

AÑO 1965

20 ABR. 1965

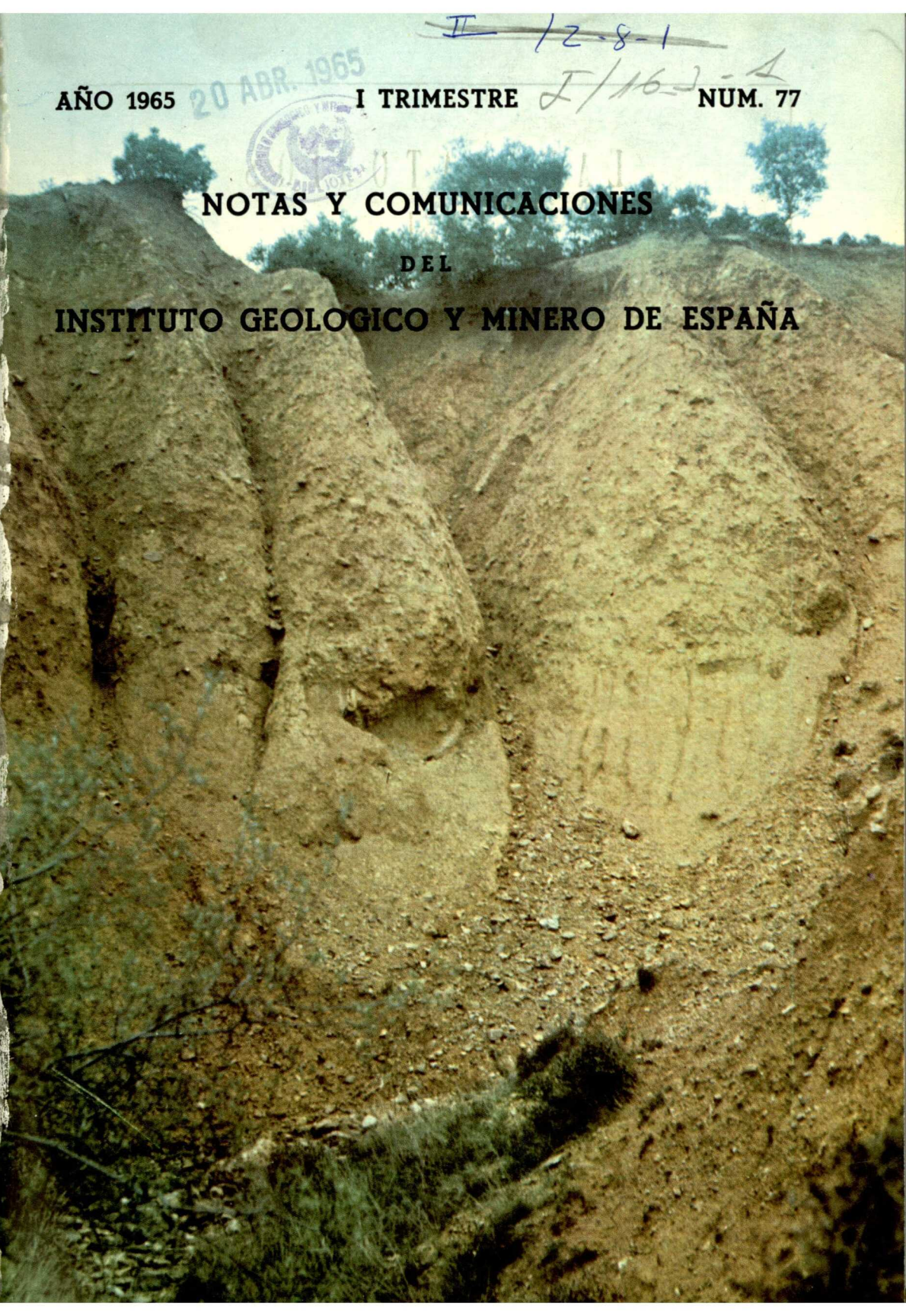
I TRIMESTRE

~~II~~ / 2-8-1
J/16-2-1

NUM. 77



NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En el reciente desarrollo industrial español, tanto al productor de primeras materias, como al transformador y al utilizador de las mismas, se le plantean continuamente problemas en relación con la elección y utilización de los minerales y productos mineralúrgicos y metalúrgicos más adecuados para los fines que desea.

Los laboratorios del Instituto, con más de cien años de experiencia, ayudan a resolver cuantos problemas de minerales, productos metalúrgicos, materiales de construcción, combustibles, etc., se le presenten.

Los laboratorios en funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España, son los siguientes:

AGUAS SUBTERRANEAS	ANALISIS QUIMICO
COMBUSTIBLES Y TIERRAS CO- LOIDALES	DIFRACCION DE RAYOS X
ESPECTROQUIMICA	SEMICONDUCTORES
RADIOACTIVIDAD Y GEONU- CLEONICA	MACROPALEONTOLOGIA
METALOGENIA	MICROPALEONTOLOGIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA	FOTOGEOLOGIA
PREPARACION MECANICA	MINERALOGIA
	FOTOGRAFIA TECNICA

Los asuntos relacionados con ellos, se pueden tratar directamente en la Sección de laboratorios del Instituto o por correspondencia.



Ríos Rosas, 23

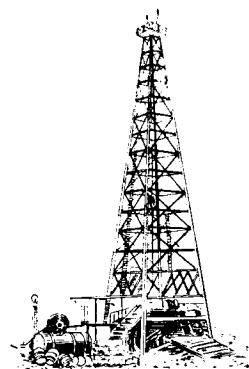
M A D R I D - 3

Tel. 253 46 05



EMPRESA NACIONAL "ADARO"

DE INVESTIGACIONES MINERAS, S.A.



INVESTIGACION DE CRIADEROS MINERALES

SONDEOS HASTA DE 4.500 METROS DE PROFUNDIDAD

ANALISIS DE MUESTRAS DE ROCAS Y MINERALES, PETROLEOS,
GASES Y CEMENTOS.

ESTUDIOS PETROGRAFICOS METALOGENICOS Y DE MICROFAUNAS.

DOMICILIO SOCIAL—SERRANO Nº 115 MADRID 3. TELEFONO 276 37 64

OFICINAS Y LABORATORIOS—CALLE BARRETERA DE ANDALUCIA. TELEFONOS 237 17 00-1-2



HARRY WASSALL & ASSOCIATES, INC.

- **CONSULTORES GEOLOGICOS EN PETROLEO Y MINERIA**
Campañas regionales y locales de exploración (geología de campo, fotogeología, etc.). Reinterpretación conjunta de estudios geológicos y geofísicos. Geología del subsuelo y dirección de sondeos. Correlaciones. Experiencia en países europeos y de Ultramar.
- **PALEOLAB.**—Los laboratorios mejor dotados de Europa para la preparación de secciones delgadas y para efectuar estudios y determinaciones de: **Petrografía, Paleontología y Palynología.** Especialidad en correlaciones difíciles.
- **BOLETINES MENSUALES** informativos sobre la actividad petrolífera y minera en 120 países. «Boletín de Información Minera» sobre España, con ediciones en castellano e inglés.

2920

GINEBRA (Suiza)
14, Rue du Conseil Général
Teléfono 26-04-00
Cable: «Geoconsulting»

M A D R I D
Torre de Madrid, 5-12
Teléfono 241-12-95
Cable: «Inconvest»

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

77

PRIMER TRIMESTRE

M A D R I D
1 9 6 5

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.

A. ALMELA y J. DEL VALLE DE LERSUNDI

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA ZONA PONFERRADA-TREMOR DE ABAJO

RESUMEN

Se resumen en este trabajo dos investigaciones diferentes realizadas en la zona de Bemibre, abarcando el siluriano y carbonífero de aquel área.

En el siluriano se encuentra la cuarcita armoricana y sobre ella una serie de pizarras con cuarcitas en que se encuentra el criadero de hierro. A ésta sigue otro tramo de cuarcita que se consideró ya Gotlandés, seguido de pizarras y areniscas.

El carbonífero (Estefaniense) comienza por conglomerados de tipo marginal, areniscas y pizarras. La serie se hace menos detritica y aparecen capas de carbón. Se ha dividido arbitrariamente la serie estefaniense para hacer resaltar la estructura.

SUMMARY

The study accomplished on the Coto Minero Wagner and on the coal permits that the Coto Minero Vivaldi owns in the Bemibre area, has provided us a knowledge of the structures of the sylurian and stephanian formation in that area. We greatly appreciate that these two companies authorized us to publish a mummy of their reports.

The sylurian is formed by a thick formation of armorican quartzite and above it a series of shale and quartzites with important iron ore seams. Above these series there is another quartzite formation different to the armorican, which is believed to belong to the gotlandian.

These are followed by a thick formation of shale and sand-stone. An unconformity places the stephanian over the sylurian. The stephanian begins with a conglomerate formation followed by sand-stone and red shale layers. Gradually it becomes less detritic and coal ore seams are inserted in between. This thick formation was arbitrarily divided in several units so as to emphasize its structure in the geological map.

Habiéndonos encargado en diferentes ocasiones el estudio del importante Coto Minero Wágnner y de las concesiones carboníferas que en la zona de Bemibre posee el Coto Minero Vivaldi, hemos tenido ocasión de conocer con bastante detalle la disposición del Siluriano y del Estefaniense en la zona que va desde Ponferrada hasta Manzanal y Tremor de Abajo.

La gentileza de estas dos importantes empresas al autorizarnos a publicar nuestras observaciones, por lo que nos complacemos en hacer público nues-

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

Fanglomerado arcósico de Sanchón de la Sagrada (Salamanca).

Fanglomerado arcósico de cuarcita del Oligoceno, en la Torrentera de Varaza, donde la erosión normal del arroyo deja al descubierto toda la potencia de la formación terciaria.

Foto tomada el 8 de abril de 1963. Hoja 250.-C-3.

(Foto J. M. L. de A.)

Depósito Legal M.1.882-1968

tro agradecimiento, nos permite dar a conocer las interesantes características estratigráficas y tectónicas de aquella comarca.

Los únicos terrenos paleozoicos que afloran en el área estudiada son: el Siluriano y el Estefaniense. En el extremo oriental comienza a aparecer el Mioceno transgresivo, que se extiende ampliamente por la cuenca del Duero, y por el Oeste avanza más o menos profundamente el Plioceno-Cuaternario del Bierzo, que oculta extensiones importantes de terrenos paleozoicos.

El conocido asomo granítico del río Sil y unas curiosas áreas metamórficas en el Siluriano, son las únicas variaciones que cabe agregar a la reducida serie estratigráfica.

ESTRATIGRAFÍA

Ordoviciense

Es extremadamente pobre en fósiles, no habiéndose citado nunca, que sepamos, yacimientos en esta zona, no obstante lo cual, nosotros hemos tenido la suerte de encontrar dos, de ellos uno bastante abundante, que nos han permitido situar con bastante aproximación los distintos niveles estratigráficos.

Cuarcita armoricana

El nivel más bajo del Siluriano que hemos encontrado, es la cuarcita armoricana del Ordoviciense.

Se extiende sin solución de continuidad desde Castropodame, en donde se oculta periclinalmente hacia el Oeste bajo el Plio-Cuaternario, hasta Veldedo, continuando aún más allá fuera de la zona estudiada. Por el Este se extiende hacia el Norte por Manzanal y Brañuelas, limitando por este lado la cuenca carbonífera.

En donde más bien se puede estudiar la composición de este nivel es en la profunda garganta de Matavenero, entre San Facundo y este pueblo. Los niveles inferiores, que tal vez podrían ser todavía cambrianos, se encuentran cerca del pueblo de San Facundo y están constituidos por cuarcitas pizarreñas gris claras o amarillentas y pizarras arenosas duras, amarillas, rosadas y grises.

Sobre estas capas descansan cuarcitas muy duras, de grano fino y color gris o ligeramente rojizo, que alternan con bancos de cuarcita pizarreña micáfera, gris, que en algunos sitios llega a ser una pizarra gris arenosa y micáfera.

Encima se ve un paquete de cuarcita pura, dura y de grano fino, de unos 100 metros de potencia, sin intercalaciones pizarreñas.

La parte más alta de este nivel de cuarcitas está constituida por una alternancia de bancos bien estratificados de cuarcita amarillenta o blanquecina, basta y blanda, con alguna bancada más dura que resalta en crestón, pizarrillas arenosas, grises amarillentas, micáferas y hojosas, y pizarras rojas y algo arenosas, frecuentemente acompañadas por algunos trozos de mineral de hierro que se encuentra suelto por los senderos.

Si seguimos hacia el Oeste la formación de las cuarcitas, observaremos que la serie se hace más blanda y aunque todavía existen potentes bancos de cuarcitas duras, con ellos alternan en mayor o menor proporción otras cuarcitas más bastas y blandas y niveles más o menos potentes de pizarras arenosas, con lo que los bancos de cuarcita dura suelen destacar en crestones sobre el terreno.

En la zona de Veldedo se puede estudiar este nuevo aspecto del nivel de cuarcitas duras, que aquí está integrado por bancos muy duros, con otros de arenisca cuarcitosa gris, más basta y menos dura, tableada, arenisca gris clara o amarillenta, blanda, que a veces se desmenuza entre los dedos, y pizarras grisáceas, amarillentas, verdosas o rojizas, casi siempre algo arenosas. Este conjunto, en el que dominan las rocas blandas, da lugar a relieve más suave, en el que destacan aquí y allá algunos bancos de cuarcita más dura.

En Manzanal, las cuarcitas forman un claro anticlinal cortado por la carretera, y en ésta pueden verse los niveles que integran allí esta formación y que son cuarcitas bastas, amarillentas o rojizas, y pizarras bastante arenosas, claras, amarillas o rojizas y muy micáferas, que difícilmente se pueden observar más que en las trincheras de la carretera.

Aun cuando en el Siluriano las pizarras que lo constituyen tienen siempre un aspecto muy semejante, creemos que se pueden observar algunas determinadas características que, en general, permiten distinguir este nivel de los demás.

Sin embargo, el aspecto de las pizarras en la superficie meteorizada ofrece tantas pequeñas variaciones dentro de la monotonía general de la formación, que si se considera aisladamente alguna determinada zona, puede llegarse a una interpretación errónea.

Además, existen unos curiosos cambios locales de facies que nos han tenido perplejos hasta que el estudio detallado de la fotografía aérea nos ha obligado a aceptar una interpretación que a primera vista nos parecía poco correcta.

La vertiente derecha del Arroyo de Paradisolana, en su mitad superior, ofrece unas características que no hemos vuelto a ver en el resto del área

ocupada por este nivel, aunque sí se repiten en otro tramo superior, como más adelante veremos.

Se ven allí tres corridas de cuarcitas, una que ocupa la divisoria entre los Arroyos de Paradasolana y Vendañuelo, otra que comienza sobre el pueblo de Paradasolana y sigue a media ladera, y otra más meridional y más corta, que corre al norte de Castrillo.

Estas tres corridas de cuarcitas duras y de aspecto muy semejante al de las antes descritas, parecen constituir tres niveles diferentes, entre los que se intercalan pizarras grises oscuras. Pero si se observa detenidamente la fotografía aérea, especialmente lo que se refiere a la tercera de las corridas citadas, se observa que los lechos de cuarcita son oblicuos a la marcha del supuesto nivel, y siguiendo una de esas capas al hilo, se ve que se pasa de la cuarcita a la pizarra de manera bastante brusca. Otro fenómeno que se observa también es que, siendo la mineralización de hierro de origen sedimentario y formando éste una corrida continua, la distancia de la capa de hierro a los extremos de cada una de las tres corridas de cuarcita, es sensiblemente la misma, lo que indica que estos tres extremos que parece pertenecen a tres niveles distintos, en realidad son un mismo nivel, que de manera notable pasa de la facies de pizarra a la de cuarcita dentro de las mismas capas. Desde luego el fenómeno es extraño y difícil de explicar, pero la observación de la fotografía aérea creemos que no deja lugar a dudas. Además, en otro nivel más alto, hemos observado este mismo fenómeno al trabajar sobre el terreno y antes de que el estudio de la fotografía aérea nos hiciera adoptar esta interpretación.

