo	P. I.	»
				25827	Oviedo	Segundo aumento a Villaviciosa	hulla	3688	Villaviciosa	Oviedo	P. I.	»
				25861	Oviedo	Tercer aumento a Villaviciosa	hulla	2286	Villaviciosa	Oviedo	P. I.	»
				28715	Oviedo	Pozo del Llavayo	caolín	24	Miranda	Oviedo	P. I.	»
				28946	Oviedo	Gloria	carbón	190	Onís	Oviedo	P. I.	»
				29014	Oviedo	Mari Carmen	grafita	75	Peñamellera Baja	Oviedo	P. I.	»
				29030	Oviedo	El Berguin 2.º	hierro	166	Gozón	Oviedo	P. I.	»
				29039	Oviedo	Quirosana	hierro	16	Quirós	Oviedo	P. I.	»
				29219	Oviedo	Cençhita	caolín	220	Laviana y Aller	Oviedo	P. I.	»
74	4165	28-11-67	Ind.	4999	Salamanca	Casilda	baño	36	Vega de Tirados	Salamanca	C. E.	Otorgada
				1259	Salamanca	Santa Bárbara	baño y wolframio	25	Villadepera	Zamora	C. E.	»
				1102	Sevilla	Nebrixil VI	terras de colorantes	12	Jerez de la Frontera	Cádiz	C. E.	»
				6799	Sevilla	Nebrixil VII	terras de colorantes	20	Lebrija	Sevilla	C. E.	»
				6811	Sevilla	Nebrixil VIII	esplagurt	12	Lebrija	Sevilla	C. E.	»
82	4557	6-IV-67	Ind.	10933	Huelva	Pepita	hierro	20	Valverde del Camino	Huelva	C. E.	Caducada
				1874	Madrid	Matilde	grafita	30	Veguillas	Guadalajara	C. E.	»
				511	Madrid	Teresa	agnésita	50	Vegas de Matute	Segovia	C. E.	»
				12947	León	Veneros núm. 5.	carbón	155	Boñar y Vegaquemada	León	P. I.	Otorgado
				13432	León	San Marcos	bituminos	100	Poca de Huérgano	León	P. I.	»
				3783	Palencia	Enriqueta	grafita	134	Los Altos	Burgos	P. I.	»
				3787	Palencia	Fanal	caolín y cuarzo	133	Rucandío	Burgos	P. I.	»
				3788	Palencia	San José	hierro y caolín	450	Santo Domingo	Burgos	P. I.	»
				3789	Palencia	San Blas	hierro y caolín	115	Huerta del Rey	Burgos	P. I.	»
				3795	Palencia	Fanal núm. 4	caolín y cuarzo	328	Cubillos del Campo	Burgos	P. I.	»
				3806	Palencia	Carmen	caolín	60	Navas y Ontoria del Pinar	Burgos	P. I.	»

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	N.º	Dis. minero	NOMBRE	Mineral	Has.	Tno. Municipal	Provincia	Clase	Observaciones
				3809	Palencia	San José	colín y silíce	205	Ortiguéla y Mambrillas de Lara	Burgos	P. I.	»
				3814	Palencia	Juana Mary	turba	176	Valdeporres	Burgos	P. I.	»
				11310	Badajoz	Andévalo IV	hierro	15627	La Parra, La Morera, Nogales, Torre de Miguel, Sesmero y Santa María	Badajoz	P. I.	»
				11319	Badajoz	San Fernando	hierro	1400	Alconchel y Cheles	Badajoz	P. I.	»
				8805	Badajoz	La Montaña	estaño	50	Cáceres	Cáceres	P. I.	»
				8836	Badajoz	Ampliación a la Unión	estaño	149	Cáceres	Cáceres	P. I.	»
				8841	Badajoz	Cresi	estaño	18	Perales del Puerto	Cáceres	P. I.	»
				8840	Badajoz	Simar	despatos	225	Alcántara y Ceclavin	Cáceres	P. I.	»
				8842	Badajoz	Monse Ferreira	estaño y wolframio	52	Perales del Puerto	Cáceres	P. I.	»
				13132	León	Santa Marta	hierro	30	Cármenes	León	P. I.	Caducado
				16046	Santander	La Bien Aparecida	Cuarzo	20	Ribamontán al Monte	Santander	P. I.	»
				1568	Santa Cruz Tenerife	Hondura de Fasnía	ómez y caolín	271	Fasnía	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				1722	Santa Cruz Tenerife	Pino de las Vistas	ómez y azufre	60	Guimar	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				1719	Santa Cruz Tenerife	El Campanario	piedra pómez	384	Guimar	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				1828	Santa Cruz Tenerife	La Habanera	piedra pómez	210	La Orotava	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				1829	Santa Cruz Tenerife	Chasna	piedra pómez	210	La Orotava	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				1839	Santa Cruz Tenerife	La Atalaya	piedra pómez	237	La Matanza y El Sauzal	Santa Cruz Tenerife	P. I.	»
				5182	Teruel	El Pilar	caolín	22	Cañizar del Olivar	Teruel	P. I.	»
				2277	Madrid	Ernesto	Cuarzo	273	Redueña, El Vellón y Venturada	Madrid	P. I.	»
				12620	Vizcaya	La Carmen	Hierro	44	Trucíos y Arcenales	Vizcaya	P. I.	»

VARIOS

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Minist.	A S U N T O
65	3696	17 III-67	Hac.	Resolución de la Delegación del Gobierno en C. A. M. P. S. A. por la que se convoca para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan, afectadas por las obras de construcción y explotación del oleoducto e instalaciones complementarias para el transporte de los productos del Monopolio de Petróleos, que enlazará el de Rota-Zaragoza con Villaverde.
66	3747	18 III-67	Ind.	Orden de 28 de febrero de 1967 por la que se fijan determinadas condiciones para la explotación del criadero de sales potásicas, sódicas y similares «Nuestra Señora del Perdón núm. 2» de la provincia de Navarra.
75	4216	29 III-67	Ind.	Orden de 21 de marzo de 1967 por la que se fijan

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Minist.	A S U N T O
				las cuotas y asignaciones de los socios de la Mutualidad de los Cuerpos de Minas al servicio del Ministerio de Industria.
77	4307	31-III-67	Ind.	Orden de 28 de marzo de 1967 por la que se dispone que durante la ausencia del Director General de Minas y Combustibles se encargue del despacho y firma de los asuntos al mismo encomendados D. Faustino Vigil Bernardo, Subdirector General de Explotaciones Mineras.
78	4384	1 IV-67	P. del Gob	Corrección de erratas de la Orden de 31 de diciembre de 1966 por la que se concede la Carta de Exportador a título individual de primera categoría a la Empresa «Potasas Españolas, S. A.».
80	4477	4-IV-67	Ind.	Resolución de la Jefatura de Minas de Oviedo por

B. O. N.º	Pág.	Fecha	Min.	A S U N T O
84	4656	8-IV-67	Ind.	la que se hace público haber sido señaladas fechas para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan, afectadas por la expropiación forzosa solicitada por «Unión de Siderúrgicas Asturianas, S. A.» (UNINSA). Orden de 28 de marzo de 1967 por la que se aprueba la instalación y utilización de un oleoducto entre el campo de Ayoluengo y Quintanilla de Escalada.
85	4717	10-IV-67	Hac.	Orden de 31 de marzo de 1967 por la que se declaran valores de cotización calificada las acciones emitidas por «Nueva Montaña Quijano, S. A.».
86	4846	11-IV-67	Ind.	Resolución del Distrito Minero de Oviedo por la que se hace público haber sido señaladas las fechas para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan.

Notas bibliográficas

MINERALOGIA

E. LINARES; C. E. GORDILLO; R. O. TOUBES y H. WINCHELL: *Huemulita*, $\text{Na}_4\text{MgV}_{10}\text{O}_{24} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, un nuevo vanadato hidratado de sodio y magnesio, de la mina Huemul, Mendoza, Argentina. «CNEA-189», 22 págs. Buenos Aires, 1967.

La huemulita es una nueva especie mineral de composición química $\text{Na}_4\text{MgV}_{10}\text{O}_{24} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, que fue hallada en varias formaciones uraníferas del Suroeste de la provincia de Mendoza, Argentina.

Aparece en masas botroidales, en delgadas películas o como material intersticial en la arenisca portadora. Es blando, de color naranja amarillento a naranja, con lustre mate y un peso específico de 2,39. No es fluorescente.

Es fácilmente soluble en agua fría, dando una solución de color naranja con pH 5,5 a 6,5. A partir de esta solución recristaliza, da cristales tubulares alargados, paralelos a (010), con crucero perfecto según (001) y menos perfecto según (010).

Las propiedades ópticas, determinadas en el material recristalizado, demuestran que es biáxico negativo, $2V = 25^\circ - 30^\circ$, piezoeléctrico con X amarillo claro, Y amarillo oro y Z naranja amarillento. Los índices de refracción medidos con luz de sodio son: $N_x = 1,679$, $N_y = 1,734$, $N_z = 1,742$. La dispersión es fuerte con $r > v$.

Los análisis químicos los efectuaron los autores en el material natural y en el recristalizado. Un compuesto sintético preparado, dio diagramas de rayos X de Debye-Scherrer y de cristal único, similares a los de huemulita.