Al Oeste de la zona a que nos venimos refiriendo, los terrenos modernos ocultan pronto al Siluriano y no sabemos lo que pasa allí, pero hacia el Este que se siguen los niveles durante bastantes kilómetros, no hemos vuelto a ver intercalaciones de cuarcita dura en este tramo.

Al sur de las cuarcitas que acabamos de citar, se encuentra el nivel de pizarras que primero son algo silíceas y duras, pero pronto se hacen más puras, de color gris acero o negras, algunas veces con un poco de mica, frecuentemente satinadas, y otras veces de fractura astillosa. En algunas zonas estas pizarras negras se hacen tegulares y se utilizan para tejar, existiendo algunas canteritas actualmente abandonadas. Esta pizarra tegular forma un nivel que aflora en la ladera derecha del Arroyo de Paradasolana, frente al Cabezo, cruza el río y continúa por la ladera izquierda, y tanto en un sitio como en otro se acusa por diversas canteritas abandonadas. Sigue el nivel próximo al fondo del río, pero pierde algo su carácter tegular y ya no se ha explotado en ningún otro sitio.

El resto del nivel de pizarras es bastante monótono, con las mismas pizarras negras o gris acero, que en fractura son también negras, poco o nada silíceas y poco micíferas.

ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA ZONA PONFERRADA-TREMOR DE ABAJO

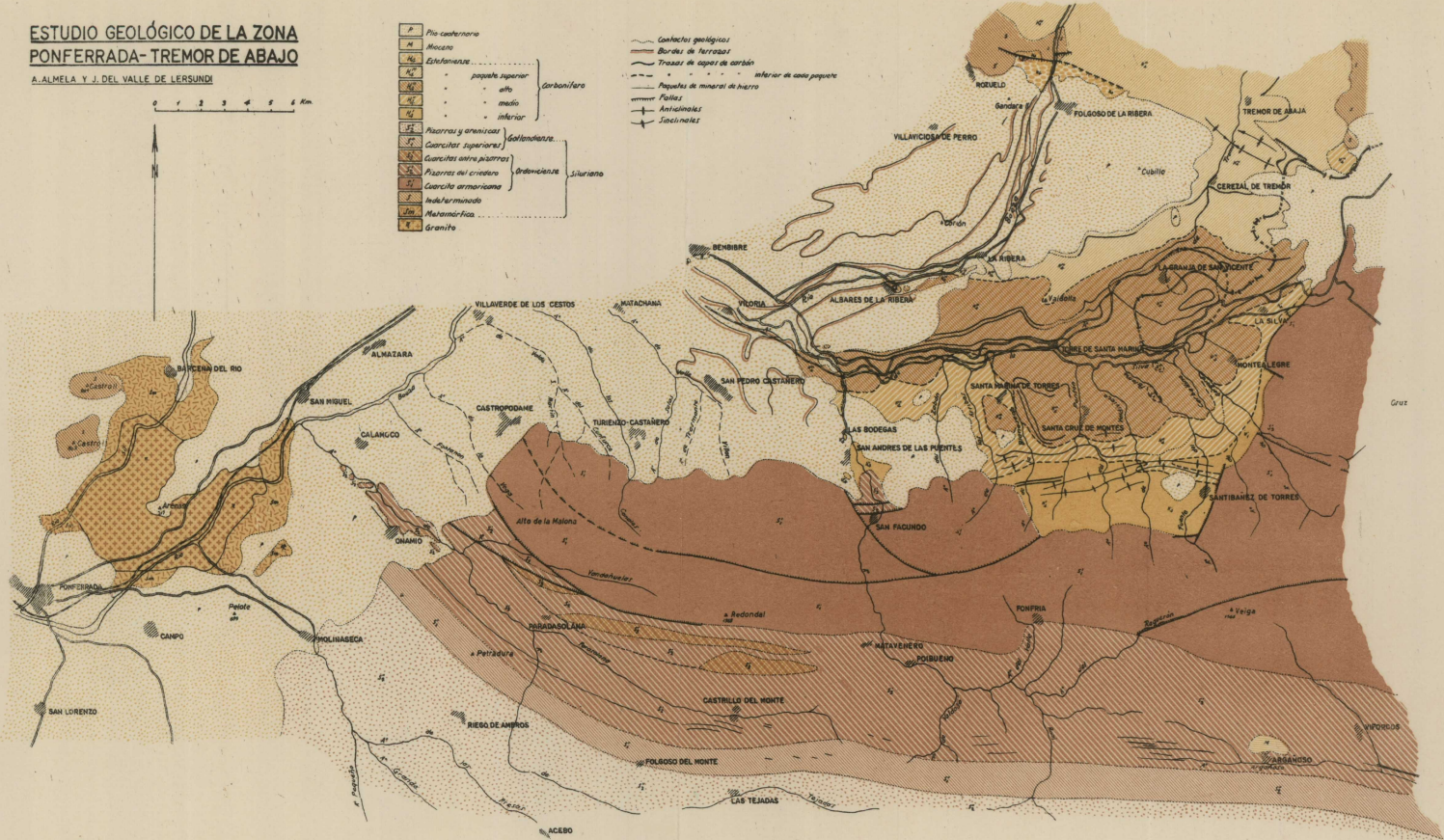
A. ALMELA Y J. DEL VALLE DE LERSUNDI

0 1 2 3 4 5 6 Km



1	Flis carbonífera		
2	Micasas		
3	Estratificación		
4	paquete superior	Carbonífero	
5	alto		
6	medio		
7	inferior		
8	Pizarras y areniscas	Siluriano	
9	Concavas superiores		Gallinianos
10	Concavas entre pizarras		
11	Pizarras del cretáceo		Ordoviciano
12	Concavas armorianas		
13	Indefinidamente metamórficas		
14	Granito		

- Contactos geológicos
- Bordes de terrazas
- - - - - Tramos de opo de carbón
- - - - - inferior de este paquete
- Paquetes de mineral de hierro
- Puntos
- Anticlinales
- Sinclinales



Inmediatamente al Norte del pueblo de San Facundo, se ve una pequeña mancha de pizarras negras casi tegulares, que por el Norte están en contacto con el Carbonífero y por el Sur una falla las separa de las cuarcitas y por lo tanto no se puede establecer una relación estratigráfica clara. No obstante, son muy parecidas a las tegulares de que acabamos de hablar, y en ellas hemos tenido la suerte de encontrar un yacimiento de Graptolites, que aunque no muy abundantes, nos ha permitido recoger algunos ejemplares de *Didymograptus Murchisoni*, Beck., que permite referir estas capas a la zona 7, que corresponde al piso Llandeilo. Como por su aspecto este afloramiento de pizarras tegulares debe ser sincrónico con los que antes se han citado en la zona del criadero, no nos parece aventurado atribuir esta misma edad a las pizarras negras que acompañan a las capas de mineral de hierro.

Gottlandicse

Cuarcitas superiores

Al sur del nivel de pizarras negras en las que está contenido el criadero de hierro, se ve otra serie muy continua de elevaciones que forman la culminación de la vertiente izquierda del Arroyo de Paradasolana y son debidas a la aparición de otra serie de rocas más duras y por lo tanto más difícilmente erosionables. Este nuevo paquete de rocas duras está constituido por lechos de cuarcita gris clara o blanquecina, más basta y áspera que la cuarcita que hemos llamado armoricana, y por lo tanto también algo menos dura que aquella. Con ellas alternan cuarcitas pizarreñas y areniscas cuarcitosas, ásperas, tableadas u hojosas, aún menos resistentes a la erosión, y pizarras grises, algo satinadas y a veces también algo arenosas y micíferas. Las cuarcitas y areniscas cuarcitosas, con algunos lechos intercalados pizarreños, forman paquetes de potencia que oscila entre los 50 y 100 metros, y entre ellos aparecen niveles más blandos de la misma o menor potencia, integrados por pizarras grises.

Excepcionalmente, algún banco de cuarcita es de grano muy fino y ésta resalta en el terreno por su mayor dureza. Tal ocurre, por ejemplo, con un banco de cuarcita gris de dos metros de potencia, que aflora en crestón al este de Folgoso, en el camino de Castrillo. Inmediato al sur de este banco, se ve un nivel de pizarra que excepcionalmente aquí es muy negra.

Posiblemente corresponda a esta misma hilada, unas capas de pizarras bastante negras y algo astillosas, que a cosa de un kilómetro al suroeste de la Peña del Cuervo aparecen entre dos niveles de cuarcitas tableadas, bastas y no muy duras. Estas pizarras tienen para nosotros un excepcional interés, porque en ellas hemos encontrado un segundo yacimiento de Graptolites

más abundante que el citado anteriormente, que nos permite datar con exactitud este nivel.

Entre los ejemplares recogidos, se han podido determinar varias especies, que a continuación se citan:

- Monograptus Clingani, Carr.
- Monograptus Convolutus, Hising.
- Monograptus regulares, Törnq.
- Diplograptus (Orthograptus) bellulus? Törnq.

Todas las especies de Graptolites determinadas en este yacimiento, pertenecen al Llandovery, piso de entrada del Gotlandiense.

Así, pues, tenemos un yacimiento de posición stratigráfica incierta, pero que por su aspecto es casi seguro que corresponde a pizarras inferiores al nivel ferrífero, cuyos fósiles se sitúan en un tramo medio del Ordoviciense, y aquí un segundo yacimiento fosilífero, indudablemente superior al nivel ferrífero, que hay que atribuir a la base del Gotlandiense. Así, pues, consideramos que la cuarcita armoricana y las pizarras que se le superponen, representan el Siluriano inferior y estas cuarcitas superiores, con los niveles que a continuación describimos, integran el Siluriano superior.

Pizarras y areniscas.

Las cuarcitas blandas que acabamos de describir, corren sin solución de continuidad desde el vértice Eserita, al sur de Onamio, hasta más allá de la carretera de La Coruña, al sur de Pradorrey.

Al sur de esta corrida de cuarcitas, se desarrolla una formación, al parecer muy potente, que ofrece características algo diferentes de las que hasta ahora hemos visto, y que por lo tanto debe representar el resto del Gotlandiense.

Esta serie en realidad difiere poco de la de cuarcitas que acabamos de describir, y puede considerarse como una continuación de ella pero con un aspecto todavía menos cuarcitoso.

En efecto; está constituida por una alternancia de niveles de arenisca, unas veces más cuarcitosas y otras más deleznable, de coloración gris o amarillenta, tableadas y de potencias que oscilan entre 50 y 100 metros, con otros de pizarras pardas o grises, de estratificación fina, frecuentemente micáceas, unas veces algo satinadas y otras astillosas, en unos lechos bastante arenosas y duras y en otros más puras y blandas.

Entre los paquetes de areniscas pizarreñas se intercalan en mayor o menor proporción pizarras de los tipos descritos, y entre las pizarras se ven también bancadas de areniscas más duras que destacan en el terreno.

En las zonas en donde dominan las pizarras grises, éstas aparecen en los caminos con estratificación muy fina, en la que alternan lechos hojosos de pizarra más silíceas, gris y dura, con otros del mismo espesor, más puros y de coloración oscura, lo que da a la roca un aspecto fajeado muy característico.

En esta zona, como abundan menos los niveles arenosos duros, y éstos lo son menos que los dos paquetes de cuarcitas antes descritos, la topografía es más suave y se suceden las lomas redondeadas y los valles en general poco angostos. Las hiladas más cuarcitosas suelen formar alineaciones que destacan en el terreno.

Ahora bien; aquí vuelve a observarse un fenómeno semejante al que hemos descrito al tratar de la cuarcita armoricana. En el camino de Foncebadón a las Encrucijadas y como a un kilómetro antes de llegar a este último paraje, se ve una loma de varios kilómetros de longitud, que se sitúa inmediatamente al norte de La Maluenga, y en la que, en vez de aparecer unos bancos de arenisca cuarcitosa, alineados a lo largo de la loma y ocupando su parte superior, estos bancos están un poco oblicuos en relación con la alineación montañosa y se van sustituyendo unos a otros a medida que avanzamos por la cumbre.

Es, pues, un fenómeno del mismo tipo del que hemos observado al norte del Arroyo de Paradasolana, entre las alineaciones de cuarcitas y pizarras que se ven a lo largo de aquella ladera.

No hemos extendido nuestro estudio más hacia el Sur, y por lo tanto no sabemos hasta dónde llega esta formación, que nos parece que se extiende bastante en aquella dirección, probablemente afectada de algunos pliegues. Tenemos noticias de que más al Sur se encuentran calizas en lentejones, que todavía deben pertenecer al Siluriano, pero sólo de pasada las hemos visto y no podemos dar una opinión sobre ellas.

Por las descripciones que acabamos de hacer de los distintos niveles que asoman en la zona estudiada, se ve que no existen repeticiones de tramos, sino una serie continua que asciende stratigráficamente de Norte a Sur, con algunas complicaciones tectónicas que más adelante diremos.

Las cuarcitas duras que aparecen al Norte, son completamente diferentes de las más blandas que se sitúan al Sur, tanto por sus caracteres litológicos como por la fauna fósil encontrada, que demuestra que esta segunda cuarcita constituye ya la entrada del Siluriano superior.

Granito y aureola metamórfica.

La carretera de La Coruña, entre San Miguel de Dueñas y Ponferrada, corta un conocido macizo granítico de dimensiones no muy grandes, puesto

perfectamente de manifiesto en las profundas gargantas en que se encajonan los ríos Sil y Boeza.

Se trata de un granito normal, de mica negra no muy abundante, con frecuentes diques pegmatíticos poco potentes e incluso finos, sobre el que no nos extenderemos porque ya ha sido objeto de anteriores estudios.

El granito, que en su parte alta (vértice Arenas) y hacia el Noreste viene recubierto por aluviones recientes, queda en casi todo su perímetro limitado por una aureola metamórfica muy neta, constituida por pizarras mosqueadas, lustrosas, y areniscas subordinadas a ellas. Esta aureola metamórfica aflora junto al puente de la carretera de Ponferrada a Molinaseca, sobre el río Boeza, y en el río Sil junto a la presa y central térmica, siendo de notar que en ambos lugares existen manantiales sulfurosos que han sido objeto de explotación. También asoman las pizarras y areniscas metamórficas en el río Boeza y en los túneles del ferrocarril poco antes de la estación de San Miguel de Dueñas y en el río Sil aguas arriba de la presa, en la fuente de San Miguel, quedando así prácticamente limitado el asomo granítico por todos sus lados.

Sin embargo, aparecen de nuevo las pizarras metamórficas en otros varios sitios, ya entre el Cuaternario o en todo caso bastante alejadas del asomo granítico. Así en la orilla derecha del río Meruelo, a unos 1.500 metros de su confluencia con el Boeza, el barranquillo que sube hasta unas labores mineras con un filón de hierro, descubre en toda su longitud hasta la citada mina, las pizarras metamórficas rodeadas por el Cuaternario. También en la orilla izquierda del arroyo de Paradasolana, bajo el cable aéreo del coto Wágner, se encuentra entre los derrubios un pequeño afloramiento de pizarras metamórficas que sin duda pertenecen a la misma aureola de que acabamos de hablar.

Pero en zona más alejada, a unos 500 metros al sur de Castropodame y noroeste del Alto de la Malona, al borde del macizo cuarcítico, y en íntimo contacto con él, se encuentran unas pizarras grises claras y rojizas, mosqueadas, pero con puntos más diminutos que los que se ven en las pizarras claramente metamórficas de la aureola. Al examen macroscópico da la impresión de que se trata de un metamorfismo más ligero del que se ve en zonas más próximas al batolito granítico. Como éste parece que queda delimitado por la aureola metamórfica, cabe suponer que en las proximidades de Castropodame exista algún apuntamiento de granito, que no ha llegado hasta la superficie o que ha sido recubierto por los acarreos más recientes.

Carbonífero

El terreno está constituido exclusivamente por el Estefaniense, que descansa transgresivo y discordante sobre el Siluriano. Los niveles más bajos

constituidos por unos conglomerados rojos, contienen ya una flora estefaniense.

Aunque las variaciones litológicas no son muy acusadas, hemos descompuesto el Estefaniense en cuatro tramos, teniendo en cuenta las diferentes capas de carbón que se encuentran en la cuenca.

Tramo 1.º

Forma una faja en el borde sur y sureste de la cuenca. Comienza por un conglomerado rojo, poligénico, de cemento arenoso y cantos bien rodados de cuarcita que en la base son bastante gruesos, pero que hacia arriba pasan a pudinguilla de cantos finos. Se intercalan algunos lentejones de pizarras arcillosas con flora estefaniense. En el borde sur este conglomerado tiene de 100 a 150 metros de espesor, pero éste disminuye rápidamente hacia el Norte, y en el sondeo que se hizo en Torre de Santa Marina ya no se cortó.

Los conglomerados pasan hacia arriba a una alternancia de areniscas, areniscas gruesas, pudinguillas y pizarras con algunas capas de carbón, de un espesor total de unos 250 metros. Este paquete se ve hasta el noreste de La Silva, en donde el Carbonífero se oculta bajo terrenos más modernos. Más al Norte, al volver a aparecer el Carbonífero en contacto con el Siluriano, ya no aflora este tramo.

En este tramo hay varias capas de carbón en la zona sur de la cuenca, pero probablemente menos de las que aparecen representadas en la Hoja geológica de Bembibre, porque existe una serie de anticlinales y sinclinales, de tipo isoclinal, que dan lugar a una reptición de capas. Este paquete consta de tres capas más importantes: la primera y la segunda con potencias de 1,50 metros y 1 metro respectivamente, y la tercera que no llega a 0,60 metros.

Tramo 2.º

La alternancia de pudinguillas, areniscas y pizarras se va haciendo gradualmente menos detrítica hacia arriba, desapareciendo las pudinguillas y tomando las areniscas una importancia secundaria en tránsito gradual. La potencia de este tramo es de unos 270 metros, pero va disminuyendo hacia el Norte y extinguiéndose quizás a la altura de Cerezal de Tremor.

Son varias las capas de carbón que se encuentran en este paquete, pero nosotros no tomamos en consideración más que las que tienen potencia superior a 0,50 metros, que son cuatro capas, numeradas del 4 al 7, de las

cuales las dos primeras tienen poco más de medio metro cada una, la 6 más de un metro y la 7 de 1.5 a 2 metros.

Tramo 3.º

Tras la época de sedimentación algo más tranquila del tramo anterior, vuelven a dominar los depósitos detríticos sobre las pizarras en la base de éste. Pero hacia arriba se pasa de nuevo a pizarras para terminar con areniscas y pudinguiillas.

Los conglomerados de Folgoso, de cantos de tamaño mucho más variable que el de los del Sur de la cuenca, por su posición pueden tener relación con la parte alta de este tramo. Los que aparecen al este de Tremor pueden que sean algo más altos, pero muy próximos a éstos.

La zona detrítica inferior tiene una potencia de unos 175 metros y otro tanto la pizarrosa. El segundo nivel detrítico tiene unos 150 metros y la alternancia que forma la parte superior, otros 150 metros, lo que da un total de 650 metros para este tramo.

Las capas de carbón que se encuentran aquí, se sitúan en las dos partes detríticas, mientras que en la zona media pizarrosa sólo hay algún carbonero sin importancia. Estas capas se numeran del 8 al 12; la 8 con 0,70 metros de espesor se explotó en La Silva y se explota ahora en Santa Cruz y Santa Marina de Torres.

Siguen las capas 9 y 10 que se explotan en diferentes puntos de la cuenca, y más arriba se encuentran algunos carboneros sin interés. Por último, separadas entre sí unos 50 metros, se encuentran las capas 11 y 12 que se explotan sobre todo en la Granja de San Vicente.

Tramo 4.º

Establecemos la base de éste en una pudinguiilla que aparece por encima de la capa 12, a la que sigue una alternancia de areniscas y pizarras, con predominio de las primeras. Su potencia es de unos 500 metros. En este tramo se encuentran dos últimas capas de carbón, la 13 y la 14; la primera, que fue objeto de algunos intentos infructuosos de explotación, y la segunda, que se explota con bastante intensidad en Cerezal de Tremor.

En resumen, el Carbonífero, que tiene una potencia total considerable, pues es del orden de 1.750 metros, está constituido por una alternancia bastante monótona en que las divisiones establecidas son bastante caprichosas y se han hecho sobre todo con el fin de poner de relieve en el mapa la estructura de la cuenca.

PALEOBOTÁNICA

Se hizo una recogida de fósiles en los distintos paquetes tratando de ver si alguno de ellos presentaba una flora característica que sirviera para identificarlo en el terreno. Desgraciadamente las floras son siempre muy semejantes, pertenecientes todas ellas al Estefaniense, probablemente bastante alto.

A continuación damos la lista de los fósiles recogidos por nosotros, separados por paquetes. En el inferior separamos el conglomerado de base, del borde sur de la cuenca, y el paquete alto lo dividimos en dos, separando la parte superior de la capa 10 (Manuela).

Conglomerado de base

Equisetales

Calamites sp.

Filicales

Pecopteris feminaeformis, Schlot.

Pecopteridium defrancei, Brong.

Neuropteris scheuchzeri, Hoffm.

Neuropteris cf. *planchardi*, Zeill.

Paquete inferior

Equisetales

Annularia stellata, Schlot.

Lycopodiales

Dicksonites pluckeneti, Schlot.

Filicales

Pecopteris dentata, Brong.

Pecopteris feminaeformis, Schlot.

Mariopteris leharlei, Corsin.

Alethopteris grandini, Brong.

Alethopteris serlii, Brong.

Odontopteris brardi, Brong.

Linopteris neuropteroides, Gutb.

*Paquete medio**Equisetales**Annularia stellata*, Schlot.*Filicales**Pecopteris unita*, Brong.*Pecopteris feminaeformis*, Schlot.*Alethopteris grandini*, Zeiller.*Neuropteris ovata*, Hoffm.*Gymnospermas**Cordaites*, sp.*Paquete alto*

a) Hasta la capa 10.

*Equisetales**Calamites cistii*, Brong.*Asterophyllites longifolium*, Brong.*Annularia stellata*, Schlot.*Annularia sphenophylloides*, Zenk.*Lycopodiales**Sigillaria elongata*, Brong.*Sigillaria cf. brardi*, Brong.*Artisia*, sp.*Dicksonites pluckeneti*, Schlot.*Filicales**Sphenopteris*, sp.*Pecopteris feminaeformis*, Schlot.*Pecopteris arborescens*, Schlot.*Pecopteris crenulata*, Brong.*Pecopteris unita*, Brong.*Pecopteris oreopteridia*, Schlot.*Pecopteridium armasi*, Zeill.*Pecopteridium defrancei*, Brong.*Marioteris nervosa*, Brong.*Alethopteris serlii*, Brong.*Alethopteris grandini*, Brong.*Neuropteris auriculata*, Brong.*Neuropteris ovata*, Hoffm.*Neuropteris cf. rarineris*, Bumbury.*Neuropteris flexuosa*, Sternb.*Neuropteris cf. loshii*, Brong.*Cyclopteris*, sp.*Gymnospermas**Cordaites*, sp.

b) Superior a la capa 10 (Manuela).

*Equisetales**Annularia stellata*, Schlot.*Lycopodiales**Sigillaria aff. soutellata*, Brong.*Sigillaria brardi*, Brong.*Filicales**Pecopteris feminaeformis*, Schlot.*Pecopteris arborescens*, Schlot.*Pecopteris dentata*, Brong.*Pecopteris crenulata*, Brong.*Alethopteris grandini*, Brong.*Alethopteris aquilina*, Schlot.*Neuropteris ovata*, Hoffm.*Neuropteris flexuosa*, Sternb.*Paquete superior**Equisetales**Calamites cistii*, Brong.*Annularia stellata* Schlot.*Lycopodiales**Sigillaria menardi*, Brong.*Sigillaria brardi*, Brong.*Sigillaria cf. rhomboidea*, Brong.*Filicales**Pecopteris feminaeformis*, Schlot.*Alethopteris grandini*, Zeiller.*Neuropteris cf. planchardi*, Zeiller.*Gymnospermas**Dorycordaites*, sp.*Mioceno-Cuaternario*

Los terrenos modernos avanzan en nuestra zona por el Este y el Oeste, transgresivos y horizontales, ocupando extensiones grandes ya fuera del área reconocida.

Por el Este, el externo lago mioceno de la Cuenca del Duero, penetra en faja ancha hasta cerca de Viforcós, recubierto a veces por el Cuaternario.

Este Mioceno, constituido por arcillas sabulares de colores rojo, blanquecino o abigarrado, se descubre a trechos bajo la capa de tierra vegetal, merced a los cortes que ocasionan los arroyos y barrancos.

Por el Oeste y Norte la zona ocupada por formaciones recientes es mucho más extensa, tratándose de aluviones en gran parte cuaternarios, pero que dada la cota que alcanzaron en varios lugares, deben representar también el Plioceno.

Sobre el Carbonífero y Siluriano se encuentran unos depósitos bastante potentes de cantos, grava, arenas y arcillas rojizas o amarillentas, sueltos, bastante ordenados, que cubren extensas zonas en toda esta región. La falta de fósiles impide clasificar estos terrenos sin un estudio que cubra mucha más extensión.

Estos terrenos forman cuatro terrazas. Tres de ellas tienen en la Ribera cotas de 740, 760 y 800 metros. Hay una cuarta de 1.180 metros al NE. de Folgoso, que desciende muy suavemente hacia el SE., de forma que al N. de Manzanal forma una altiplanicie de 1.100 metros.

Los espesores mayores de este terreno, en la zona estudiada, deben encontrarse entre el vértice Corón y Villaviciosa de Perros, a lo largo de un valle fósil de dirección aproximada E.-O., que cruza el valle del Tremor a la altura de Cerezal.

En Bemibre, al atravesar estos depósitos y llegar al contacto con el Carbonífero o Siluriano, se suelen encontrar aguas artesianas

TECTÓNICA

Terminada la deposición del Siluriano, quedó emergida toda esta zona, en la que ya no vuelven a encontrarse más sedimentos hasta que se produce la orogenia Astúrica, que pliega violentamente el Siluriano y lo consolida en un bloque rígido.

La violencia de los pliegues que afectan al Siluriano en general en España y en particular en esta zona, hace sumamente difícil individualizar los distintos elementos de la tectónica regional y, por consiguiente, establecer unos cortes geológicos que representen con alguna aproximación la disposición de los estratos del Siluriano.

Es bien sabido que los estratos silurianos, cuando éstos empiezan a aflorar en la zona de Calamoco, lo hacen arrumbados al Noroeste sensiblemente y poco a poco al avanzar hacia el Este giran lentamente para colocarse a partir de Castrillo casi Este-Oeste hasta la zona de Argañoso y Viforcós, en donde vuelven a girar un poco para irse orientando hacia el E.-SE., hasta desaparecer bajo los sedimentos modernos horizontales.

Los buzamientos de las pizarras areniscas y cuarcitas, son siempre fuertes; con gran frecuencia verticales o subverticales, y es extremadamente difícil ver alguna charnela anticlinal que dé idea de la disposición tectónica.

Así pues, nos ha sido preciso, para una primera orientación, estudiar con detalle la estratigrafía, para tratar de ver si existen repeticiones de niveles que permitan suponer la existencia de anticlinales o sinclinales.

En la anterior descripción estratigráfica se ha podido ver que existen cuatro series bastante bien diferenciadas, que se disponen en fajas paralelas. Ello demuestra que la zona del criadero no es un sinclinal de pizarras entre dos corridas de la misma cuarcita, pues hay una gran diferencia entre la cuarcita de la corrida al Norte del criadero y la del Sur, a más del yacimiento fosilífero encontrado en esta última, que evidencian un nivel muy superior al de la otra cuarcita.

El estudio de la fotografía aérea, aunque no muy útil en esta clase de terrenos, sirve para poner de manifiesto la continuidad de los estratos en muchas zonas y no permite suponer la existencia de pliegues en los niveles superiores a la cuarcita armoricana, en donde no se ha observado ningún indicio de tales fenómenos.

En cambio, la disposición de esta cuarcita y la existencia de pizarras claramente silurianas a ambos lados de ella, hacía suponer que su disposición era en anticlinal más o menos complejo.

En efecto, el estudio detallado del barranco de San Facundo, entalladura más profunda que las aguas han abierto a través de las cuarcitas, ha permitido, si no desmenuzar con todo detalle los accidentes que las afectan, sí formarse una idea bastante aproximada de la disposición general.

En la ladera izquierda, se ven dos anticlinales incompletos, separados por una falla casi vertical, que a la mitad del recorrido de la garganta se puede apreciar muy bien situándose en uno de los vértices de la vertiente derecha. Al llegar a San Facundo, varias fallas cabalgantes complican la estructura y ponen en contacto las cuarcitas más bajas (tal vez aún cambrianas?), con pizarras negras con *Didymograptus Murchisoni*

En el resto de la zona de cuarcitas, como frecuentemente es difícil tomar rumbos y buzamientos en ellas y dada la topografía de la zona, no es fácil situarse en puntos dominantes que permitan visión de conjunto que oriente sobre las estructuras, es necesario recurrir para adivinarlas al estudio de la fotografía aérea juntamente con los rumbos tomados y las particularidades observadas en los recorridos de campo.

De esta manera se han ido determinando unas cuantas roturas más importantes, de las que unas resultan bastante claras e impuestas por las observaciones, pero otras son simple deducción y pueden ser objeto de rectificación a la vista de nuevas observaciones que puedan realizarse.

Al Este de Santibáñez de Montes, las cuarcitas se extienden bastante más hacia el Norte, llegando hasta Manzanal.

Como quiera que los rumbos se mantienen sensiblemente paralelos, había que suponer que existía una repetición de las cuarcitas, y efectivamente, se ha podido ver que el vértice Cruz forma un nuevo anticlinal, que por el Oeste ofrece un cierre periclinal, que da lugar a la limitación de la cuenca carbonífera por este lado. Este anticlinal de cuarcitas, está separado, de las que constituyen el resto de la corrida, por una falla que pasa por el collado al sur del citado vértice.

Al norte de estas cuarcitas, la carretera de La Coruña corta de nuevo pizarras negruzcas o negras, semejantes a las que afloran a lo largo del arroyo de Paradasolana.

Es pues éste un argumento más, que demuestra que las cuarcitas duras constituyen el nivel más bajo del Siluriano, forman un anticlinal complejo y están flanqueadas al Norte y Sur por las mismas pizarras.

Terminada la orogenia Astúrica, queda en la zona de Bembibre una cuenca lacustre en la que se deposita un Estefaniense muy potente, que tal vez llega hasta el Autuniense. La fase Saálica deseca este lago y ya no vuelven a encontrarse más sedimentos en esta área hasta el Neógeno.

Esto dificulta notablemente la determinación de la fase que ha producido el plegamiento del Estefaniense; mas por comparación con lo que sucede poco más al Noreste en La Magdalena y afloramientos carboníferos más meridionales, en donde se ven también niveles cretáceos plegados juntamente con el Carbonífero, hay que suponer lógicamente que es la orogenia pirenaica la que ha dado lugar a esta tectónica.

Tectónica que es del tipo de bloques que han jugado unos con relación a otros, reaccionando el Carbonífero situado sobre estos bloques en forma bastante plástica y acoplándose al movimiento de éstos.

En los bordes de la cuenca y, en general, en las capas próximas al contacto con el Siluriano, los pliegues son más violentos, suavizándose poco a poco conforme los estratos son más altos y están más separados del substratum. Así, en la parte central de la cuenca, con un espesor bastante grande de sedimentos, nos encontramos con unos pliegues suaves, con buzamientos que rara vez pasan de los 40° ó 50° y con algunos trastornos locales. Los pliegues formados en el Carbonífero tienen dirección preferentemente E-O, sobre todo en el Sur y Centro de la cuenca. En el borde oriental las capas van girando hasta tomar rumbos NE-SO., pero los pliegues siguen siendo predominantemente E-O., con ejes que se hundían hacia el O.