La huemulita es triclinica, grupo espacial $P1$ ó $P1$. La celdilla unitaria obtenida en el material recristalizado da: $a = 11,770 \text{ \AA} \pm 0,019$; $b = 11,838 \text{ \AA} \pm 0,008$; $c = 9,018 \text{ \AA} \pm 0,019$; $\alpha = 107^\circ 13' \pm 05'$; $\beta = 112^\circ 13' \pm 06'$; $\gamma = 101^\circ 30' \pm 05'$; $a : b : c = 0,9943 : 1 : 0,7618$. $V = 1,040,67 \text{ \AA}^3 \cdot 2,70$. Su peso específico calculado es de 2,40 g/cm^3 .

Las líneas más fuertes del diagrama de polvo son: 7,6 (100), 10,6 (90), 9,1 (60), 10,2 (55), 8,2 (35), 3,05 (30), 5,26 (25).

El nombre huemulita proviene de la mina Huemul, del Distrito de Malargüe, en la Provincia de Mendoza (Argentina), donde está el yacimiento más importante del área donde el mineral fue descubierto.—I. DE A.

GEONUCLEONICA

O. A. SCHAEFFER and J. ZAHRINGEN: *Potassium Argon Dating*. 234 págs., 45 figuras en el texto, un retrato; encuadernado en tela, 15 x 23 cm. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Nueva York, 1966.

La obra está dedicada a Wolfgang Gentner en su sesenta cumpleaños, uno de los promotores de estas nuevas disciplinas que, partiendo del campo de la Física y Química experimentales, llega a resultados que interesa también a los geólogos conocerlos. En la breve biografía

que, a manera de proemio, acompaña al retrato de este autor, se describe su carrera y su colaboración con distintos científicos alemanes, franceses, suizos y norteamericanos.

Tras un prefacio redactado por Schaeffer y Zahringier, siguen varios capítulos redactados por distintos autores. El primero, redactado por F. G. Houtermans, fallecido poco después, es un sumario histórico del método de datación geocronológica mediante el empleo del potasio y del argón. Sigue un extenso capítulo, redactado por T. Kirsten, en donde se describen las técnicas de la extracción y separación del argón, su determinación y calibración.

Un segundo capítulo, redactado por O. Muller, se destina al potasio, estudiando primero sus propiedades físicas y químicas, su frecuencia en nuestro planeta y en los demás astros, las técnicas químicas de su separación y determinación, los métodos de su determinación cromatográficos, fotométricos de llama y las aplicaciones del análisis del potasio en la datación K-Ar.

H. Fechtig y S. Kalbitzer, en el capítulo siguiente, estudian la difusión del argón en los sólidos portadores de potasio.

El capítulo dedicado a la datación de las rocas precámbricas está redactado por G. W. Wetherill.

El empleo de la datación por el método K-Ar en la determinación de las rocas plutónicas y volcánicas se debe a R. L. Armstrong.

La aplicación del método a los sedimentos es el capítulo redactado por P. M. Huxley.

El problema de la contaminación en el empleo del método aplicado a las rocas de edad geológica reciente se describe por G. H. Curtis.

Un capítulo especial se destina al empleo del método en la datación de las tectitas, redactado por O. A. Schaeffer.

Finalmente, la aplicación del método a la edad de los meteoritos, es objeto del capítulo redactado por D. Krankowsky y J. Zahringier.

La literatura, seleccionada con cuidado, abarca cerca de 30 páginas. J. G. DE LLARENA.

Gerard FREJAVILLE: *Le tritium atmosphérique, Mesure et applications*, «CEA», Bibliografía núm. 76, 24 págs.

El contenido de tritio en las aguas naturales es de 10⁻¹⁸, estimándose en 8,5 kg. la cantidad de origen natural dispersa en las aguas terrestres. La mayor parte del tritio contenido actualmente en la atmósfera es artificial, procedente de las explosiones termonucleares.

El tritio atmosférico tiene dos orígenes: natural y artificial. El primero se produce en la atmósfera por la desintegración del oxígeno o nitrógeno por la acción de los rayos cósmicos. Este proceso es deficitario, por lo que se admite que el resto procede inyectado del sol a la superficie de la tierra. El artificial también se produce en diferentes procesos como son: presente en los artefactos, reacciones nucleares de fusión, reacciones inducidas por los neutrones de fusión en el litio.

La medida del tritio atmosférico presenta grandes dificultades y requiere contadores extremadamente sensibles sin ruido de fondo. Suele comenzar la medición por un enriquecimiento de la muestra, que puede ser por destilación, cromatografía, electrólisis, difusión térmica. Los contadores utilizados suelen ser de gas o de líquido de destello.

Las aplicaciones del tritio en hidrología y en glaciología son de sumo interés: tiempo de infiltración de las aguas subterráneas, procedencia de las aguas de los ríos, movimientos de las aguas fluviales y subterráneas, datación del agua almacenada en las capas superiores del suelo, acumulación de glaciares.

Destaca el autor las esperanzas que se tienen en el tritio como un elemento base de futuras e interesantes investigaciones en geonucleónica. Completa el folleto con 81 citas bibliográficas. I. DE A.

Sección informativa de revistas y mapas

Publicaciones de la ONU

BIBLIOGRAFÍA, DOCUMENTACIÓN, TERMINOLOGÍA. Publ. por la UNESCO, París.
Vol. VII, núm. 2, marzo 1967.

Publicaciones españolas

TRABAJO DEL DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGÍA. Publ. por la Facultad de Ciencias, Universidad de Madrid.

Núm. 2, 1966.

B. Meléndez: *Los «eslabones» de las series evolutivas.*

E. Aguirre: *Los elefantes de las terrazas medias de Toledo y la edad de estos depósitos.*

B. Meléndez y E. Aguirre: *El significado de la escasez de fósiles arcaicos. Un apéndice en la organización de los animales.*

E. Aguirre: *Realidad y posibilidades de los Museos de Ciencias Naturales.*

C. Alvarez Ramis y B. Meléndez: *Hallazgo de una sepia fósil en el Mioceno de Andalucía.*

C. Fuentes Vidarte: *Estudio de dos cráneos de Elephas meridionalis Nesti, de la vega Granada.*

B. Meléndez, E. Aguirre y C. Bautista: *Estudio paleontológico del Mioceno del Cabo Gata (Almería).*

E. Aguirre: *Torrálba y Ambrona: vestigios de actividad humana en el Pleistoceno medio.*

J. Barragán: *Los ostrácodos del Mioceno Superior de facies marina de la cuenca Guadalquivir (España).*

DOCUMENTO. Publ. por Ensidesa.

Núm. 30, marzo-abril 1967.

Núm. 31, mayo 1967.

MUNIBE. Publ. por la Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi, San Sebastián.

Año XVIII, fascículos 1-4, 1966.

INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE MINAS. Publ. por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, Madrid.

Serie II, núm. 71, febrero 1967.

REVISTA DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. Publ. por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid.
Tomo LXI, cuaderno 1.º, 1967.

ESTUDIOS GEOGRÁFICOS. Publ. por el Instituto «Juan Sebastián Elcano» del C. S. I. C., Madrid.
Vol. XXVII, núm. 10, agosto 1966.

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. Publ. por el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
Año CXV, núm. 3.024, abril 1967.

BOLETÍN DE LA CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA. Publicado por la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Barcelona.
Año LXX, núm. 804, febrero 1967.

ECONOMÍA INDUSTRIAL. Publ. por el Servicio de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Industria.
Núm. 39, marzo 1967.
Núm. 40, abril 1967.

BOLETÍN INFORMATIVO. Publ. por el Consejo Económico Sindical Interprovincial del Noroeste, Santiago de Compostela.
Núm. 7, febrero 1967.

INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y ECONÓMICA. Publ. por la Secretaría General Técnica, Servicio de Estadística.
Agosto-Septiembre 1966.

Publicaciones hispanoamericanas

MINERÍA Y METALURGIA. Publ. por la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México.
Núm. 38, julio-agosto 1966.
J. Cárdenas Vargas: *Contribución al conocimiento geológico de la Mixteca oaxaqueña*. Núm. 39, octubre-noviembre 1966.
G. Schulze: *Estudio genético de los yacimientos de titanio en Huítzo y en la zona de Piñuna Hidalgo Apatzaco, Edo. de Oaxaca, Mineral de la Colorada*.

Publicaciones alemanas

BEIHEFTE ZUM GEOLOGISCHEN JAHRBUCH. Publ. por el Bundesanstalt für Bodenforschung y los Geologischen Landesämtern de Alemania, Hannover.
Núm. 68, junio 1966 (en alemán).

R. Wolfart: *Geología e hidrogeología de Siria, con especial consideración de las partes meridional y nordoccidental del país*.

ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT. Publ. por la Sociedad Geológica Alemana, Hannover.

Tomo 115, partes 2.ª y 3.ª, 1963 (publ. en 1966) (en alemán).

H. Fathe y D. Pfeiffer: *Rasgos esenciales de las circunstancias hidrogeológicas en Tafelbuk (Bali)*.

H. Alberti: *Para la nueva división estratigráfica del Devoniano en la localidad tipo de la caliza de Hasselfeld en el Harz*.