Las fallas producidas en los terrenos silurianos, suelen penetrar en el Carbonífero, trastornando los estratos próximos al contacto de los dos terrenos. Una vez en el Carbonífero, las fallas pasan gradualmente a unos agudos pliegues en rodilla que se suavizan conforme se va ascendiendo en la serie y se-

parándose del Siluriano. Un ejemplo muy claro de este comportamiento de los terrenos carboníferos lo tenemos en la falla situada al N. de Folgoso de la Ribera. Esta falla, muy aparatosa junto al río Boeza, va perdiendo importancia hacia el E. al aumentar el espesor de sedimentos situados sobre ella, para terminar en un pliegue. Luego, al seguir en esa dirección y aproximarse de nuevo al contacto con el Siluriano entre Tremor de Abajo y Cerezal de Tremor, el pliegue vuelve a transformarse en la misma falla, que pasa próxima a la vía del tren.

Dominan mucho los buzamientos hacia el Norte, en toda la zona no cubierta por terrenos modernos. En principio, al encontrar al norte de Folgoso unos conglomerados, que pueden fácilmente tomarse por los de la base (que afloran al sur de la cuenca), parece que tiene que existir un enorme sinclinal, que para dar cabida al enorme espesor de sedimentos que hay entre el conglomerado base y las capas que afloran en La Ribera, parece que debería tener su eje próximo a esta última población. En cambio, si se sigue la marcha de las capas en el valle del Tremor, vemos que los buzamientos al Norte dominan hasta más allá de Cerezal, y que los sedimentos comprendidos entre el Siluriano, al E. de Tremor, y la capa 13 que aflora en la proximidad de esta población, no tienen potencia suficiente para abarcar toda la serie inferior de esta capa. Esto nos ha llevado a la conclusión de que el conglomerado de Folgoso que es indudablemente el mismo que aflora al este de Tremor de Abajo, no es el de la base de la formación sino que debe pertenecer al tramo alto, correspondiente al nivel detrítico de éste. De estas conclusiones y de los buzamientos de componente norte en casi todo el valle del Tremor abarcado por este trabajo, se deduce que el eje del sinclinal debe estar situado bastante más al Norte, probablemente ya próximos a Folgoso.

JOAQUIN MONTORIOL POUS y MANUEL FONT-ALTABA (*)

ESTUDIO DEL YACIMIENTO DE FLUORITA «MINA BERTA»
(SAN CUGAT DEL VALLES, BARCELONA)

III.—ESTUDIO DE LA FOTOLUMINISCENCIA EN LA FLUORITA
Y LA CALCITA

R E S U M E N

Se estudia la fotoluminiscencia de las fluoritas y calcitas de Mina Berta, excitándolas mediante radiación ultravioleta (azul-violeta, normal y fuerte) y radiación X. Los resultados obtenidos, así como los diferentes filtros de excitación y de parada utilizados, pueden apreciarse en las tablas I y II.

El ión activador no es, contrariamente a lo que se había dicho, las tierras raras, sino el Cu, detectado espectrográficamente en todas las muestras.

R É S U M É

On étudie la photoluminescence des fluorites et calcites de Mina Berta, en les excitant au moyen de la radiation ultraviolette (bleu-violette, normale et forte) et de la radiation X. Les resultats acquis, ainsi que les filtres d'excitation et d'arrêt, on peut les voir dans les tables numeros I et II.

Les éléments qui jouent le rôle d'ion activant ne son pas, contrairement a ce qu'on avait dit, les terres rares, mais le Cu, qui a été detecté spectrographiquement dans tous les échantillons.

INTRODUCCIÓN

El término fotoluminiscencia sirve para designar aquel fenómeno mediante el cual se produce una absorción de energía por la materia, seguida de una reemisión mediante una radiación visible o no visible (1) (2). Tal emisión se denomina fluorescencia en el caso de tener lugar en el mismo momento de la excitación o durante un intervalo de tiempo no superior a 10^{-8}

(*) Este trabajo forma parte de la Tesis Doctoral del primero de los que suscriben.

segundos después del cese de la misma; en el caso contrario se designa como fosforescencia. El citado intervalo fue escogido por ser del orden del tiempo medio de vida de un estado atómico en forma de dipolo eléctrico.

El fenómeno de la fotoluminiscencia aparece relacionado con la presencia de iones activadores, que se hallan como impurezas en muy pequeñas proporciones.

Al incidir la radiación sobre el cristal es absorbida dando lugar a un excitón, constituido por un hueco («hoyo») y un electrón, que se comportan como una partícula neutra y móvil. El hueco tiende a emigrar hacia algún centro de impureza (ión activador) y al ser capturado por el mismo se produce la emisión de un fotón. El electrón se desplaza a través de la red, siendo finalmente capturado por el centro de impureza, con lo que se cierra el ciclo de la operación. La energía liberada en la segunda fase es pequeña y se manifiesta en forma de radiación infrarroja o fonones de red.

El fenómeno tiene aplicación práctica en la búsqueda de yacimientos, hasta el punto que se emplean equipos móviles, con instalación de ultravioletas, para la prospección minera. Para ello pueden utilizarse tablas de coloraciones (3), apreciándose con rapidez las mezclas de diferentes especies minerales.

Cuando se creó la Colección Mineralógica del Museo de la Ciudad de Sabadell, se instaló en ella una sección de fotoluminiscencia, en la que se incluyeron 13 ejemplares procedentes de Mina Berta (6 de fluorita, 1 de calcita y 6 de fluorita y calcita entremezcladas).

Aprovechando la citada instalación, fueron estudiados, por el autor de la misma, los colores de fotoluminiscencia y publicados los resultados obtenidos (4). Sin embargo, careciendo la citada instalación del utillaje necesario para llevar a cabo una investigación, los colores obtenidos resultaron ser la mezcla de la radiación fluorescente más la luz violeta procedente de la lámpara de excitación y reflejada en los minerales. Es por ello que, disponiendo del equipo necesario para evitar tal contingencia y de un espectroscopio pupilar, decidimos completar tal investigación.

A) TÉCNICA UTILIZADA

a) Excitación con radiación ultravioleta

Como fuente luminosa se ha utilizado una lámpara Osram, tipo H. B. O. 200; se trata de una lámpara de mercurio de alta presión (35 a 70 atmósferas), de 200 W. de potencia y un brillo aproximado de 25.000 stilbs.

La repartición espectral de la energía emitida puede apreciarse en la figura 1 A, correspondiéndose, aproximadamente, con la del vapor de mercurio.

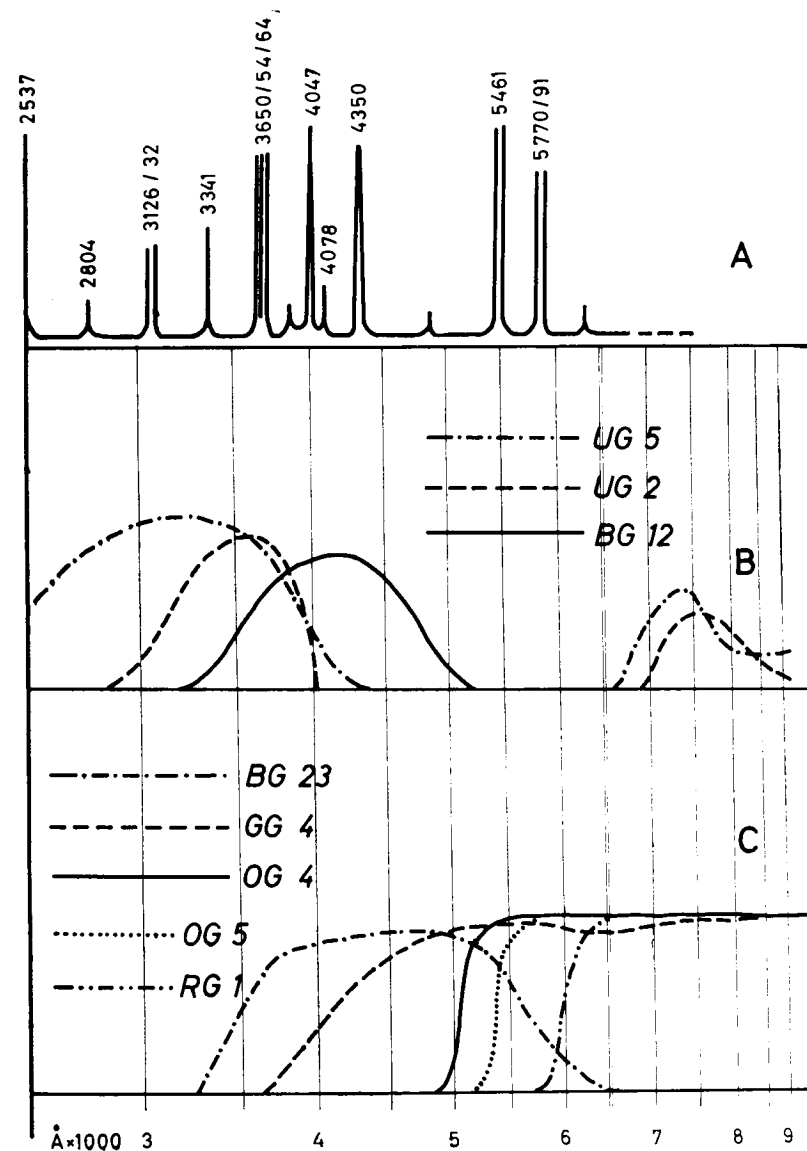


Fig. 1

Para lograr los diferentes tipos de excitación se han utilizado combinaciones a base de los filtros de Schott UG 5, UG 2 y BG 12, montados en un portafiltros cuádruple Zeiss. Se ha investigado la fotoluminiscencia provocada por los tipos de excitación:

Ultravioleta fuerte (UVF): UG 2 + UG 5.

Ultravioleta normal (UVN): BG 12 + UG 2.

Azul-violeta (AV): BG 12 + BG 12.

Las observaciones se efectuaron siempre con luz transmitida. Hemos utilizado un microscopio Zeiss, Standard Junior, con el acoplamiento de los siguientes dispositivos accesorios:

a) Un espectroscopio pupilar Zeiss, Vidor, que permite medir directamente las longitudes de onda de la radiación emitida. El ajuste de la escala lo efectuamos por partida doble, utilizando la banda de absorción D de la zona amarilla del espectro solar (590 m μ) y la línea Hg 546 m μ .

b) Un portafiltros intermediario Zeiss, con dos platinas giratorias, montando, respectivamente, los filtros de Schott BG 23, OG 4 y OG 5, y GG 4, OG 5, RG 1 y el cristal neutro.

Las curvas de transmisión de todos los filtros de Schott citados pueden apreciarse en la figura 1 C.

La investigación se ha llevado a cabo bajo los dos aspectos siguientes:

a) Medición de la gama de longitudes de onda emitidas. Se ha utilizado el espectroscopio Zeiss, prescindiéndose de toda suerte de filtros de parada. En efecto, debido a la absorción luminosa en el cristal y en el aparato, y con la ayuda de un pequeño diafragmado, se logra, utilizando el espectroscopio en blanco a manera de comprobación, que la pequeña zona visible del espectro de excitación no sea apreciable.

b) Color de luminiscencia. El color resultante dependerá de la amplitud y localización del espectro emitido, así como de las respectivas intensidades de las diferentes longitudes de onda. La clave de una buena observación reside en hallar una combinación de filtros de parada que impida el paso de la radiación de excitación, sin que impida el paso de la radiación de luminiscencia.

El criterio seguido resulta de la observación de la fig. 1. En el caso de la excitación AV no existe problema alguno, habiéndose utilizado la combinación OG 5 + OG 5.

Al utilizar la excitación UVN se ha empleado la misma combinación de parada (OG 5 + OG 5) que en el caso anterior. La intercepción del azul-violeta prácticamente no modifica el color de luminiscencia, debido a su poca intensidad.

En la excitación UVF, los dos filtros de excitación transmiten nuevamente a partir de los 6.950 Å, pasando por lo tanto el fondo rojo continuo que da la lámpara Osram, con una intensidad suficiente para falsear el color observado. Dicha radiación ha sido parada con el filtro BG 23, lo cual no introduce variación alguna en el color observado, ya que el extremo rojo de la emisión, de muy poca intensidad, se halla, en el más amplio espectro medido, en los 6.400 Å. La zona violeta de la radiación de excitación ha sido parada con el OG 4. Ello es necesario, a pesar de que

interfiere la radiación de luminiscencia azul-violeta, pues en el caso contrario el fuerte color violeta de la luz de excitación falsea totalmente el color observado.

b) Excitación con radiación X

Para la excitación con rayos X se ha utilizado un tubo Philips, con anticátodo de Cu, trabajándose con un potencial de 40 Kv. Hemos aprovechado la radiación íntegra, o sea la radiación blanca que se inicia a los 0,28 Å, más la discontinua correspondiente a las rayas CuK α y CuK β (1,39 Å y 1,54 Å).

La medición de las longitudes de onda de la radiación de luminiscencia se efectuó con el mismo espectroscopio pupilar empleado en la experimentación con ultravioletas. Para evitar el peligro de la radiación se montó el aparato de tal manera que formara un ángulo de 45° con el haz de rayos X. La iluminación de la escala era producida por un haz luminoso de 7 mm. de diámetro.

En el presente caso, la observación del color producido por la mezcla y la intensidad relativa de las diferentes longitudes de onda emitidas no ofrece dificultad alguna, debido a que la radiación de excitación no es capaz de excitar nuestra percepción visual.

B) RESULTADOS OBTENIDOS

a) Fluorescencia

1) Fluorita.

Los resultados obtenidos pueden apreciarse en la tabla I.

TABLA I

EJ	COL	EXC	FE	(Å)	FP	COL	INT
n.º 2	incolora	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	amarillo	F
		UVN	BG 12 + UG 2	4.200-6.200	OG 5 + OG 5	*	F
		UVF	UG 2 + UG 5	4.100-6.400	BG 23 + OG 4	verde pálido	M
		R X	—	no medible	—	violeta	M
n.º 7	incolora	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	amarillo	M
		UVN	BG 12 + UG 2	4.200-6.200	OG 5 + OG 5	amarillo pálido	DD
		UVF	UG 2 + UG 5	4.300-6.000	BG 23 + OG 4	verde pálido	DDD
		R X	—	4.400-5.800	—	azul violeta	DD

TABLA I (continuación)

EJ	COL	EXC	FE	(A)	FP	COL	INT
n.º 145	morada	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.300	OG 5 + OG 5	rojo anaranjado	F
		UVN	BG 12 + UG 2	4.100-6.200	OG 5 + OG 5	verdoso	F
		UVF	UG 2 + UG 5	4.100-6.300	BG 23 + OG 4	verde azulado	F
		R X	—	4.400-5.600	—	azul violeta	M
n.º 51B	verde intenso	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.100	OG 5 + OG 5	amarillo verdoso	M
		UVN	BG 12 + UG 2	4.100-6.200	OG 5 + OG 5	verde	F
		UVF	UG 2 + UG 5	4.100-6.100	BG 23 + OG 4	azul verdoso	F
		R X	—	4.400-5.500	—	azul violeta	F
n.º 101	verde pálido	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.300	OG 5 + OG 5	amarillo calabaza	F
		UVN	BG 12 + UG 2	4.100-6.200	OG 5 + OG 5	verde amarillento	F
		UVF	UG 2 + UG 5	4.100-6.200	BG 23 + OG 4	verde	F
		R X	—	no medible	—	azul violeta	M

Las fluoritas moradas y verdes sometidas a tratamiento térmico sufren una total pérdida del color. Para comprobar si ello afectaba a la luminiscencia se repitieron las observaciones con los ejemplares núm. 145 y número 51, previamente decolorados por haber permanecido durante setenta y dos horas a las respectivas temperaturas de 420° C y 460° C.

Los resultados obtenidos coinciden con los valores para tales ejemplares indicados en la tabla I. El cambio de color de las fluoritas por tratamiento térmico no afecta al color de fluorescencia.

2) Calcita.

Los resultados obtenidos pueden apreciarse en la tabla II.