H. Murawski: *Estructura material y problemática petrogenética de las rocas cristalinas del Vorspessart central*.

W. Carlé: *Sobre el origen del contenido en sal común de las aguas minerales de Vogtland y Bohemia Nordoccidental, sobre todo del agua mineral de Karlsbad*.

G. Matthess: *Tectónica del yacimiento de pizarras bituminosas de Messel, junto a Darmstadt*.

D. Stoppel y J. G. Zscheke: *Sobre la división del Devoniano Medio y Superior en el Harz Occidental mediante conodontes y ostrácodos*.

H. Hiltermann: *Clasificación de aguas salinas y salobres recientes dentro de su aplicación a las formaciones fósiles*.

F. Gramann: *El Oligoceno de la depresión de Hesse como elemento de enlace entre la cuenca del Mar del Norte y la fosa renana*.

● P. Radig: *Una fauna del Devoniano Superior de Asturias Oriental (España) y las lagunas de la estratificación por debajo de las calizas nodulares del Viscano*.

H. W. Holz: *Geología e hidrogeología del monte de Schmecken al Noroeste de Hannover*.

E. Hebeta: *La geología y mecánica de suelos en la construcción de diques*.

M. Langer: *Investigaciones mineralógicas y reológicas en material arcilloso para construcción de diques*.

C. Mehel: *Sobre el posible origen del agua profunda mineralizada en la cuenca de Münster*.

C. A. Baar: *El contenido de bromo en la sal gema como indicador estratigráfico y genético en el del Norte de Alemania*.

G. Keller: *Sobre la aptitud de los suelos nordoccidentales alemanes para los enterramientos*.

G. Keller: *Algunos problemas de la hidrogeología aplicada*.

H. Habicht: *Los sondeos de investigación del Permo-Carbonífero de la depresión de la cuenca de Main y del sinclinal de Zeccibrück*.

W. Plessmann: *Disolución, deformación, transporte y estructura (Aportaciones a la deformación de rocas en la parte nordoriental de la Schiefergebirge renana)*.

R. Eigenfeld: *Conglomerados paleozoicos en los alrededores de la masa guélsica de Münchberg*.

● P. Truini: *Estratigrafía y tectónica de la parte meridional de la Sierra del Fremeda (Cadenas Béticas, España)*.

- F. Kutscher: *División del Devoniano Inferior en la Schiefergebirge renana.*
 F. Kutscher: *El Buntsandstein en Hesse.*
 F. Meinecke: *El yacimiento de Terra rossa y limo amarillo sobre las calizas en masa del Sauerland.*
 B. Cirić: *La dislocación de Durmitor en los Dináridos de Yugoslavia.*
 K. Fricke: *Resultados geológicos de nuevos sondeos para agua mineral en Westfalia.*
 K. D. Adam: *División en grandes tramos del Pleistoceno centroeuropeo.*
 H. Wunderlich: *Formación y movimiento del yacimiento de basalto de Hohen Hagen (Baja Sajonia meridional).*
 H. Vida: *La catástrofe del corrimiento de terreno pantanoso de Schönberg/Baziera Alta el 13/1-VI-1960.*
 M. Schidlowski: *Elementos estructurados celularmente del Precambriano del sistema del Witwatersrand (Africa del Sur).*
 H. Hedemann y R. Teichmüller: *Estratigrafía y diagénesis del Carbonífero Superior en el sondeo Münsterland 1.*
 K. Helmikamp: *Deslizamientos subacuáticos en la llamada «Kohlenkalk» (caliza de carbón) del Sauerland septentrional (al Sur de Arnberg im Westf.).*
 E. M. Müller: *Sobre cuestiones estratigráficas en el Buntsandstein de la margen izquierda del Rhin.*
 A. Pilger: *El marco para la nueva ordenación del estudio de la Geología y Paleontología*
 H. Murawski: *Nomenclaturas tectónicas.*

NATUR UND MUSEUM. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Tomo 96, núm. 9, septiembre 1966 (en alemán).

L. Werding: *Formación de rocas en los arrecifes devonianos del Taunus.*

H. Schneider: *Indicaciones para excursiones geológicas en el Buntsandstein de Spessart y Odenwald II.*

Tomo 96, núm. 10, octubre 1966 (en alemán).

B. Krebs: *Sobre el significado de las huellas de Chirotherium.*

M. Grzimek: *Dunas en forma de media luna.*

Tomo 96, núm. 11, noviembre 1966 (en alemán).

H. E. Reineck: *Visión retrospectiva y perspectivas del desarrollo de la institución investigadora Senckenberg en Wilhelmshaven.*

H. E. Reineck: *Impresiones de hidromedusas del Rotliegendes Superior (Permiano) en Nierstein.*

G. Hertweck: *Posibilidades de fosilización de medusas - en experimentos.*

Tomo 96, núm. 12, diciembre 1966 (en alemán).

R. Weyl: *Volcanes y paisajes volcánicos en América Central*

SENCKENBERGIANA LETHAEA. Publ. por la Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Frankfurt am Main.

Tomo 47, núm. 3, 1966 (en alemán).

S. Rietschel: *Serilroporella, una Dasycladacea del Devoniano Medio de la región de Bergisch (Schiefergebirge renana).*

R. Krause y B. S. Venkatchala: *Spongiophytaceae devonianas de Asia Oriental y Occidental.*

H. Tyroff: *Las algas y coníferas del Zechstein de Büdingen (Wetterau).*

J. Schütze Motel: *Resultados del viaje de estudio de Richard Kräusel en 1954 al Africa del Sur y del Sudoeste. I, 9: Maderas de gymnospermas de las capas de Umzamba del Cretáceo Superior de Pondoland Oriental (Africa del Sur).*

D. Vogellhner: *Sobre la anatomía y filogenia de maderas de gymnospermas mesozoicas. 1: Protopytus buchiana Göppert en Kraus 1882 (Kenfer del Nuevo Mundo) es Paradoxyylon KRÄUSEL.*

ABHANDLUNGEN DER SENCKENBERGISCHEN NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT. Publ. por la indicada Sociedad, Frankfurt am Main.

Núm. 511, 1966 (en alemán).

W. Krebs: *La formación del arrecife devoniano superior de Langenau-Breitscheid y su posterior desarrollo en el Carbonífero Inferior (Schiefergebirge renana).*

Núm. 512, 1966 (en alemán).

O. Kraus: *Filogenia, corología y sistemática de los Odontopygoidea (Diplopoda, Spirotreptomorpha).*

BERICHTE DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT. Publ. por la Naturforschenden Gesellschaft, Friburgo de Brisgovia.

Tomo 56, núm. 2, 1966 (en alemán).

E. Haase: *Fenómenos glaciales en el «Roten Meer». Una aportación a la historia glacial de la región de Feldberg en la Selva Negra.*

S. E. Kuss: *Aportaciones a la fauna pleistocena de la isla de Creta. I. Los restos de elefantes y cérvidos coleccionados por D. Bate en 1904.*

N. Creutzburg, P. Klöcker y S. E. Kuss: *La primera fauna triásica de ammonoides de la isla de Creta.*

P. Klöcker: *Investigaciones faunísticas y estratigráficas finas en el límite Liásico-Dogger en Schönberg, junto a Friburgo de Brisgovia. 1.ª parte: Corte y fauna (Lamellibranchiata y Gastropoda).*

FORTSCHRITTE IN DER GEOLOGIE VON RHEINLAND UND WESTFALEN. Publ. por el Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.

Tomo 9, 1965 (en alemán).

El Devoniano Medio de la Schiefergebirge renana (un simposio).

R. Birenheide: *Nueva descripción del coral rugoso «Duncanella» pygmaea SCHLÜTER.*

W. Struve: *Sobre la morfología, biocronología y filogenia de la clase Cyrtinopsis en turocupa y norteafricana.*

U. Jux y F. Strauch: *Las henuclas con «Hians» del Devoniano Medio del sinclinal le Bergisch Gladbach-Patřrath.*

O. H. Walliser: *Sobre el Sellandrecstes SCHENDEWOLF 1935 (Ammonoides, Devoniano Inferior a Medio).*

H. Alberti: *Reedops RUD. & E. RICHTER 1925 de la Schiefergebirge renana (Kellerwald) y Harz (Trilobites, Devoniano Inferior a Medio).*

D. Meischner: *Nuevos trilobites del Devoniano del Kellerwald.*

- G. Becker: *Revisión de las clases de ostrácodos de Kummerow del Devoniano Medio alemán.*
- G. y H. Grabert: *Un protastérido (Ophiuroidea) del Devoniano Medio renano.*
- H. Beckmann: *Escleritas de holotúridos del Givetense del sinclinal de Paffrath (Schiefergebirge renano).*
- M. Lindström y W. Ziegler: *Una rama de conodontes de cuatro diferentes tipos morfológicos.*
- H. Schwenzer: *Investigaciones estratigráficas finas de las capas del Devoniano Medio en la parte noreste de la depresión de Prüm (Eifel).*
- J. Winter: *El Givetense de la depresión de Gerolstein (Eifel).*
- G. Fuchs: *Geología de la parte occidental de la depresión de Hillesheim (Devoniano Medio, Eifelense).*
- C. D. Clausen, H. Ristedt y A. Wendt: *Geología de las depresiones de Ruppichterath y Waldbreit (región de Oberberg).*
- H. J. Scheibe: *Investigaciones en el Devoniano Medio e Interior de la parte occidental de la depresión de Gummersbach (región de Berg, Schiefergebirge renano).*
- N. Kunert: *El Devoniano Medio Interior entre Olpe y Attendorn en el Sauerland meridional.*
- M. Koch: *Sobre la estratigrafía del Devoniano Medio más alto en el valle de Röhre junto a Endorf, con consideración del límite Devoniano Medio/Superior.*
- W. Ziegler: *Sobre el Devoniano Medio más alto en el flanco norte del anticlinal de Ebbe.*
- M. Bachmann: *El Devoniano Inferior y Medio en el anticlinal de Latrop y Züschen entre Winterberg y Berleburg en el Sauerland sudoriental.*
- A. Ebert: *El Devoniano Medio Inferior y la formación del anticlinal principal de la parte occidental del Sauerland oriental.*
- H. Wittekindt: *Cronología de los conodontes del Devoniano Medio.*
- W. Ziegler: *Un perfeccionamiento de la clasificación de los conodontes en el límite Devoniano Medio/Superior.*
- G. Schröder y K. C. Taupitz: *Facies y tectónica del Devoniano en Hochdahl (región de Niederberg).*
- H. Karrenberg: *La edad de las calizas en masa de la región de Berg y su representación tacial.*
- S. Muchow: *Sobre la relación entre capas de Flinz y calizas en masa en el anticlinal de Warstein.*
- W. Krebs y W. Ziegler: *Sobre el límite Devoniano Medio/Superior en la facies arrecifal de Aquisgrán.*
- H. Müller: *Estratigrafía del límite Eifelense/Givetense en el Sauerland oriental.*
- H. Schmidt y L. Trunko: *La base del Givetense en el ámbito de la pizarra de Lemm.*
- P. Neumann-Mahlkau: *Nuevos hallazgos de plantas y su importancia para el límite Devoniano Inferior/Medio en la ladera noroeste del Hohenzern.*
- H. Schmidt: *Los límites más importantes en el Devoniano Medio de la parte septentrional de la Schiefergebirge renana.*

NEUES JAHRBUCH FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. Publ. por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Año 1967, núm. 4, abril (en alemán).

K. Werner Barthel: *Anchispirocyclina lusitanica (Egger) en el Jura de Franconia.*

D. Bering: *Un corte resumido del Devoniano Superior en la mina Hain en el Kellerwald.*

- K. Göttlich y J. Werner: *Un corte del Pleistoceno en la región oriental del Rheingletscher.*
- M. Kaeyer: *Extensión y facies de los sedimentos cretácicos superiores y terciarios en el Afganistán Oriental.*
- V. Ludwig: *Para la representación gráfica de análisis modales de areniscas y su importancia para comparaciones y correlaciones estratigráficas (con un ejemplo del Cámbrico).*
- A. Sál-Halász: *El problema de la extinción a la luz de las investigaciones neuroendocrinas.*
- M. Schidlowski: *Sobre la cuestión de los movimientos kimméricos recientes en los Alpes Calizos septentrionales.*
- L. Werding: *Calizas alodálicas y sedimentos precarrecifales en el Devoniano Medio del Taurus oriental (Schiefergebirge renano).*

AFBEREITUNGS-TECHNIK. Publ. por Verlag für Aufbereitung, Wiesbaden.

J. Wessel: *Fundamentos del cribado y separación por aire. La clasificación con cribas, parte II.*

T. Eder: *El desarrollo de la clasificación de arena fina en Succia.*

H. Hurtmanns y M. Papp: *Construcción y forma de trabajar de una quebrantadora giratoria fina.*

L. Zorn: *Una nueva instalación de preparación de grava junto a Salzburgo.*

H. Porsehe: *Instalación de transporte de nuevo tipo en una fábrica de ladrillos reconvertidos.*

ZENTRALBLATT FÜR GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE. Publ. por E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Teil I. Allgemeine, Angewandte, Regionale und Historische Geologie, Varia.

Año 1966, núm. 9.

Año 1966, núm. 10.

MINERALIUM DEPOSITA. Publ. por Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - Nueva York.

Vol. 1, núm. 4, abril 1967.

J. Goni, C. Guillemín y C. Sarcía: *Géochimie de l'or exogène. Etude expérimentale de la formation des dispersions colloïdales d'or et de leur stabilité.*

I. Ottemann y S. S. Augustithis: *Geochemistry and origin of «platinum-nuggets» in lateritic covers from ultrabasic rocks and bishérites of W. Ethiopia.*

I. R. Craig: *Phase relations and mineral assemblages in the Ag-Bi-Pb-S System.*

G. Frenze' y J. Ottemann: *Eine Sulfidparagenese mit kubie-haltigem Zonarpyrit von Nakudamu/Fiji.*

G. C. Amstutz, W. C. Pack y E. H. Schot: *Orientation of tririboidal pyrite in shale.*

Publicaciones austriacas

VERHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT. Publ. por el Instituto Geológico de Viena.

Año 1966, núms. 1, 2 y 3 (en alemán).

G. Müller y H. Lenz: *El contenido en rubidio de algunas biotitas del cristallino del Tenedig.*

E. R. Oxburgh, R. S. J. Lambert, H. B. Baadsgaard y J. G. Simon (en inglés): *Determinaciones de edad mediante potasio-argón en el borde sudoriental de la ventana del Tauern, Alpes Orientales.*

E. R. Oxburgh: *Fases de plegamiento en el Cristalino antiguo del borde sudoriental de la ventana del Tauern.*

H. Holzer y P. Wieden: *Sobre la halloysita del yacimiento de grafito Wegscheid en Mühlendorf (Austria Baja).*

H. Kurzweil: *Sobre el contenido en menas metálicas de las serpentinas y pizarras cloríticas de los alrededores de Steinbach (Burgenland).*

W. Tufar: *La mineralización del Siegrabener Kogel (Burgenland).*

F. Bauer: *Observaciones estructurales en el yacimiento de antimonita Schlaining en el Burgenland.*

A. Erich: *Sobre la situación tectónica regional de la serie de Rechnitz (Burgenland-Austria Baja).*

A. Thurner: *Gneis granítico en la vertiente septentrional de los Alpes de Seetal.*

W. Schlager: *Facies y tectónica en el borde occidental de la Masa del Dachstein, I. Capas de Zlambach junto al Hinteren Gosausee.*

G. Niedermayr: *Aportaciones a la petrografía sedimentaria del flysch de la Selva de Viena.*

A. Mariani y A. Papp: *Para el conocimiento de la fauna de moluscos de St. Veit a. d. Triesting.*

S. Omara y F. Gramann: *Ostrácodos del Wadi Araba, desierto oriental egipcio.*

H. Mostler: *División de la «pizarra silicea» de Lachtal-Grundalm (Fieberbrunn, Tirol).*

G. Flaß y W. Gräf: *Conodontes del Ludlowense en un canto rodado de caliza del Gosau de Kainach.*

W. Flaß: *Dos restos de plantas del Triásico alpino con sus esporas (Lueckisporites y Decussatisporites).*

E. Kavary: *Un estudio palinológico sobre la subdivisión de las pizarras de Cardita (Triásico Superior) de Bleiberg, Austria.*

H. Fischer: *Sobre formaciones edafológicas de tiempos históricos en el ámbito de la parte sudoccidental de Austria Baja.*

Publicaciones belgas

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. Publ. por la Société Géologique de Belgique, Lieja.

Tomo 90, Bull. núm. 1-3, 1966-1967.

M. Streel: *Associations de spores du Dévonien inférieur belge et leur signification stratigraphique.*

C. Monty: *Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, eastern Andros Island, Bahamas.*

H. Pirlet: *Mouvements épéirogéniques dévono-carbonifères dans la région de Visé; la carrière de «La Folie» à Bombye.*

J. Lavreau: *Géologie et géomorphologie des Sør-Rondane occidentales - Terre de la Reine Maud (Antarctique).*

M. Souchez: *L'évolution de la Lorraine belge nord-orientale au Néogène.*

A. Benguies: *Contribution à l'étude des wolframites.*

J. Bellière: *Le métamorphisme blastomylonitique: source possible de jus pegmatitique migrant.*

C. Monty: *Pour une codification de la nomenclature stratigraphique belge.*

H. Pirlet: *Mouvement épéirogénique au sein du Viséen inférieur VI dans la partie centrale du synclinorium de Namur.*

C. Lamoureux y J. Klerkx: *Etude paléomagnétique de laves de l'Etna.*

BULLETIN MENSUEL. Publ. por el Institut Royal Meteorologique de Belgique, Bruselas.

Febrero 1967.

Observations géophysiques (en francés y holandés).

Publicaciones búlgaras

IZVESTIYA NA GEOLOGICHESKIYA INSTITUT. Publ. por la editora de las Academia de Ciencias Búlgara, Sofía.

Tomo XVI, 1967.