TABLA II

EJ	COL	EXC	FE	(A)	FP	COL	INT
n.º 48	incolora translúcida	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	amarillo anaranjado	M
		UVN	BG 12 + UG 2	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	amarillo	D
		UVF	UG 2 + UG 5	5.800-6.200	BG 23 + OG 4	amarillo verdoso	DD
		R X	—	5.500-6.500	—	anaranjado amarillento	F
n.º 66	incolora translúcida	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	rojo anaranjado	M
		UVN	BG 12 + UG 2	5.200-6.300	OG 5 + OG 5	amarillo calabaza	D
		UVF	UG 2 + UG 5	no medible	BG 23 + OG 4	no apreciable	—
		R X	—	5.500-6.600	—	anaranjado	F

TABLA II (continuación)

EJ	COL	EXC	FE	(A)	FP	COL	INT
n.º 64	blanca opaca	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.400	OG 5 + OG 5	rojo anaranjado	D
		UVN	BG 12 + UG 2	4.400-6.400	OG 5 + OG 5	amarillo calabaza	M
		UVF	UG 2 + UG 5	4.400-6.400	BG 23 + OG 4	verde amarillento	D
		R X	—	no medible	—	anaranjado amarillento	D
n.º 116	negra opaca	AV	BG 12 + BG 12	no se excita	—	—	—
		UVN	BG 12 + UG 2	no se excita	—	—	—
		UVF	UG 2 + UG 5	no se excita	—	—	—
		R X	—	no medible	—	anaranjado amarillento	DD
n.º 49	acaramelada translúcida	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.500	OG 5 + OG 5	amarillo	F
		UVN	BG 12 + UG 2	4.300-6.500	OG 5 + OG 5	amarillo verdoso	M
		UVF	UG 2 + UG 5	4.300-6.500	BG 23 + OG 4	verde	M
		R X	—	no se excita	—	—	—
n.º 217	ahumada transparente: zonas húmedas	AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.600	OG 5 + OG 5	rojo anaranjado	FF
		UVN	BG 12 + UG 2	4.600-6.500	OG 5 + OG 5	rojo anaranjado	FF
		UVF	UG 2 + UG 5	4.600-6.500	BG 23 + OG 4	anaranjado oscuro	DD
	zonas no ahumadas	R X	—	5.500-6.700	—	anaranjado	F
		AV	BG 12 + BG 12	5.200-6.600	OG 5 + OG 5	rojo calabaza	M
		UVN	BG 12 + UG 2	5.000-6.300	OG 5 + OG 5	rojo calabaza	M
UVF	UG 2 + UG 5	4.700-6.400	BG 23 + OG 4	anaranjado amarillento	DDD		
R X	—	no separables las zonas	—	—	—	—	

b) Fosforescencia

1) Excitación con radiación ultravioleta.

Fluorita.

Presentan una débil fosforescencia que sólo dura fracciones de segundo. Debido a su poca intensidad, puede constatarse únicamente la presencia del fenómeno, resultando imposible no sólo efectuar toda medición, sino incluso apreciar visualmente el color.

Calcita.

Resultan todas fosforescentes, a excepción del ejemplar número 116 que tampoco daba fluorescencia. Todos los demás ejemplares se comportan exactamente igual, haciéndolo además idénticamente para las excitaciones AV, UVN y UVF. Tras una excitación de un minuto a cinco minutos, presentan las características siguientes:

Color: Verdoso.

Duración: Cinco segundos.

Intensidad: Muy débil.

2) *Excitación por radiación X.**Fluoritas.*

Todos los ejemplares se comportan exactamente igual. Tras cinco minutos de excitación, presentan las características siguientes:

Color: Verde-azulado.

Duración: Ciento cuarenta minutos.

Intensidad: Débil.

Debido a la poca intensidad resultan inmedibles las longitudes de onda de la radiación emitida.

Calcita.

Por ser de mayor intensidad su fosforescencia, se han podido apreciar más detalles (tabla III).

TABLA III

Ej.	(Å)	Color	In.
48	5.800-6.200	Anaranjado amarillento	D
49	"	"	"
64	No medible	Amarillo-anaranjado	DD
116	No medible	No apreciable	DDD
217	5.800-6.200	Anaranjado amarillento	D

Se ha investigado, con el ejemplar número 217, la relación existente entre los tiempos de excitación y de fosforescencia, habiéndose obtenido los resultados consignados en la tabla IV, que han servido para trazar la figura 2.

TABLA IV

T. exc.	T. fos.
0,5	20
1	65
2	90
4	120
8	160
16	270
32	500
64	850
128	1.300

Tiempos en minutos

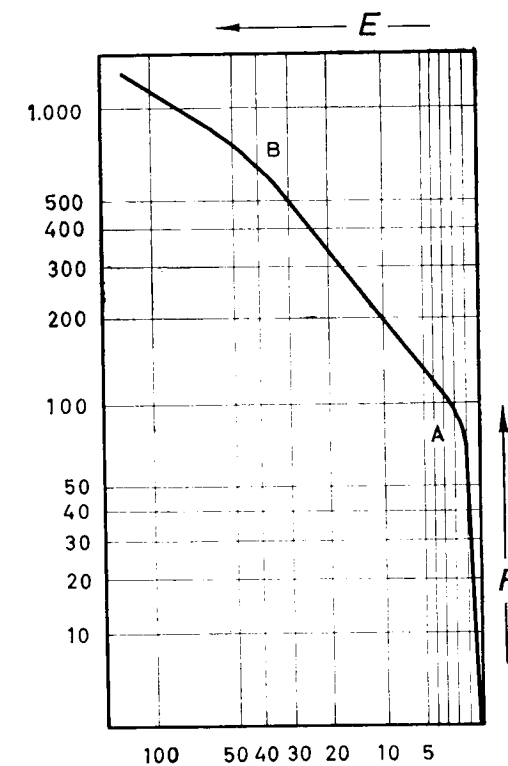


Fig. 2

C) CONSIDERACIONES SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

a) *Fluorita*

La fuerte fluorescencia que ofrecen todos los ejemplares estudiados, se halla probablemente ligada a la presencia de Cu en todas las fluoritas de Mina Berta (5). Dicho catión debe actuar como elemento activador.

En cuanto a las «traps» responsables de la fosforescencia, debe tratarse asimismo de átomos de impureza, pues en el caso de ser debidas a las imperfecciones de la red responsables de las coloraciones, al desaparecer el color por tratamiento térmico cesaría asimismo la fosforescencia, cosa que no ocurre, sino que continúa exactamente igual.

b) *Calcita*

Los fenómenos fotoluminiscentes de las calcitas del yacimiento en estudio han sido atribuidos a la existencia de tierras raras (6). Sin embargo, la presencia de Cu en todos los ejemplares estudiados espectrográficamente (5) (7), nos hace suponer que, al igual que en las fluoritas, tal catión es el que actúa como elemento activador.

Las inflexiones de la curva de la figura 2, las interpretamos como debidas a la sucesiva saturación de las «traps» de diferente nivel energético.

*Sección de Mineralogía General y de Sueños
Departamento de Barcelona del Instituto de Edafología y Biología Vegetal
Consejo Superior de Investigaciones Científicas*

BIBLIOGRAFÍA

- (1) KITTEL, CH. (1956). *Introduction to Solid State Physics*, págs. 504 y sig., «John Wiley and Sons, Inc. Pub.», New York.
- (2) JACOBS, P. W. M. and TOMKINS, F. C. (1955). *Chemistry of the Solid State* (Ed. GARNER, W. E.), 57 (The action of light in solid), «Butterworths Scientific Publications», London.
- (3) GLEASON, S. (1960). *Ultraviolet Guide to Minerals*. «D. van Nostrand Company, Inc.», Princeton.
- (4) ANDRÉS ROVIRA, J. (1954). «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», 52, 129.
- (5) MONTORIOL POUS, J. y FONT-ALTABA, M. (1964). «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España. 77, 61.
- (6) ANDRÉS ROVIRA, J. (1950). «Arrahona», 1-2, 11.
- (7) MONTORIOL POUS, J. y FONT-ALTABA, M. (1963). *Contribución al conocimiento de la calcita del yacimiento Berta*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.» (G.), 61, 201.

Recibido el 8-4-64.

J. M. GONZALEZ-DONOSO (*)

DATOS PARA EL ESTUDIO DE LAS MICROFAUNAS DE BEAS DE GRANADA

RESUMEN

Una aportación al conocimiento de las microfaunas del Mioceno de la Depresión de Granada, objeto de la memoria de tesis del firmante, es dada en este trabajo. Este trata, principalmente, de un corte efectuado entre Quéntar y Beas de Granada.

El estudio de las formas aisladas manifiesta un predominio considerable de formas bentónicas frente a una casi ausencia de planctónicas.

RÉSUMÉ

L'auteur décrit les microfaunes miocènes recoltées le long d'une coupe située entre les villages de Quéntar et de Beas de Granada. Elle est située près de la bordure du bassin de Grenade dont les terrains miocènes marins font l'objet de la thèse de doctorat commencée par l'auteur.

L'étude des formes isolées montre une prédominance nette des formes benthoniques ainsi qu'une absence presque totale de celles planktoniques.

ABSTRACT

The author describes the miocenic microfaunae collected along a cross-section located between the villages of Quéntar and Beas de Granada. It is situated near the border of the Granada basin which miocene marine formations are the subject of the doctorat's thesis began by the author.

The study of the isolated forms shows a predominance of benthonic forms and almost lacking of the planktonic forms.

DATOS ESTRATIGRÁFICOS Y TECTÓNICOS

En la Depresión de Granada los estratos del Mioceno reposan, como es sabido, en discordancia sobre cualquiera de edad anterior de los que constituyen su substrato. En la zona objeto del presente trabajo, este substrato

(*) Laboratorio de Micropaleontología del Departamento de Granada del Instituto «Lu-cas Mallada» (C. S. I. C.). Universidad de Granada.

está constituido por el Complejo Alpujárride, representado por los mantos de Lanjarón y de Guájar (van Bemmelen, 1927). La base del Mioceno está formada por unos limos con mucho yeso y algún banco de calizas lacustres, en los que no se encontró fauna. Sobre ellos reposan unos maciños, con abundante fauna de briozoos, lamelibranquios, algas y foraminíferos no determinables específicamente en lámina delgada, único procedimiento de abordar su estudio. A continuación viene una potente formación limosa-margosa, amarilla y azulada, con escasos niveles de areniscas y conglomerados intercalados hacia su base, pero que hacia arriba se hace más impura, incluyendo mayor número de bancos detríticos gruesos, que al final llegan a predominar; corona este conjunto un pequeño afloramiento de la llamada Blockformation (von Drasche, 1879).

La estructura es muy sencilla: las capas tienen un buzamiento general de unos 30 grados al NW., y sólo están accidentadas por algunas fallas, de las que no me ocuparé por el momento, ya que no afectan a los resultados de este trabajo.

MICROFAUNAS

Para su estudio se recogieron muestras, de las que siete resultaron fósilíferas. Las faunas encontradas vienen reseñadas en la tabla I; en ella, las letras MA designan poblaciones de más de 30 individuos de una especie por muestra de 1.000 gramos, aproximadamente; A, 20 a 30; F, 10 a 20; C, 5 a 10; R, 2 a 5; y MR, un solo individuo.

TABLA I

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Spiroplectammina carinata</i>						F	
<i>Textularia subangulata</i>	R	MR	MR	MR		A	R
<i>Listerella münsteri</i>						MR	
<i>Sigmoilina celata</i>					MR		
<i>Robulus calcar</i>		A	F	C			MA
<i>Robulus costatus</i>			MR		MR		
<i>Robulus calcar multispinata</i>					MR		
<i>Robulus cultratus</i>				MR			
<i>Robulus gibbus</i>				C	R		
<i>Robulus serpens</i>				R	R		
<i>Robulus echinatus laevis</i>				MR	MR	MR	
<i>Robulus rotulatus</i>				MR			
<i>Robulus iotus</i>				R	R		
<i>Robulus vortex</i>				R	R		
<i>Robulus alato-limbatus</i>				R			

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Marginulina costata coarctata</i>	C	MA	A	C	F	R	
<i>Marginulina hirsuta</i>					C		
<i>Nodosaria vertebralis albatrossi</i>							R
<i>Vaginulina margaritifera</i>		MA	R		MR		
<i>Vaginulina colomi</i>					R		
<i>Lingulina costata</i>			R	R		MR	
<i>Guttulina communis</i>				MR			
<i>Giroydina soldani</i>						R	
<i>Eponides schreibersianus</i>				R		R	
<i>Eponides cf. byramensis hispanicus</i>				R		F	
<i>Höglundina elegans</i>		MR			C	R	
<i>Streblus Beccarii</i>		MR					
<i>Streblus Beccarii inflata</i>			MR	C	MR	R	
<i>Streblus Beccarii punctatogranosa</i>	MR	MR	MR				
<i>Planulina ornata</i>				R			
<i>Cibicides haidingeri</i>	MR	MA		A	MA	F	
<i>Cibicides praecincta</i>			MR	A	C	A	
<i>Orbulina universa</i>	R						R
<i>Sphaeroidina bulloides</i>	MR	MR				R	
<i>Elphidium crispum</i>	MR		MR	C	MR		
Ostrácodos						X	X
Briozoos	X				X	X	
Fragmentos de Lamelibranquios	X		X	X	X	X	
Fragmentos de Dentalium			X	X	X		
Radiolas de Equimidos	X						
Otolitos			X	X	X	X	

Muestra núm. 1: Corresponde a la zona final de la formación limoso-margosa, donde ya predominan las areniscas y conglomerados; la especie dominante es *Marginulina costata coarctata* Silv. y hay dos formas planctónicas: *Orbulina universa* d'Orb. y *Sphaeroidina bulloides* d'Orb., pero son raras.

Muestra núm. 2: De la misma zona que la 1, pero inferior a ella; predominan *Marginulina costata coarctata* Silv., *Cibicides haidingeri* (d'Orb.), *Vaginulina margaritifera* (Batches) y *Robulus calcar* (Lin.); planctónicas sólo *Sphaeroidina bulloides* d'Orb. y muy rara.

Muestra núm. 3: Pertenece a la zona francamente limoso-margosa; formas dominantes, *Marginulina costata coarctata* Silv. y *Robulus calcar* (Lin.); faltan absolutamente las planctónicas.

Muestra núm. 4: Semejante a la anterior, pero más cercana a la antigua línea de costas; predominan *Cibicides haidingeri* (d'Orb.) y *Cibicides praecincta* (Karrer); además hay representadas bastantes especies de Lagénidos; faltan las planctónicas.

Muestra núm. 5: Inferior a la núm. 4; la forma más abundante es *Cibicides haidingeri* (d'Orb.).

Muestra núm. 6: Tomada en la «Cuesta de las Caracolas», del nivel fosilífero de la misma; predominio de *Textularia subangulata* d'Orb., *Cibicides haidingeri* (d'Orb.) y *Planulina ornata* d'Orb. Los iagénidos han perdido importancia en número de individuos y especies.

Muestra núm. 7: La más inferior de todas las fosilíferas; pertenece a un nivel arcilloso bajo la núm. 6; *Robulus calcar* (Lin.) es la más frecuente.

De todo esto se deduce que, dada la poca cantidad de formas pelágicas, la sedimentación tuvo lugar cerca de la línea de costas, pero teniendo en cuenta que las que denotarían poco fondo, como *Elphidium crispum* (Lin.) y *Streblus beccarii*, con sus variedades, son también raras y los Lagénidos son abundantes en casi todas las muestras, la profundidad debía ser superior a los 200 m.

Fam. TEXTULARIIDAE

Gen. **Spiroplectammina** Cushman, 1927

Spiroplectammina carinata (d'Orbigny)

L. I, figs. 1-3

- Textularia carinata* d'Orbigny, 1826.
 » » Cuvillier y Szakall, 1949
Boivinopsis carinata Colom, 1954.
 » » Colom, 1956.
Spiroplectammina carinata Marks, 1991.
 » » Dieci, 1959.

Entre los ejemplares recogidos hay algunos con el borde liso y otros, en cambio, lo tienen espinoso. La longitud oscila entre 1,2 y 2 mm.

Gen. **Textularia** DeFrance, 1824

Textularia subangulata d'Orbigny

L. I, figs. 4-5

- Textularia subangulata* d'Orbigny, 1846.
 » » Colom, 1946 b.
 » » Cuvillier y Szakall, 1949 c.
 » » Colom, 1954.
 » » Colom, 1956.

Textularia abbreviata d'Orbigny

L. I, figs. 6-7

- Textularia abbreviata* d'Orbigny, 1846.
 » » Cuvillier y Szakall, 1949.
 » » Dieci, 1959.
 » » Giannini y Tavani, 1960.

En el yacimiento que se estudia están representadas ambas especies, la primera por ejemplares de 2 mm. por término medio, con una primera porción redondeada; la segunda por ejemplares aguzados al principio y de una longitud máxima de 1,2 mm., aunque hay otros más parecidos a *T. subangulata* en su forma, pero de tamaño reducido. Proporcionalmente, *T. abbreviata* es más corta y más ancha, pero de todas maneras parece válido el criterio de Cuvillier y Szakall de que ambas formas pertenezcan a la misma especie, y así se incluye a las dos en la tabla I bajo la denominación de *T. subangulata*.

Fam. VALVULINIDAE

Gen. **Listerella** Cushman, 1933

Listerella münsteri Cushman

L. I, fig. 8

- Listerella münsteri* Cushman, 1936.
 » » Cuvillier y Szakall, 1949.

Un solo ejemplar, pero muy típico: tiene un estado multiseriado confuso, al cual sigue una larga porción uniseriada. Longitud: 2,2 mm.

Fam. MILIOLIDAE

Gen. **Sigmoilina** Schlumberger, 1887

Sigmoilina celata (Costa)

L. I, figs. 9-10

Spiroloculina celata Costa, 1855.

Sigmoilina celata Colom, 1936.

» » Colom, 1946.

» » Cuvillier y Szakall, 1949.

» » Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Longitud: 1.2 mm.

Fam. **LAGENIDAE**

Gen. **Robulus** Montfort, 1808

Robulus calcar (Linneo)

L. I, figs. 11-16

Nautilus calcar Linneo, 1758.

Robulus calcar Colom, 1946 b.

» » Cuvillier y Szakall, 1949.

» » Colom, 1956.

» » Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Robulus calcar multispinata Colom

L. I, figs. 17-18

Robulus calcar multispinata Colom, 1946 b.

Junto con los ejemplares típicos de *R. calcar*, coexisten otros que se apartan algo en sus características del tipo. Unos tienden a una reducción del número de espinas, hasta llegar a formas con el borde liso y las suturas ligeramente en relieve, carácter este último que ya se advierte en algunos ejemplares típicos en cuanto al número de espinas. Además se encontró un ejemplar con mayor número de espinas, semejante a la variedad *multispinata*. Diámetro medio: 1.3 mm.

Robulus costatus (Fichtell y Moll)

L. I, figs. 19-21

Nautilus costatus Fichtell y Moll, 1798.

Robulus » Colom, 1943 b.

» » Cuvillier y Szakall, 1949.

» » Colom, 1954.

» » Dieci, 1959.

Diámetro medio: 2 mm.

Robulus cultratus Montfort

L. I, figs. 22-23

Robulus cultratus Montfort, 1808.

» » Colom, 1946 b.

» » Cuvilliere y Szakall, 1949.

» » Colom, 1954.

» » Colom, 1956.

» » Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro: 1,5 mm.

Robulus gibbus (d'Orbigny)

L. I, figs. 24-26

Robulus gibbus Colom, 1946 a.

Cristellaria gibba d'Orbigny, 1840.

» » Colom, 1946 a.

» » Colom, 1956.

» » Longinelli, 1956.

Lenticulina gibba Dieci, 1959.

Existen discrepancias sobre esta especie: Dieci la representa con las suturas curvadas y uniéndose en un punto, como los ejemplares de *R. articulatus* representados por Colom en «Los foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca»; este último autor representa en el mismo trabajo a *R. gibbus* con suturas semejantes, pero que se unen en un pequeño botón. Este es el criterio que se sigue en este trabajo, asignando a *R. gibbus* formas con unas siete suturas por término medio, que se unen en un botón central traslúcido. Entre los ejemplares separados se encontró uno anómalo, con un desarrollo tipo *Darbyella*. Diámetro medio: 1 mm.

Robulus [(**Cribrorobulina**) **serpens** Seguenza]

L. II, figs. 1-3

Cristellaria serpens Seguenza, 1880.

Robulus serpens Colom, 1954

» » Colom, 1956.

4 » Longinelli, 1956.

Diámetro medio: 0,8 mm.

Robulus echinatus laevis (Seguenza)

L. II, figs. 4-5

Robulus echinatus laevis Seguenza, 1880.

» » » Colom, 1954.

Los ejemplares se apartan algo de los representados por Colom, ya que tienen las suturas perladas; en cambio, el carácter de las costillas que se resuelven en tubérculos es muy aparente. Diámetro medio: 2,2 mm.

Robulus rotulatus Lamark

L. II, figs. 6-7

Lenticulites rotulata Lamark, 1806.

Robulus rotulatus Colom, 1956.

» » Dieci, 1959

» » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro 1.6 mm.

Robulus iotus Cushman

L. II, figs. 8-9

Robulus iotus Cushman, 1923.

» » Colom, 1946 b.

» » Colom, 1956.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro medio: 1.2 mm.

Robulus vortex (Fichtell y Moll)

L. II, figs. 10-11

Nautilus vortex Fichtell y Moll, 1798

Robulus vortex Colom, 1946 b.

» » Cuvillier y Szakall, 1949.

» » Colom, 1954.

» » Colom, 1956.

» » Dieci, 1959.

» » Longinelli, 1956.

Diámetro medio: 0,8 mm.

Robulus alato-limbatus (Gümbel)

L. II, figs. 12-13

Robulina alato-limbata Gumbel, 1868.

Robulus alato-limbatus Colom, 1956.

Un solo ejemplar muy parecido al representado por Colom, aunque el botón central no es muy transparente, lo cual pudiera ser debido a defectos de conservación. Diámetro: 1,2 mm.

Gen. **Marginulina** d'Orbigny

Marginulina costata (Batches)

L. II, figs. 15-16

Nautilus costatus Batches, 1791.

Marginulina crebica Colom, 1946 b.

» *costata* Cuvillier y Szakall, 1949.

» » Marks, 1951.

» » Colom, 1954.

» » Longinelli, 1956.

» » Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Marginulina costata coarctata Silvestri

L. II, fig. 14

Marginulina costata coarctata Silvestri, 1898.

» » » Colom, 1954.

» *crebica* Colom, 1946 b.

La variedad coarctata presenta costillas bajas, casi siempre muy discontinuas, interrumpiéndose a veces a mitad de la forma, otras naciendo en las últimas cámaras; es muy frecuente, y pasa gradualmente a formas de costillas más grandes y regulares, como la especie de Batches. Longitud máxima: 3,3 mm.

Marginulina hirsuta d'Orbigny

L. II, fig. 17

Marginulina hirsuta d'Orbigny, 1826.

- » » Cuvillier y Szakall, 1949.
- » » Marks, 1951.
- » » Dieci, 1959.

Longitud máxima: 2 mm.

Gen. **Nodosaria** Lamark, 1812

Nodosaria vertebralis albatrossi Cushman

L. II, fig. 18

Nodosaria vertebralis albatrossi Cushman, 1923.

- » » » Colom, 1936.
- » » » Colom, 1947 b.
- » » » Colom, 1956.

Longitud máxima: 2,7 mm.

Gen. **Vaginulina** d'Orbigny, 1826

Vaginulina margaritifera (Batches)

L. II, figs. 19-22

Nautilus margaritifera Batches, 1791

Vaginulina margaritifera Colom, 1954.

- » *legumen margaritifera* Dieci, 1959.

Longitud máxima: 4,4 mm.

Vaginulina colomi Moreno

L. II, fig. 25

Vaginulina colomi Moreno, 1955.

Longitud máxima: 3,8 mm.

Gen. **Lingulina** d'Orbigny, 1826

Lingulina costata d'Orbigny

L. II, figs. 23-24

Lingulina costata d'Orbigny, 1846.

- » » Colom, 1946 a.
- » » Cuvillier y Szakall, 1949.
- » » Colom, 1954.
- » » Colom, 1956.

Longitud máxima: 2,8 mm.

Fam. **POLYMORPHINIDAE**

Gen. **Guttulina** d'Orbigny, 1839

Guttulina communis (d'Orbigny)

L. III, figs. 1-2

Polymorphina communis d'Orbigny, 1826.

Guttulina communis Giannini y Tavani, 1960.

Longitud: 1 mm.

Fam. **ROTALIIDAE**

Gen. **Gyroidina** d'Orbigny, 1826

Gyroidina soldanii (d'Orbigny)

L. III, figs. 3-5

- Rotalia soldanii* d'Orbigny, 1826.
Gyroidina soldanii Colom, 1943.
 » » Colom, 1946 a.
 » » Colom, 1946 b.
 » » Marks, 1951.
 » » Colom, 1954.
 » » Colom, 1956.
 » » Dieci, 1959.

Diámetro: 0,6 mm.

Gen. **Epónides** Montfort, 1808

Epónides schreibersianus (d'Orbigny)

L. III, figs. 6-7

- Rotalina schreibersii* d'Orbigny, 1846.
Epónides schreibersianus Colom, 1956.
 » » Dieci, 1959.
 » » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro medio: 0,8 mm.

Epónides cf. byramensis hispanicus Colom

L. III, figs. 8-9

Epónides byramensis hispanicus Colom, 1943 a.

Las formas recogidas coinciden con la especie de Colom, salvo el lado dorsal, en el que las vueltas de las espiras quedan separadas por una ancha zona lisa, sin perforaciones, que da lugar a una región central indiferenciada.

Diámetro medio: 0,8 mm.

Gen. **Höglundina** Brotzen, 1948

Höglundina elegans (d'Orbigny)

L. III, figs. 13-15

- Rotalia elegans* d'Orbigny, 1826.
Epistomina elegans Colom, 1946 a.
 » » Colom, 1946 b.
 » » Dieci, 1959.

Diámetro medio: 1,1 mm.

Gen. **Streblus** Fischer, 1819

Streblus beccarii (Linneo)

- Nautilus beccarii* Linneo, 1758.
Rotalia beccarii Colom, 1946 b.
Streblus beccarii Colom, 1954.
Rotalia beccarii Dieci, 1959.
 » » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro: 0,5 mm.

Streblus beccarii inflata (Seguenza)

L. III, figs. 16-18

- Rosalina inflata* Seguenza, 1862.
Rotalia beccarii inflata Colom, 1951.
 » » » Dieci, 1959.
 » » » Giannini y Tavani, 1960.
Streblus beccarii inflata Colom, 1954.

Diámetro medio: 0,6 mm.

Streblus beccarii punctatogranosa (Seguenza)

L. III, figs. 19-20

- Rotalia punctatogranosa* Seguenza, 1880.
Streblus beccarii punctatogranosa Colom, 1954.

Diámetro medio: 0,6 mm.

Fam. **ANOMALINIDAE**Gen. **Planulina** d'Orbigny, 1826**Planulina ornata** d'Orbigny

L. III, figs. 21-22

Planulina ornata d'Orbigny, 1826.

» » Colom, 1946 b.

» » Colom, 1954.

Diámetro máximo: 1,2 mm.

Gen. **Cibicides** Montfort, 1808**Cibicides haidingeri** (d'Orbigny)

L. III, figs. 23-27

Rotalia haidingeri d'Orbigny, 1846.*Cibicides haidingeri* Colom, 1946 b.

» » Colom, 1954.

» » Colom, 1956.

Cibicides bellincioni Giannini y Tavani

L. III, figs. 28-30

Cibicides bellincioni Giannini y Tavani, 1960.

La primera de estas dos especies está representada por ejemplares bien típicos que coexisten con otros con las suturas limbadas, semejante a los representados por Giannini y Tavani (1960) bajo el nombre de *C. bellincioni*; entre ambas especies existen formas intermedias, y es posible que *C. bellincioni* sea una variedad de *C. haidingeri*. Diámetro que oscila entre 0,7 y 1,2 mm.

Cibicides praecincta (Karrer)

L. III, figs. 31-33

Rotalia praecincta Karrer, 1868.*Cibicides praecincta* Colom, 1946 b.

» » Colom, 1954.

» » Colom, 1956.

Diámetro medio: 0,8 mm.

Fam. **GLOBIGERINIDAE**Gen. **Orbulina** d'Orbigny, 1839**Orbulina universa** d'Orbigny

L. III, figs. 11-12

Orbulina suturalis f. *universa* Colom, 1954.

» » » Colom, 1956.

Orbulina universa Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro medio: 0,5 mm.

Fam. **CHILOSTOMELLIDAE**Gen. **Sphaeroidina** d'Orbigny, 1826**Sphaeroidina bulloides** d'Orbigny

L. III, fig. 34

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny, 1826.

» » Colom, 1954.

» » Colom, 1956.

» » Dieci, 1959.

» » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro medio: 0,5 mm.

Fam. **NONIONIDAE**Gen. **Elphidium** Montfort, 1808**Elphidium crispum** (Linneo)

L. III, fig. 10

Nautilus crispus Linneo, 1758.*Elphidium crispum* Colom, 1946 a.

- » » Marks, 1951.
- » » Colom, 1954.
- » » Colom, 1956.
- » » Dieci, 1959.
- » » Giannini y Tavani, 1960.

Diámetro medio: 1 mm.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E. (1961): *La serie estratigráfica del Neógeno en la Depresión de Granada y contribución del género Chlamys a su caracterización*. «Est. Geol.», vol. XVII, número 1. Madrid.
- BERTRAND, M. y KILIAN, W. (1892): *Estudio de los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. XVIII. Madrid.
- COLOM, G. (1936): *Los foraminíferos de las margas azules de Enguera (Valencia)*. «Bol. R. S. E. Hist. Nat.», t. XXXVI. Madrid.
- (1943 a): *Nuevas especies y subespecies de foraminíferos fósiles en Mallorca*. «Bol. R. S. E. Hist. Nat.», t. XLI. Madrid.
- (1943 b): *Foraminíferos de las margas Burdigalienses de la Sierra de Cazorla*. «Bol. R. S. E. Hist. Nat.», t. LXI. Madrid.
- (1945): *Nota sobre los foraminíferos de las margas Miocénicas de Montjuich*. «Bol. R. S. E. Hist. Nat.», t. XLIII. Madrid.
- (1946 a): *Los sedimentos burdigalienses de las Baleares*. «Est. Geol.», núm. 3. Madrid.
- (1946 b): *Los foraminíferos de las margas Lindobonienses de las Baleares*. «Est. Geol.», núm. 3. Madrid.
- (1951): *Estudios sobre los foraminíferos de algunas cuencas marinas internas miocénicas de la Cordillera Subbética*. «Bol. R. S. E. Hist. Nat.», t. XLIX. Madrid.
- (1954): *Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. LXXVI. Madrid.
- (1956): *Los foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca*. «Mem. R. A. de Ciencias y Artes de Barcelona», vol. XXXII, núm. 5. Barcelona.
- LINARES, A. y COLOM, G. (1957): *Observaciones sobre la sedimentación miocénica en alto*

vaile del Genil (Granada). «Cursillos y Conferencias del Instituto Lucas Mallada», fascículo IV. Madrid.

CUVILLIER, S. y SZAKALL, V. (1949): *Foraminíferos d'Aquitaine*. Toulouse.

DIECI, G. (1959): *I foraminiferi di Montegibbie e Castelvetro (Apennino Modenese)*. «Pal. Italica», vol. LIV. Pisa.

GIANNINI, E. y TAVANI, G. (1960): *Foraminiferi miocénici e pliocénici di un sondaggio effettuato in Val di Trossa (Toscana)*. «Pal. Italica», vol. LV. Pisa.

LONGINELLI, A. (1956): *Foraminiferi del Calabriano e Piacenziano di Rosignano Marittimo e della Val di Cecina*. «Pal. Italica», vol. XLIX, Pisa.

MARKS, P. (1951): *A revision of the smaller foraminifera from the miocene of the Vienna Basin*. «Cont. Cushman Found. for For. Research».

MORENO, I. (1955): *Nuevas especies de foraminíferos de Sierra Nevada*. «Est. Geol.», número 25. Madrid.

Recibido el 4-3-64.