N. Kristic y M. Stancheva (en inglés): *Pontoleberis gen. n. (Ostrácoda) del Neógeno de Bulgaria y Yugoslavia.*

T. Nikolov y V. Shopov (en inglés): *Belitsia asteri gen. y sp. n. una nueva medusa del Cretáceo Inferior de Bulgaria.*

V. Zlatarski (en francés): *Nota sobre el género Clausastrea d'Orbigny (orden Madreporaria).*

T. Nikolov (en francés): *Los ammonites herrasienses del género Protoleptoceras Nikolov.*

T. Nikolov y G. Mandov (en francés): *Sobre algunas especies de ammonites herrasienses del Prebaleán (Bulgaria del Norte).*

S. Breskovski (en francés): *Elenceras - nuevo género de amonites hauterivienses.*

J. Spasov y I. Filipovich (en ruso): *Fauna de conodontes devonianos y carboníferos de Serbia nordoccidental (Yugoslavia).*

M. Ganev y S. Stefanov (en alemán): *Conodontes del Triásico Inferior de la fractura de Luda-Kaméija (Balcanes Orientales).*

S. Chernyavska (en búlgaro): *Característica de los complejos espora-polinicos del carbón del Eoceno Superior de Bulgaria Oriental.*

V. G. Tenchov (en inglés): *Plantas del Carbonífero Superior del sondeo R 50, junto a la aldea de Rakovski, en el Nordeste de Bulgaria.*

Publicaciones francesas

DOCUMENTS DES LABORATOIRES DE GÉOLOGIE DE LA FACULTE DES SCIENCES DE LYON. Publicado por la Facultad de Ciencias de Lyon.

Núm. 16, 1966.

C. Guerin: *Diceros douariensis nov. sp., un Rhinoceros del Mio Pliocène de Tunisie du Nord.*

R. Enay: *L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français.*

L. David, N. Mongereau y B. Walter: *Quelques précisions sur les formations quaternaires du plateau de Louze au Sud de Vienne (Isère).*

J. Mattei: *Técnica de reproducción de suturas cloisonnaires d'ammonites par photographies d'empreintes au latex.*

Núm. 17, 1966.

C. Mangold y N. Mongoreau: *Catalogue des «Types» et «Figurés» conservés à la Faculté des Sciences de Lyon. 1^{ème} liste: Lamellibranches.*

Núm. 18, 1966.

Rapport Annuel: Géologie 1966.

TRAVAUX DES LABORATOIRES DE GÉOLOGIE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LYON. Publ. por la Facultad de Ciencias, Lyon.

Núm. 13, 1966.

G. Latreille y H. Méon-Vilain: *Sédimentologie et palynologie d'un sondage dans le Tertiaire supérieur d'Ambérieu-en-Bugey (Ain).*

R. Ballesio, R. Anglada y G. Demarco: *Mise au point sur le Pliocène marin de Bédarrides (Vaucluse).*

Y. Alméras: *Les Rynchonellidés du Bajocien moyen de Ronzevaux près Davayé (Saône-et-Loire): genres Cymatorhynchia S. BUCKMAN, Lacunorhynchia nov. et Septulirhynchia nov.*

P. Donze: *Ostracodes de l'Hettangien entre Aubenas et Privas (Ardèche).*

P. Donze: *Cytherelloidea sufflata, nouveau nom pour Cytherelloidea inflata DOXZE 1964.*

S. Elmi y C. Mangold: *Etude de quelques Oxycerites du Bathonien inférieur.*

C. Mangold y S. Elmi: *Flabellisolinetes et Choffatia (ammonitina) du Callovien moyen de L'Ardèche.*

R. Busnardo, R. Enay, G. Latreille y P. Rouquet: *Le Crétacé moyen détritique à Céphalopodes près de Poncin (Jura méridional).*

R. Busnardo, R. Enay y B. Pitre: *L'Hauteriviens inférieur et ses Ammonites près de Hauteville (Ain).*

M. Hugueney y P. Mein: *Les rongeurs pliocènes du Roussillon, dans les collections lyonnaises.*

G. Truc, G. Carbonnel, G. Latreille y G. Demarco: *Sur l'extension des sables d'Heyrieux à l'Est de Lyon.*

P. Mein y G. Truc: *Faciès et association faunique dans le Miocène supérieur continental du Haut Comtat Venaissin.*

Y. Alméras: *Types de la collection Schlothéim (Brachiopodes): figuration et remarques.*

BULLETIN SIGNALÉTIQUE 11. Publ. por el Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. Vol. XXVIII, núm. 4, 1967.

Sciences de la Terre II: Physique du globe - Géologie - Paléontologie.

BULLETIN SIGNALÉTIQUE 10. Publ. por el Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. Vol. XXVII, 1966.

Sciences de la Terre I: Minéralogie - Géochimie - Pétrographie.

REVUE DE MICROPALEONTOLOGIE. Publ. por Jean Cuvillier, 191, rue Saint-Jacques, Paris 5.^e. Vol. 9, núm. 4, marzo 1967.

W. A. S. Sorjeant: *Observations on the Acritarch genus Michrystidium (Deflandre).*

R. Ciry: *Note de Micropaléontologie périgourdine.*

Moreau-Benoit: *Premiers résultats d'une étude palynologique du Dévonien de la carrière des Chaux d'Angers (Maine-et-Loire).*

A. Poignant: *Position générique de trois «Nonionidés» du Miocène aquitain.*

P. Cros y M. Lemoine: *Dasycladacées nouvelles ou peu connues du Lias inférieur des Dolomites et de quelques autres régions méditerranéennes. Deuxième partie.*

BULLETIN DU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES. Publ. por el Bureau de Ph. Taugourdeau: *Néotypes de Chitinozoaires.*

Recherches Géologiques et Minière, Paris.

Núm. 1, 1967.

S. Aranitis: *Les gisements de talc pyrénéens. Description. Essai d'interprétation de leur genèse.*

M. Fontelles: *Appréciation de l'intérêt métallogénique du volcanisme de Madagascar a partir de ses caractères pétrologiques.*

S. Guillaume: *Le Crétacé du Jura français. Bibliographie. (Fin).*

MEMOIRES DU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES. Publ. por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris.

Núm. 42, 1967.

J. Barrère: *Le groupe précambrien de l'Ansaga entre Atar et Akjoujt (Mauritanie). Etude d'un métamorphisme profond et de ses relations avec la migmatitisation.*

CHRONIQUE DES MINES ET DE LA RECHERCHE MINIERE. Publ. por el Centre d'Etudes Géologiques et Minières, Paris.

Núm. 361, marzo 1967.

D. S. de Lafont: *Les gîtes de fluorine stratiformes de la bordure nord du Morvan.*

TERRES ET EAUX. Publ. por Editorial Dunod, Paris.

Núm. 50, 1967.

M. R. Lemaire: *L'alimentation en eau de l'agglomération de Tours.*

ANNALES DES MINES. Publ. por la Compagnie Française d'Édition, Paris.

Abril 1967.

M. F. Callot: *Le Japon et l'énergie.*

M. P. Legoux: *Les accords internationaux sur l'étain.*

M. J. Bodelle: *Vente des cartes géologiques en France.*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. Publ. por el Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

Tomo VIII, núm. 1, 1966.

F. Tanazaq: *Sur le rapport des gneiss de Bormes et des mica-schistes du cap Nègre à l'île du Levant.*

- H. Fleisch y M. Gigout: *Revue du Quaternaire marin libanais.*
 M. Gigout: *Le Quaternaire de la côte libanaise comparé à celui du Maroc atlantique.*
 D. Herm, R. Paskoff y J. Stiefel: *Premières observations sur les alentours de la baie de Tongoy (Chili).*
 E. Heintz: *La présence de Gazellospira torticornis AYMARD (Ruminant) dans le gisement villafranchien de Saint-Vallier (Drôme). Essai de répartition géographique et stratigraphique*
 E. A. Perseil y C. Tourenq: *Métallogénie du massif de l'Arize.*
 N. Chanton: *Etude micropaléontologique du Viséen supérieur de Djcrada (Maroc).*
 J. Bertrand-Sarfati: *Etude géologique des massifs calcaires du Pied-du-Poul et de Pévillos (Aude, Pyrénées-Orientales).*
 P. Laffitte: *La métallogénie de la France.*
 S. Krvátov y B. Mameť: *Données nouvelles sur les terrains paléozoïques de l'Argentella-Tour Marguie (Corse). Attribution à la limite dévono-carbonifère du calcaire de Capitello.*
 ● J. Azéma: *Géologie des confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne).*
 ● M. Colehen: *Sur la tectonique tertiaire du massif paléozoïque de la Sierra de la Demanda (Espagne) et de sa couverture mésozoïque et cénozoïque.*
 M. Robardet: *Sur la limite siluro-dévienne dans le Cotentin.*
 M. Labracherie y J. Prudhomme: *Essai d'interprétation de paléomilieux grâce à la méthode de distribution des formes zoariales chez les Bryozoaires.*
 J. Gaudent: *Les Actynoptérygiens du Mésozoïque continental d'Asie centrale et orientale et le problème de l'origine des Téléostéens.*
 L. de Bonis: *Sur l'évolution du genre Haploeyon SCHLOSSER (Carnivora).*
 P. Tempier: *Esquisse géologique du prolongement nord du granite de Saint-Maurice Châteauneuf (Saône-et-Loire, Massif central français).*
 J. P. Cuif: *Structure de quelques Polypiers phacéloïdes triasiques.*
 J. Ravier y M. Chenevoy: *Les granites à moscovites du mont Pilat (Massif central).*
 A. Desprairies, C. Palau y J. C. Plaziat: *Contribution à l'étude sédimentologique de la formation des «grès à Roscaux» (Keuper moyen) dans la région de Hinckange (Moselle).*
 J. Bertrand-Sarfati: *Essai de classement d'échantillons de stromatolites des séries précambriennes du Hoggar occidental.*

Publicaciones holandesas

- GEOLOGIE EN MIJNBOTW. Publ. por la Real Sociedad de Geología y Minería de los Países Bajos, Gravenhage.
 Año 46, núm. 4, abril 1967 (en holandés).
 H. E. Loonen (en alemán): *Desarrollo de la fortificación amorible en el Instituto de Investigaciones mineras de las «N. V. Nederlandse Staatsmijnen».*
 M. F. van Oosten: *Contribuciones a la geología del Cuaternario de la parte occidental del Brabante Norte.*

Publicaciones húngaras

- GEOLOGICA HUNGARICA. SERIES PALAEONTOLOGICA. Publ. por el Instituto Geológico Húngaro, Budapest.
 Fasc. 33, 1966 (en húngaro, resúmenes en alemán y ruso).
 L. Strausz: *Los gasterópodos cenozoicos de Dudar en Hungría.*

- Fasc. 34, 1966 (en francés, resumen en ruso).
 B. Géczy: *Ammonóideos jurásicos de Csernye, Montes Bakony, Hungría, Parte 1. (Hammatoceratidae).*
 Fasc. 36, 1966 (en húngaro, resúmenes en alemán y ruso).
 J. Kóckay: *Investigaciones geológicas y paleontológicas en la región lignitífera de Herend-Márkó (Montes Bakony, Hungría).*

Publicaciones inglesas

- MINING MAGAZINE. Publ. por The Mining Journal Ltd, Londres.
 Vol. 116, núm. 4, abril 1967.
 A. Sykes: *Labrador's iron ore. The application of the new investment techniques to mining projects. Analysing capital projects for maximum profits.*
 A. J. Merrett: *Targetry and cut-off rates.*
 A. Hitchens: *Minimum standards for capital investment.*
 K. F. Lane: *The practical assessment of risk and optimisation.*
- STATISTICAL SUMMARY OF THE MINERAL INDUSTRY, 1960-1965. Publ. por el Institute of Geological Sciences, Overseas Division, Londres, 1967.
- TRANSACTIONS/SECTION A. Publ. por Institution of Mining & Metallurgy, Londres.
 Vol. 76, Bulletin 725, abril 1967.
 B. T. Walsham: *Exploration by diamond drilling for tin in west Cornwall.*
 P. G. Petropoulos: *The mining industry of Cyprus.*
 T. R. Groundwater: *Role of discounted cash flow methods in the appraisal of capital projects.*
 K. G. Poell: *Modern mechanical equipment for electrically driven friction tenders.*

- PROCEEDINGS OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. por la Geological Society of London, Burlington House, Londres.
 Núms. 1.629-1.636, 1967.
 Núm. 1.637, marzo 1967.
 Núm. 1.638, marzo 1967.
 Núm. 1.639, marzo 1967.

- ENDEAVOUR. Publ. por Imperial Chemical Industries Ltd., Londres.
 Vol. XXVI, núm. 97, enero 1967.

TRANSACTIONS, Publ. por Institution of Mining and Metallurgy, Londres.

Vol. 76, Bulletin núm. 724, marzo 1967.

S. M. Gustkiewicz, D. Watson y A. S. Joy: *Beneficiation of a polish carnallite - development of a flowsheet.*

H. E. Rose y J. E. English: *Theoretical analysis of the performance of jaw crushers.*

P. M. Harris y D. V. Jackson: *Investigations into the recovery of niobium from the Mri-ma Hill deposit*

Publicaciones italianas

GIORNALE DI GEOLOGIA, Publ. por el Museo Geológico «Giovanni Capellini», Bolonia.

Vol. XXXIII, fasc. II, 1966.

A. Castellarin y G. Piccoli: *I vulcani coenici dei dintorni di Rovereto.*

A. Ferrari y G. B. Vai: *Ricerche stratigrafiche e paleoecologiche al Monte Zermula (Alpi Carniche).*

A. Castellarin: *I tufi coenici a struttura caotica dei dintorni di Rovereto (Trentino meridionale).*

A. Castellarin: *Il problema delle tuffiti.*

V. Vialli: *Sul rinvenimento di Dinoterio (*Dinotherium cf. hobleyi* Andrews) nelle ligniti di Adi Ugrì (Eritrea).*

M. Manzoni: *Conodonti neocenici ed eocarboniferi al Monte Zermula (Alpi Carniche).*

F. Francavilla: *Spore nel Flysch Hochwipfel.*

A. Castellarin: *Filoni sedimentari nel giurese di Loppio (Trentino meridionale).*

S. Sartoni: *Ricerche stratigrafiche nei pressi di Camugnano (Appennino bolognese).*

G. C. Carloni y N. Ghirelli: *Geologia della valle del Piava (Cadore).*

A. M. Borsetti y E. Amadesi: *La presenza del Paleocene nella zolla alloctona di Castel di Casio (Bologna).*

G. Pisu: *Ammoniti ladineche dell'alta valle del Tagliamento (Alpi Carniche).*

ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI, Serie VIII, Publ. por la Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.

Vol. XL, fasc. 5, mayo 1966.

P. Leonardi: *Osservazioni geomorfologiche sui crateri lunari e marziani.*

S. Olivero: *Misure di temperatura della roccia nel Traforo del Monte Bianco. Stazione di misura alla progressiva in 2610 dall'imbocco italiano.*

L. Fanfani y P. F. Zanazzi: *La struttura cristallina della metastrengite.*

Vol. XL, fasc. 6, junio 1966.

G. Pecorini: *Sull'età «oligocénica» del vulcanismo al bordo orientale della fossa tettonica del Campidano (Sardegna).*

H. Brouwer: *Ricerche tettoniche sul Paleozoico dell'Iglesiente e del Sulcis (Sardegna sud-occidentale).*

A. Angelucci: *Morfoscopia al microscopio elettronico dei granuli di quarzo colici e di spiaggia.*

G. Pasquarè: *Outlines of the neogene and quaternary volcanism of Asia Minor. Nota I.*

Vol. XLII, fascs. 1-2, julio-agosto 1966.

Publicaciones polacas

GEOLOGIA SUDÉTICA, Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia.

Vol. II, 1966.

M. Borkowska: *Petrografia del granito de Karkonosze.*

J. Ansilewski: *Petrografia del metamórfico de los Montes Bialskie.*

I. Wojciechowska: *Geologia del macizo metamórfico en la cuenca de Scinawka Klodzka*

T. Gunia: *Fauna y edad de los cantos de caliza del Culm de Ksiaz.*

H. Krawczynska-Grocholska: *El Namuriense de la cuenca de Nowa Ruda a la luz de los estudios palinológicos.*

J. Bieniewski: *Formación y desarrollo de las series de lignito en la parte polaca de la cuenca de Zytawa (Zittau).*

ACTA PALAEONTOLOGICA POLONICA, Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia.

Vol. XII, núm. 1, 1967 (en inglés).

J. Blaszyk: *Ostrácodos del Jurásico Medio de la región de Czestochowa (Polonia).*

ANNALES UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKLODOWSKA, Publ. por la Universidad Maria Curie-Skłodowska, Lublin.

Vol. XIX, año 1964 (en polaco).

Sectio B. Geographia, Geologia, Mineralogia et Petrographia.

J. Markovic Marjanovic (resúmenes en ruso y francés): *Geología y estratigrafía del Cuaternario entre los ríos Dambio y Tisza en Yugoslavia.*

A. Walezowski (resúmenes en ruso e inglés): *Fenómenos cársticos en la margen sud-oriental de los Montes de la Santa Cruz.*

M. Drzal (resúmenes en ruso e inglés): *Formas cársticas en la región de los Montes de la Santa Cruz, entre los ríos Pilica y Nida.*

J. Trembaczowski (resúmenes en ruso y alemán): *Morfología y característica de los sedimentos no consolidados del Sayr en los alrededores de Kobdo (Altai de Mongolia).*

A. Henkiel y K. Pekala (resúmenes en ruso y francés): *Curvas hipsográficas de los valles de los Tatra.*

A. Henkiel (resúmenes en ruso y francés): *La estructura y el clima en la formación de asimetrías morfológicas en la cuenca de Stravuz.*

K. Pekala (resúmenes en ruso e inglés): *Estructuras convectivas en la terraza poligenética del río San y en la desembocadura del Wisznia.*

J. S. Popiel (resúmenes en ruso y francés): *Problemas del contenido cuantitativo de flúor en las aguas subterráneas de la voivodía de Lublin.*

K. Warakomska (resúmenes en ruso e inglés): *Distribución de los colonos en Africa (ensayo de métodos).*

Publicaciones soviéticas

SOVYETSKAYA GEOLOGIYA, Publ. por el Ministerio de Geología de la URSS, Moscú.