L A M I N A I

- Figs. 1-3.—*Spiroplectammina carinata* (d'Orb.), × 20.
 Figs. 4-5.—*Textularia subangulata* d'Orb., × 20.
 Figs. 6-7.—*Textularia abbreviata* d'Orb., × 25.
 Fig. 8.—*Listerella munsteri* Cushman, × 25.
 Figs. 9-10.—*Sigmoilina celata* (Costa), × 20.
 Figs. 11-16.—*Robulus calcar* (Linneo), × 20.
 Figs. 17-18.—*Robulus calcar multispinata* Colom, × 20.
 Figs. 19-21.—*Robulus costatus* (Fich.-Moll), × 15.
 Figs. 22-23.—*Robulus cultratus* Montfort, × 20.
 Figs. 24-26.—*Robulus gibbus* (d'Orb.) (26, ejemplar con desarrollo tipo Darbyella), × 30.

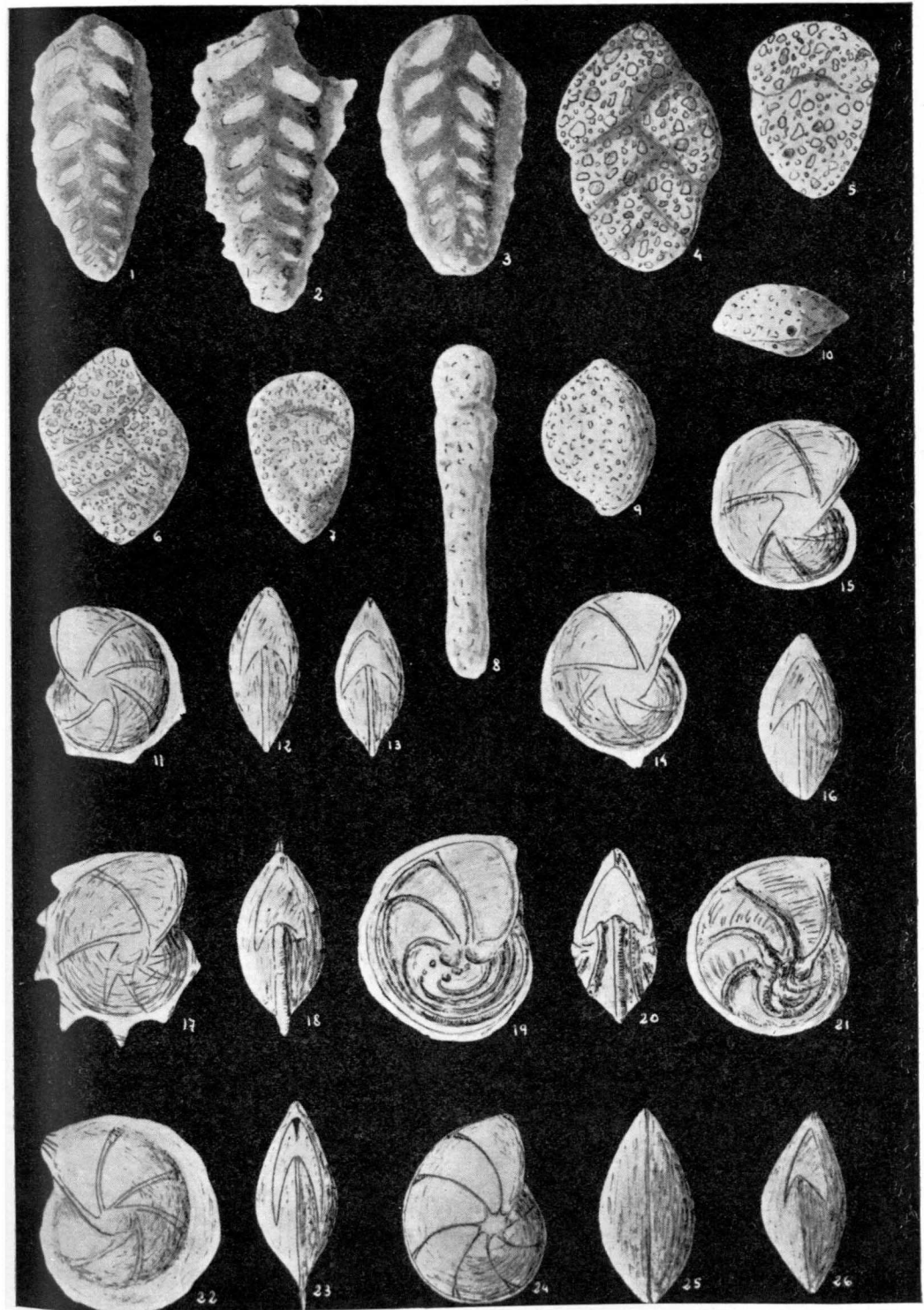


LÁMINA II

- Figs. 1-3.—*Robulus (Cribrorobulina) serpens* (Seguenza), $\times 30$.
 Figs. 4-5.—*Robulus echinatus laevis* Seguenza, $\times 15$.
 Figs. 6-7.—*Robulus rotulatus* (Lamarck), $\times 15$.
 Figs. 8-9.—*Robulus iotus* Cushman, $\times 20$.
 Figs. 10-11.—*Robulus vortex* (Fich.-Moll), $\times 35$.
 Figs. 12-13.—*Robulus alato-limbatus* (Gumbel), $\times 20$.
 Fig. 14.—*Marginulina costata coarctata* Silv., $\times 15$.
 Figs. 15-16.—*Marginulina costata* (Batches), $\times 15$.
 Fig. 17.—*Marginulina hirsuta* d'Orb., $\times 20$.
 Fig. 18.—*Nodosoria vertebralis albatrossi* Cushman, $\times 20$.
 Figs. 19-22.—*Vaginulina margaritifera* (Batches), $\times 10$.
 Figs. 23-24.—*Lingulina costata* d'Orb., $\times 15$.
 Fig. 25.—*Vaginulina colomi* Moreno, $\times 15$.

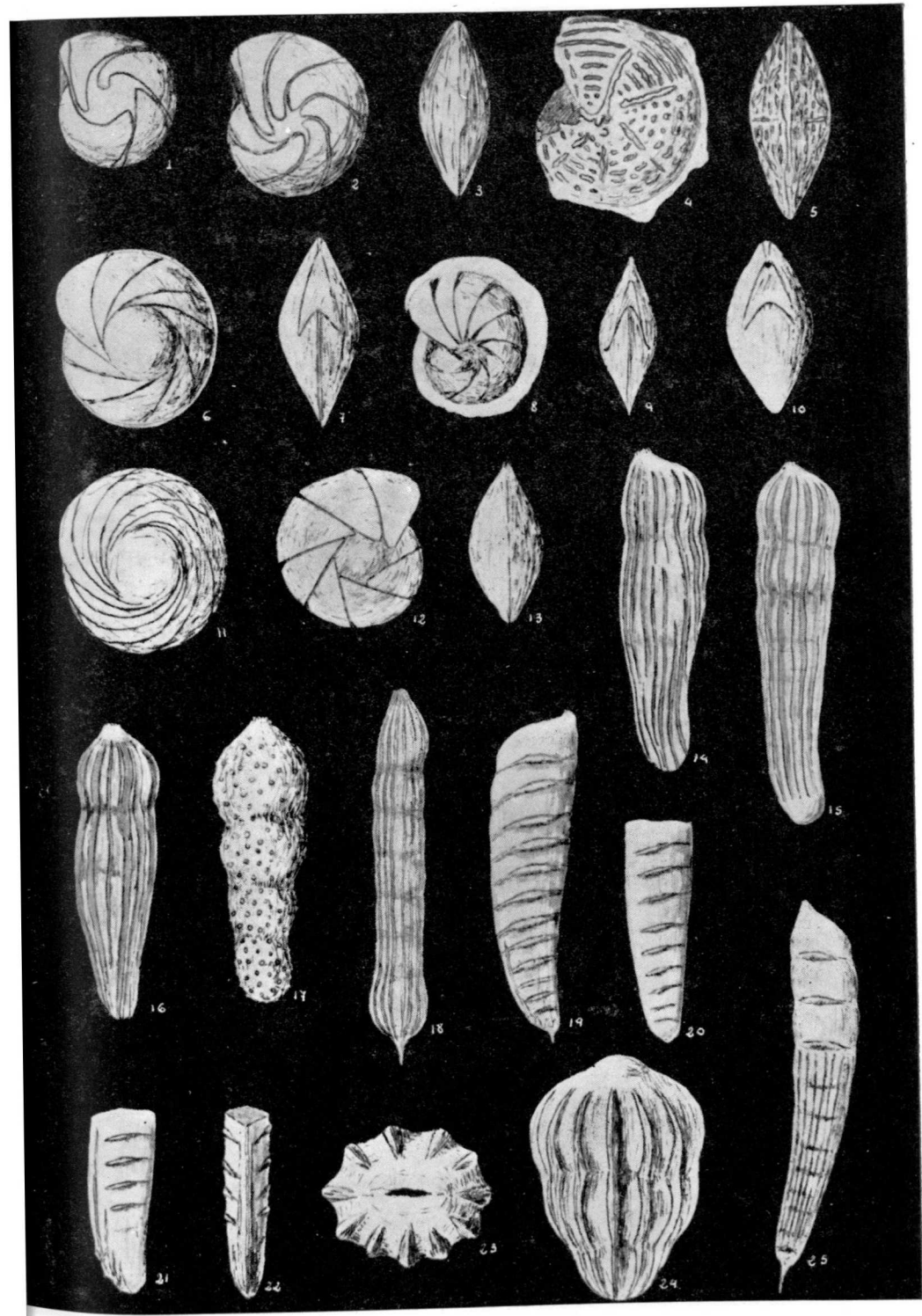
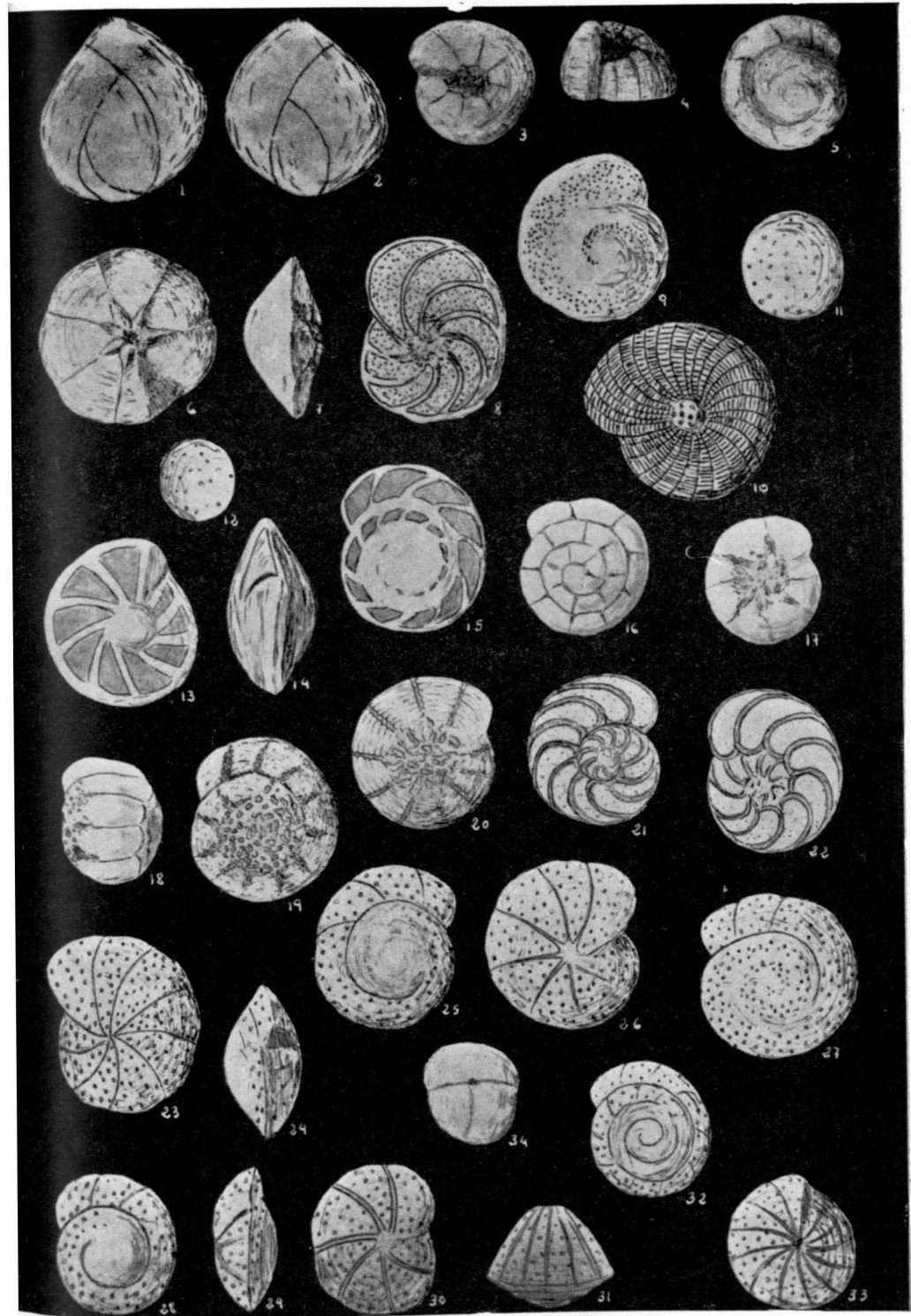


LÁMINA III

- Figs. 1-2.—*Guttulina communis* (d'Orb.), × 30.
 Figs. 3-5.—*Gyroidina soldanii* (d'Orb.), × 30.
 Figs. 6-7.—*Eponides schreibersianus* (d'Orb.), × 30.
 Figs. 8-9.—*Eponides cf. byramensis hispanicus* Colom, × 40.
 Fig. 10.—*Elphidium crispum* (Linneo), × 30.
 Figs. 11-12.—*Orbulina universa* d'Orb., × 30.
 Figs. 13-15.—*Hoglundina elegans* (d'Orb.), × 25.
 Figs. 16-18.—*Streblus beccarii inflata* (Seg.), × 30.
 Figs. 19-20.—*Streblus beccarii punctatogranosa* (Seg.), × 40.
 Figs. 21-22.—*Planulina ornata* d'Orb., × 20.
 Figs. 23-27.—*Cibicides haidingeri* (d'Orb.), × 20.
 Figs. 28-30.—*Cibicides bellincioni* Gian-Tav., × 20.
 Figs. 31-33.—*Cibicides praecincta* (Karrer), × 25.
 Fig. 34.—*Sphaeroidina bulloides* d'Orb., × 30.



JOSE M.ª FERNANDEZ BECERRIL (*)

ESTUDIO DE CONCENTRACION MAGNETICA SOBRE DOS MUESTRAS DE MINERAL DE HIERRO

RESUMEN

Este trabajo ha puesto de manifiesto la posibilidad de efectuar la concentración del mineral de hierro de las muestras estudiadas, mediante el empleo de procedimientos de separación magnética en húmedo, consiguiéndose concentrados de ley comercial, aun que con rendimientos muy distintos debido a la diferente composición mineralógica de los dos minerales.

SUMMARY

The use of wet magnetic concentration methods has been satisfactory for the enrichment of the two iron ores tested but the recovery has result very diferent owing to the distinct mineralogical composition of the two samples.

OBJETO DEL ESTUDIO

Por encargo de la «Compañía Leonesa de Minas, S. A.», el presente estudio ha sido efectuado para determinar la posibilidad de concentración magnética del mineral de hierro que compone cada una de las dos muestras que nos han sido enviadas.

LAS MUESTRAS

Las muestras sobre las que se ha efectuado este trabajo son dos, siendo sus designaciones las siguientes:

«Socavón núm. 3» y «Socavón A».

Cada muestra se compone de 50 kilogramos de mineral, viniendo éste en tamaños comprendidos entre 30 y 140 mm.

(*) Ingeniero Jefe del Laboratorio de Preparación Mecánica de Minerales del Instituto Geológico y Minero de España.

ANÁLISIS QUÍMICO

Practicado el análisis químico sobre «muestra media» tomada del conjunto del mineral que compone cada una de las muestras, se ha obtenido el siguiente resultado:

Elementos	Muestra	
	«Socavón n.º 3» 0/0	«Socavón A» 0/0
Fe	54,78	43,63
SiO ₂	7,15	14,45
P	0,77	0,60
S	0,54	0,19

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

El examen macroscópico del mineral que compone cada muestra pone de manifiesto la notable diferencia existente entre ambas, pues el del «Socavón número 3» presenta coloración gris oscura y compacidad muy uniforme, y el del «Socavón A» tiene color pardo amarillento y presenta el aspecto abigarrado de los minerales procedentes de zonas de alteración.