Año 1967, núm. 3, marzo (en ruso).

N. I. Nikolayev, V. I. Babak y A. I. Medyantsev: *Cuestiones de tectónica reciente del escudo báltico y los Caledónides noruegos.*

V. A. Bronevoy, S. G. Jilin, L. G. Kiryujin y R. I. Merklin: *Series del Aral y problema de límites entre Paleógeno y Neógeno en el Kazajstán Occidental.*

A. A. Ivanov y V. P. Kirikov: *Condiciones de formación de sedimentos salinos en Armenia y perspectivas de su contenido en potasa.*

E. S. Gutkin: *Características comparativas de las bauvitas del Ural y Asia Central.*

N. A. Dobov, E. V. Edemskiy, A. A. Elyanov, A. V. Ilin y M. M. Muza'evskiy: *Fosforitas cambrianas de la República Popular de Mongolia.*

N. A. Afonichev: *Etapas fundamentales en la evolución del sistema geosinclinal de Dzungar-Balkash (Carbonífero Inferior, primera mitad del Carbonífero Medio; posteriormente a la manifestación de los plegamientos del Tournaisiense Bajo y el Intraviscano).*

M. G. Lomize: *Diferenciación de la lava o fuente magmática distinta?*

M. L. Ozerskaya: *Método gráfico-analítico para la investigación de las propiedades físicas de distribución de rocas sedimentarias en yacimientos profundos.*

SERIYA GEOLOGICHESKAYA. Publ. por la Academia de Ciencias de la URSS, Moscú.

Año 1967, núm. 4, abril (en ruso).

A. P. Vinogradov: *La formación de los océanos.*

I. A. Rezanov y N. E. Galdin: *Sobre el significado geológico de la anisotropía en la velocidad sísmica en la corteza terrestre.*

V. V. Cherduyntsev, V. L. Zverev y G. I. Kislitsuyina: *Radioelementos pesados en los procesos volcánicos.*

E. V. Artyushkov: *Sobre la forma de realizarse el equilibrio isostático de la corteza terrestre.*

M. G. Rub: *Peculiaridades de composición material y génesis de los complejos mineralizados volcánico-plutónicos (considerando como ejemplo los de la zona de Baluygguychano Sugoyak).*

N. A. Chitaeva: *Monteras de hierro en yacimientos de pirita del Sur de los Urales y criterios para la distinción de las acumulaciones de hidróxidos de hierro de origen sedimentario y de infiltración.*

V. L. Lebedev y N. V. Kotov: *Deshidratación de la caolinita e hidratación del metacaolín por presión.*

M. A. Semijátov y S. N. Serebryakov: *Vendeano y Cambriano Inferior de la parte sudoriental del Sayán Oriental.*

V. D. Boyakov y V. V. Yuklyaevskiy: *Estratigrafía de los sedimentos del Mesozoico Inferior de la cuenca lignitífera de Chelyabinsk.*

Y. A. Budzinskiy: *Complejo de rocas hidrosolubles del Cáucaso Septentrional a la luz de datos experimentales.*

REFERATIVNIY JURNAL. Publ. por el Instituto de Información Científica y Técnica, Moscú.

Año 1967, núm. 4, abril (en ruso).

Geología. Serie B. Geoquímica, Mineralogía, Petrografía.

Publicaciones yugoslavas

GEOLOGIJA, RAZPRAVE IN POROČILA. Publ. por el Servicio Geológico de Ljubljana, el Instituto Geológico y la Sociedad Geológica Eslovena.

Año 1966, vol. 9.º (en serbio).

R. Radošević (en francés): *Microfacies del Jurásico de los Dináridos externos de Yugoslavia.*

L. Šribar (resumen en inglés): *Sedimentos jurásicos entre Zagradec y Randol en el valle de Krka.*

S. Buser (resumen en inglés): *La edad de las capas con el alga Sphaerocodium borum mami Rothpletz en los Dináridos externos eslovenos.*

A. Hinterlechner-Ravnik (resumen en inglés): *Tobas ignimbríticas en Podljubelj (Eslovenia).*

D. Jelenc (en inglés): *Placeres auríferos y yacimientos de menas cromo-niquelíferas a Adola.*

M. Hamrla (en inglés): *Los yacimientos de minerales de hierro y manganeso en Etiopía.*

L. Zlebnik (resumen en inglés): *Condiciones hidrogeológicas en la ubicación de la central eléctrica de la presa de Srednja Drava.*

M. Fabjančič (resumen en inglés): *Sobre la baritina de Eslovenia.*

D. Turnšek y S. Buser (resumen en inglés): *El desarrollo de las capas del Cretácico inferior y la relación entre formaciones jurásicas y cretáceas en la parte occidental de Trnovski Gozd.*

E. Faninger (resumen en alemán): *Andesita de hiperstena en Sv. Roku ob Sotli.*

Publicaciones canadienses

BULLETIN. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.

Núm. 149, 1967.

J. H. V. Rimsaite: *Studies of rock-forming micas.*

Núm. 132, 1967.

D. F. Stott: *The cretaceous Smoky Group, Rocky Mountain foothills, Alberta and British Columbia.*

Núm. 66-15, 1967.

W. H. Poole: *Continental margins and island arcs.*

Publicaciones estadounidenses

ECONOMIC GEOLOGY. Publ. por the Economic Geology Publishing Company, Lancaster.

Vol. 62, núm. 1, enero-febrero 1967.

D. F. Hewett y A. S. Radtke: *Silver-bearing black calcite in western mining district.*

R. K. Soren y D. W. Gunn: *Mineralogy of manganese deposits, Olympic Peninsula, Washington.*

R. O. Fournier: *The porphyry copper deposit exposed in the Liberty open-pit near Ely, Nevada. Part 1. Syngenetic formation.*

A. C. Dunham y J. S. Hanor: *Controls on barite mineralization in the Western United States.*

A. B. Baldwin y W. H. Gross: *Possible explanations for the localization of residual hematite ore on a Precambrian iron formation.*

T. K. Ghosh: *A study of temperature conditions at igneous contacts with certain permian coals of India.*

D. T. A. Symons: *A paleomagnetic study of concentrating iron ores from Northern Michigan.*

W. M. Barnard: *Synthesis of pyrite from chloride-bearing solutions.*

R. K. Sorem: *Manganese nodules: Nature and significance of internal structure.*

ABSTRACTS OF NORTH AMERICAN GEOLOGY. Publ. por United States Department of the Interior Geological Survey.
Febrero 1967.

Septiembre 1966.

COMPUTER CONTRIBUTION. Publ. por el State Geological Survey, University of Kansas, Lawrence.

1967, núm. 9.

I. W. Harbaugh y W. J. Wahlstedt: *Fortran IV program for mathematical simulation of marine sedimentation with IBM 7040 or 7094 computers.*

A. Baca: *Prediction of the performance of a solution gas drive reservoir by Muskat's equation.*

1967, núm. 10.

R. J. Sampson y J. C. Davis: *Three dimensional response surface program in Fortran II for the IBM 1620 computer.*

GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

Núm. 495-B.

W. R. Keefer y J. A. Van Lieu: *Paleozoic formations in the Wind River basin, Wyoming.*

Núm. 503-A.

A. J. Boucot y E. L. Yochelson: *Paleozoic gastropoda from the Moose River synclinorium, Northern Maine.*

UNIVERSITY OF CALIFORNIA PUBLICATIONS IN GEOLOGICAL SCIENCES. Publ. por University of California Press, Berkeley y Los Angeles.

Vol. 58, 1966.

W. S. Ting: *Determination of Pinus species by pollen statistics.*

Vol. 65, 1966.

D. H. Dailey y W. P. Popenoe: *Mollusca from the Upper Cretaceous Jalama Formation, Santa Barbara county, California.*

Vol. 67, 1966.

R. V. Fisher: *Geology of a Miocene ignimbrite layer, John Day Formation, Eastern Oregon.*

INDUSTRIAL WORLD EN ESPAÑOL. Publ. por Johnston International Publishing Corp., Nueva York.

Vol. 180, núm. 4, abril 1967.

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.

Vol. 89, núm. 6, marzo 1967.

Vol. 89, núm. 7, marzo 1967.

MINERALS YEARBOOK. Publ. por el Department of the Interior, Washington.
Año 1964, vol. IV, Area Reports: International.

GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

Núm. 1,223, 1966.

A. E. Nelson y W. H. Monroe: *Geology of the Florida quadrangle, Puerto Rico.*

H. R. Cornwall: *Nickel deposits of North America.*

Núm. 1,223, 1966.

J. W. Bingham y M. J. Grolier: *The Yakima basalt and Ellensburg Formation of South Central Washington.*

Núm. 1,234, 1966.

Bibliography of North American Geology, 1964.

THE UNIVERSITY OF KANSAS SCIENCE BULLETIN. Publ. por la Universidad de Kansas, Lawrence.

Vol. XLVI, núm. 18, diciembre 1966.

J. B. Carren: *A revision of the genus Exema of America, North of Mexico (Chrysomelidae, Coleoptera).*

Vol. XVII, núm. 19, diciembre 1966.

R. R. Sokal: *Pubation site differences in Drosophila melanogaster.*

Vol. XLVI, núm. 20, diciembre 1966.

Ch. D. Michener: *The classification of the Diphaglossinae and North American species of the genus Caupolicana (Hymenoptera, Colletidae).*

- PALEONTOLOGICAL CONTRIBUTIONS MOLLUSCA. Publ. por la Universidad de Kansas, Instituto Paleontológico, Lawrence.
Art. 7, noviembre 1966.
J. A. Teletzky: *Comparative morphology, phylogeny, and classification of fossil Coleoidea*.
Núm. 11, noviembre 1966.
R. B. Williams: *Recent marine Podocopid Ostracoda of Narragansett Bay, Rhode Island*.

- GEOTIMES. Publ. por el American Geological Institute, Washington.
Vol. 12, núm. 3, marzo 1967.
Los Angeles Basin - its geologic setting.
B. L. Long: *Bridgin the pre-publication gap*.

- GEOGRAPHICAL REVIEW. Publ. por la American Geographical Society, Nueva York.
Vol. LXV, núm. 2, abril 1967.

- THE AMERICAN MINERALOGIST. Publ. por la Mineralogical Society of America, California.
Vol. 52, núms. 1-2, enero-febrero 1967.
T. W. Donnelly: *Kinetic considerations in the genesis of growth twinning*.
I. J. Finney y N. N. Rao: *The crystal structure of cheralite*.
P. R. de Villiers y F. H. Herbst: *Distinction between two members of the braunite group*.
D. P. Peacor: *Refinement of the crystal structure of a pyroxene of formula $M_1 M_{II} (Si_{1-x} H_{0.5x}) O_6$* .
J. F. Lewis: *Unit-cell dimensions of some aluminous natural clinopyroxenes*.
P. M. Orville: *Unit-cell parameters of the microcline-loxe albite and the sandine-high albite solid solution series*.
R. H. Steiger y S. R. Hart: *The microcline orthoclase transition within a contact aureole*.
T. L. Wright: *The microcline-orthoclase transformation in the contact aureole of the Eldora Stock, Colorado*.
E. E. Angino: *Far infrared (500-30 cm⁻¹) spectra of some carbonate minerals*.
D. M. Dodd y D. B. Fraser: *Infrared studies of the variation of H-bonded OH in synthetic α -quartz*.
A. C. Glatz: *The Bi_2Te_3 - Pb_2S_2 system and the synthesis of the mineral tetradymite*.
L. A. Hardie: *The gypsum-anhydrite equilibrium at one atmosphere pressure*.
G. W. Brinsley, J. H. Sharp, J. H. Patterson y B. N. N. Achar: *Kinetics and mechanism of dehydroxylation processes. I. Temperature and vapor pressure dependence of dehydroxylation of kaolinite*.
W. T. Granquist y S. S. Pollack: *Clay mineral synthesis. II. A randomly interstratified aluminian montmorillonoid*.
K. Omura y K. Yagi: *The system diopside akermanite-nepheline*.
T. E. Bunch, A. J. Cohen y M. R. Denze: *Natural terrestrial maskelynite*.
K. G. Anetsinger: *High-alumina allosilicates as weathering product of biotoclase*.

- J. A. Kittrick y E. W. Hope: *Organic dyes and a strychnine-molybdate reagent as aid in isolating phosphate mineral grains*.
A. B. Merkle y M. Slaughter: *The crystal structure of heulandite $(Ca, Na_2) (Al_2Si_7O_{18}) \cdot 6H_2O$* .
J. F. Nester y J. B. Schroeder: *Growth of synthetic calcite single crystals*.
D. C. Noble: *Sodium, potassium and ferrous iron contents of some secondarily hydrolyzed natural siliceous glasses*.
J. A. Kittrick y E. W. Hope: *A procedure for the identification of small crystals by X-ray diffraction analysis*.
B. D. Boss: *Differential thermal analysis of biotitic vermiculite to determine vermiculite content*.

Publicaciones africanas

- REVISTA DOS ESTUDOS GERAIS UNIVERSITARIOS DE MOÇAMBIQUE. Publ. por el Laboratorio de Mineralogía y Geología, Estudos Gerais Universitarios, Lourenço Marques.
Serie VI, vol. III, 1966 (en portugués).
J. M. Correia Neves y E. J. Lopes Nunes (en inglés): *Geoquímica del campo pegmatítico del Alto-Ligonha*.
M. Josefa Monteiro: *Arcillas de una cantera situada en el Km. 20 de la carretera Lourenço Marques - Namaacha*.
J. M. Correia Neves: *Cyrilovita, fostonerita, rockbridgeita y otros minerales de las pegmatitas de Vermilhas (Vouzela - Portugal)*.
G. Henriques da Silva: *Sobre el afloramiento del Jurásico marino en el Norte de Mozambique*.
G. Henriques da Silva: *Contribución para un catálogo de los gasterópodos fósiles de Mozambique*.
J. M. Correia Neves: *Nuevos datos sobre la mineralogía del pegmatítico de Magalde (Portugal)*.
D. B. Lucas: *Contribución para el estudio sedimentológico de las arenas de la playa de la isla Xefina Grande*.
J. M. Correia Neves y J. E. Lopes Nunes: *Feldespatos pegmatíticos de la región de Alto Ligonha*.

Publicaciones árabes

- MINERAL RESOURCES REPORT OF INVESTIGATIONS. Publ. por la Dirección General de Recursos Minerales de la Arabia Saudí.
Núm. 1, 1966.
M. A. Bhutta: *Physical and geological characteristics of the northern Ad Dughm glauconitic sand deposit, Al-Riyad district, Saudi Arabia*.
MINERAL RESOURCES BULLETIN. Publ. por la Dirección General de Recursos Minerales de la Arabia Saudí.
Núm. 2, 1966.
A. M. S. Al-Shanti: *Oolitic iron ore deposits in Wadi Fatima between Laddah and Mee Saudi Arabia*.

Publicaciones japonesas

REPORT OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF HOKKAIDO. Publ. por el Geological Survey of Hokkaido, Sapporo.

R. Sugimoto: *Dolomite ore-deposits of Hokkaido.*

N. Saito, Y. Uchida, H. Osanai, S. Ishiyama, I. Takebayashi y T. Suzuki: *Regarding oil-gas of Eubetsu district... (2nd. ser. Results of boring-well at Asahi District).*

H. Yamaguchi, I. Sato, K. Futamase, T. Ohara y F. Hayakawa: *Subsurface geology and ground water in the north of Chitose city.*

H. Yamaguchi, I. Sato, K. Futamase, T. Ohara y F. Hayakawa: *Grounds and ground-water in the sites for factories being prearranged in Bibai city.*

T. Fujiwara y Y. Shoya: *On the Rankoshi clay, Shiribeshi province.*

K. Hasegawa, T. Odagiri y K. Futumase: *On the electric and geo chemical prospecting at the western area of Motokura mine.*

Publicaciones vietnamitas

ARCHIVES GEOLOGIQUES DU VIET-NAM. Publ. por el Servicio Geológico, Saigón.

Núm. 9. 1966.

H. Fontaine: *Découverte de tectites sans formes figurées dans la province de Bien-Hoa.*

Ta tran Tan: *Note pétrographique sur les massifs de Van-Tau.*

C. Serra: *Nouvelle contribution à l'étude paléoxologique du Cambodge, du Laos et du Viêt-Nam.*

Publicaciones neozelandesas

NEW ZEALAND JOURNAL OF SCIENCE. Publ. por el Departamento de Investigación Científica e Industrial, Wellington.

I. B. Campbell y G. G. C. Caridge: *Evidence of former sea levels near Cape Hallett, Antarctica.*

R. D. Northey: *Correlation of engineering and pedological soil classification in New Zealand.*

M. Fieldes y A. V. Weatherhead: *Mineralogy of sand fractions of New Zealand Soils.*

Mapas**Mapas españoles**

HOJAS DEL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL 1:50.000. Publ. por el Instituto Geográfico y Catastral, Madrid.

Núm. 581: Navalcarnero.

Núm. 583: Arganda.

INSTITUTO

GEOLOGICO

y MINERO



Ríos Rosas, 23

Teléfono 253 46 05

MADRID - 3

INVESTIGACIONES DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Este Centro, creado en el año 1849 como Comisión del Mapa Geológico, viene dedicándose al estudio de los problemas relacionados con Geología, Geofísica, Minería y Aguas Subterráneas, por lo que sus técnicos poseen una larga experiencia en estas materias.



Por encargo de particulares o entidades se efectúan informes geológicos, hidrogeológicos y mineros, proyectos de alumbramientos de aguas e investigaciones hidrogeológicas y mineras, así como prospecciones geofísicas por los métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.



Realiza sondeos verticales e inclinados, con testigo continuo, para investigaciones mineras, sondeos de gran diámetro para alumbramiento de aguas y aforo de pozos y sondeos hasta profundidades de 100 m.