Sin entrar en detalles sobre la composición mineralógica del mineral de cada muestra, podemos decir que la mineralización de magnetita, que es la especie que se desea concentrar, viene en ambas muestras en tamaños muy finos, inferiores a 0,05 mm., y en íntima unión con la ganga, presentando un extraordinario grado de diseminación en ésta.

En lo que al contenido de magnetita se refiere, existe una gran diferencia entre ambas muestras, pues, según los resultados de los ensayos de concentración que se indican más adelante y en el supuesto de que todo el hierro de los concentrados venga en esta especie mineralógica, la proporción de magnetita es aproximadamente de 70 por 100 para la muestra «Socavón núm. 3» y de 14 por 100 para la del «Socavón A».

ENSAYOS DE CONCENTRACIÓN MAGNÉTICA

En atención a la naturaleza y forma física en que se presenta la mineralización de magnetita, el único sistema de concentración que cabe emplear para recuperar ésta es el de separación magnética en húmedo.

Para determinar los resultados que con el mismo podrán obtenerse en la práctica, se han efectuado diversos ensayos sometiendo el mineral a distintos grados de molienda.

Los tamaños de molienda ensayados han sido los siguientes: 0,50, 0,20, 0,10 y 0,05 mm.

La molienda se ha efectuado en molino de bolas, en húmedo, y la separación magnética en una separadora tipo «Crockett» para trabajar en húmedo, provista de imanes permanentes «alnico».

El sistema seguido en los ensayos de separación magnética ha consistido en efectuar una primera pasada de desbaste para eliminar el estéril y un posterior relavado del preconcentrado obtenido.

Los resultados de los diferentes ensayos efectuados sobre cada una de las muestras han sido los siguientes:

MUESTRA: «SOCAVÓN NÚM. 3»

Molienda a 0,50 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	85,86	60,04	0,42	0,40	92,81
Mixtos	5,14	34,36			3,18
Estéril	9,00	24,76			4,01
	100,00	55,54			100,00

Molienda a 0,20 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	81,70	61,93	0,41	0,40	91,67
Mixtos	6,70	25,22			3,06
Estéril	11,60	25,10			5,27
	100,00	55,20			100,00

Molienda a 0,10 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	79,05	62,60	0,40	0,32	90,43
Mixtos	6,90	22,76			2,87
Estéril	14,05	26,10			6,70
	100,00	54,72			100,00

Molienda a 0,05 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	75,10	62,82	0,41	0,30	85,77
Mixtos	10,78	32,58			6,38
Estéril	14,12	30,57			7,85
	100,00	43,48			100,00

MUESTRA: «SOCAVÓN A»

Molienda a 0,50 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	19,79	53,65	0,38	0,09	24,42
Mixtos	5,66	41,40			5,39
Estéril	74,55	40,94			70,19
	100,00	43,48			100,00

Molienda a 0,20 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	17,28	58,60	0,21	0,09	23,44
Mixtos	5,21	41,62			5,02
Estéril	77,51	39,88			71,54
	100,00	43,20			100,00

Molienda a 0,10 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	16,62	60,82	0,21	0,09	23,33
Mixtos	7,20	42,51			7,06
Estéril	76,18	39,60			69,61
	100,00	43,33			100,00

Molienda a 0,05 mm.

Productos	Peso %	Ley %			Rendimiento %
		Fe	P	S	
Concentrado	14,94	60,83	0,24	0,09	21,66
Mixtos	13,54	42,40			13,68
Estéril	71,52	37,94			64,66
	100,00	42,00			100,00

Estos resultados ponen de manifiesto la gran diferencia que existe en cuanto a contenido en magnetita y comportamiento en la concentración magnética de cada muestra.

La separación magnética permite obtener concentrados comerciales partiendo de ambas clases de mineral; pero los rendimientos, si bien son aceptables para la primera de las muestras, no lo son para la segunda, a causa de la pequeña proporción de magnetita que contiene.

Recibido el 6-V-1964.

ROBERT BOURROUILH

DESCUBRIMIENTO DE SILURICO CON GRAPTOLITES EN MENORCA (BALEARES, ESPAÑA) (*)

R É S U M É

Selon Elles et Wood³ repris par Waterlot⁴, *Monograptus comernus* var. *crenulatus* (Törnquist) appartiendrait à la zone à *M. crenulatus* (zone 25) et peut-être à la zone à *Cyrtograptus murchisoni* (zone 26), ce qui reviendrait à attribuer les horizons à Graptolites de Mimorque au Tarannon supérieur-Wenlockien inférieur.

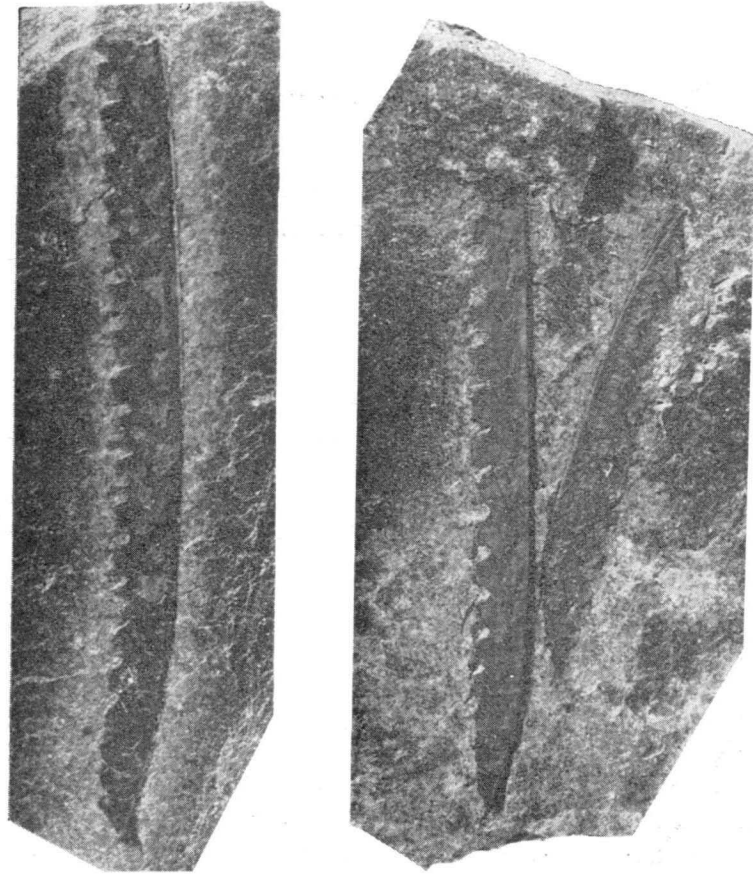
La présence de Silurien dans la zone nord de la petite Baléare oblige donc à reconsidérer l'ensemble de la stratigraphie du Paléozoïque et de ses rapports paléogéographiques et structuraux.

HISTORIA

El Paleozoico de Menorca actualmente nos es desconocido. En 1879, H. Hermite recogió en Santa Rita y en Ferragut una fauna abundante de Políperos mezclados con Branquiópodos y con Trilobites. Su estudio le permitió proponer una edad devoniana media para los lechos fosilíferos y considerar que el conjunto del Paleozoico era devoniano. Malos restos de Goniatites le hicieron presentir la existencia del Carbonífero. Un poco más tarde, H. Nolan recogió Branquiópodos frasnenses en los lechos de Santa Rita. Por último, Hollister, en 1934, descubrió Goniatites en mejor estado cerca de Binifaillet y de la Punta Teula, y aportó la certidumbre de la existencia del Carbonífero. Por lo tanto, es necesario hacer resaltar que estos fósiles han sido recogidos en lechos detríticos cuya certitud, por la importancia de los bloques retocados y su sedimentación incoherente, pueden ser interpretados como lechos fangosos submarinos. El grado de retocamiento de los fósiles presenta por lo tanto un problema.

(*) Traducción realizada por M.ª Concepción López de Azcona Fraile. «C. R. Somm. des Seances de la S. C. G. de France.» cículo 10, sesión del 16 de diciembre de 1963, pp. 344-45, 1963.

El Paleozoico no está mejor conocido, pero se piensa generalmente que los afloramientos de la zona norte no permitirán completar su serie estratigráfica. Hermite había señalado bien en las calles de Mahón losas de cali-



Monograptus vomerinus var. *crenulatus* (Törnquist) × 5.
Tarannon-Wenlockiense inferior del macizo de Fornells (Menorca).

zas negras con Orthóceras que él pensaba eran silurianas, pero los estudios locales referentes a esto, revelaron que estas losas eran extrañas a la isla y provenían bien de Cerdeña, o bien de una importación hecha por los ingleses para su cementerio militar de Villa Carlos.

Por mi parte, el estudio geológico de Menorca me ha conducido poco a poco a la certidumbre de que la Isla posee terrenos anteriores al Frasnense. Ha sido en la búsqueda realizada en el macizo paleozoico de Fornells, considerado hasta aquí como Carbonífero, donde he descubierto una serie muy bonita de bancos detríticos areniscosos (entremezclados), alternando con ni-

veles pelíticos que me han proporcionado una fauna de Graptolitos bastante bonita.

FACIES

En el macizo de Fornells, los bancos areniscosos y los bancos pelíticos, están poco más o menos igualmente desarrollados, pero en la base del Cabo de Caballería predomina la fase pelítica. Los Graptolitos se encuentran por lo tanto en las pelitas negras, que manchan los dedos, con escasos nódulos de pirita. La oxidación de los sulfuros al aire libre, conduce a la formación de cristales de yeso. En ausencia de Graptolitos, el conjunto de estos caracteres parece típico del Siluriano de Menorca.

PALEONTOLOGÍA

En el macizo de Fornells, los Graptolitos están por lo general bien conservados. Se trata principalmente de representantes de *Monograptus vomerinus* var. *crenulatus* (Törnquist) (véase figura). Están asociados a restos poco identificables de Trilobites. En el Cabo de Caballería esta especie parece estar presente, pero los fósiles están peor conservados. Algunos restos que recogí en este yacimiento recuerdan las especies descritas en Cerdeña (1) y en el País Vasco (2).

CONCLUSIONES

Según Elles y Wood (3) y después de Waterlot (4), *Monograptus vomerinus* var. *crenulatus* (Törnquist) pertenecería a la zona con *M. crenulatus* (zona 25) y tal vez a la zona con *Cyrtograptus murchisoni* (zona 26), lo que haría atribuir de nuevo los horizontes con Graptolitos de Menorca al Tarannon superior-Wenlockiense inferior.

La presencia de Siluriano en la zona norte de la pequeña Balear, obliga por lo tanto, a considerar de nuevo el conjunto de la estratigrafía del Paleozoico y de sus aportes paleogeográficos y estructurales.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GORTANI, M. (1922): *Faune paleozoiche della Sardegna. Parte I: le graptoliti di Goni* «Pal. Ital.», vol. 28, p. 41-68, pl. 8-13. — —: (1922): *Faune paleozoiche della Sardegna orientale*. «Pal. Ital.», vol. 28, pp. 85-112, pl. 15-19.

- (2) WATERLOT, G. (1944): *Sur l'extension au Pays basque de la grande faune graptolitique de Sardaigne*. «Bull. Serv. Carte Géol. France, t. XLV, núm. 216, p. 255.
- (3) ELLES, G. et WOOD, E. (1901-1913): *A monograph of british Graptolites. Part. VIII* (1911), pp. 359-414, pl. XXXVI-XLI.
- (4) WATERLOOT, G. (1945): *Les Graptolites du Maroc*. 1.^{re} partie: *Généralités sur les Graptolites*. «Notes et Mém. Serv. géol. Maroc», núm. 63.

Recibido el 6-V-1964.

A. ARRIBAS (*)

MINERALOGIA Y METALOGENIA DE LOS YACIMIENTOS ESPAÑOLES DE URANIO. «EL BERROCAL», ESCALONA (TOLEDO)

RESUMEN

Se describen en este trabajo los caracteres mineralógicos y metalogénicos del yacimiento uranífero «El Berrocal», situado al Noroeste de Escalona, en la provincia de Toledo.

Los minerales de uranio se encuentran en uno de los filones de cuarzo que atraviesan las granodioritas de la Sierra del Berrocal, junto con algunos diques de aplita que a veces están también mineralizados.

La paragénesis es análoga a la del yacimiento uranífero de «Valdemascaño», en Lumbrerales (Salamanca), y a la de Urgeiriça, en Viseu (Portugal), que hemos considerado como el tipo europeo de yacimientos silíceos con pechblenda y sulfuros B. G. P. C.

Las características del yacimiento de «El Berrocal» son las siguientes:

— la pechblenda se encuentra relleno de las fisuras de un dique de cuarzo brechificado que contiene sulfuros B. G. P. C., especialmente pirita y calcopirita, y algo de baritina;

— la pechblenda se depositó sola o acompañada por escasas cantidades de baritina, cuarzo jaspeado y sulfuros de hierro;

— debido al avanzado estado de oxidación del yacimiento, la mineralización uranífera consiste esencialmente en productos secundarios - uranocircita, torbernita, autunita, uranotilo, etc.—, diseminados en las fisuras del cuarzo y de la roca encajante.

SUMMARY

The mineralogical and metallogenic features of the «El Berrocal» deposit, northwest of Escalona, in the Toledo province, are described in this paper.

The uranium minerals occur in a long quartz vein which cuts the large granodioritic body of the Sierra del Berrocal. This rock is also crossed by aplitic dykes occasionally mineralized in uranium.

The deposit belongs to the paragenetic type: pitchblende — quartz — BGPC sulphides, and is very similar to those of «Valdemascaño», in Lumbrerales (Salamanca), and «Urgeiriça», in Viseu (Portugal).

The main features of the «El Berrocal» deposit are:

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

- pitchblende is filling the cracks of a brecciated quartz vein containing BGPC sulphides, mainly pyrite and chalcopyrite, and some barite;
- very small amounts of barite, iron sulphides, and quartz of a chalcedonic variety are the only gangues accompanying occasionally the deposition of pitchblende;
- the deposit is deeply oxidized and the uranium ore consists mainly of secondary minerals —uranocircite, torbernite, autunite, uranophane, etc.— disseminated in the fissures of the quartz and the host rocks.

El yacimiento uranífero de «El Berrocal» está situado al Noroeste de Escalona, en la provincia de Toledo, y junto al vértice geográfico en que dicho término se une con los de Pelahustán y Cenicientos, 11 kilómetros al Oeste de esta última localidad.

El yacimiento está siendo investigado en la actualidad por trabajos mineros. Estos se han centrado en dos pozos de 40 y 50 metros, a partir de los cuales se ha reconocido el filón en unos 150 y 200 metros de longitud aproximadamente. Se han efectuado también sondeos para cortar el filón por debajo del nivel 100, pero éstos han revelado que la mineralización no tiene continuidad en profundidad.

Otras mineralizaciones uraníferas se encuentran en la misma zona. De todas ellas, la más interesante desde el punto de vista metalogénico y por las relaciones petrogenéticas que sus rocas encajantes muestran con las de «El Berrocal», es la que se halla en la Serrata del Sotillo, al Norte de Paredes. Se incluye, por ello, en este trabajo, una breve descripción de los minerales y las rocas que allí aparecen, aunque los trabajos mineros efectuados en el año 1958 demostraron que estos indicios radiactivos carecen de interés económico por el momento.

I. LAS ROCAS ENCAJANTES

El filón de «El Berrocal» se encuentra en una granodiorita de dos micas y grano medio que forma la Sierra del mismo nombre, presentando dicha roca variaciones de tipo más ácido, granulítico, hacia los bordes de la elevación. Las únicas rocas que la atraviesan son algunos diques de cuarzo y de microgranitos aplíticos, los primeros impregnados a veces por minerales secundarios de uranio.

Según F. Polo (1957), el tipo de granodiorita encajante de la mineralización corresponde a una diferenciación apical de las granodioritas porfídicas que, con fenocristales de hasta 5 centímetros de sección, constituyen las rocas dominantes en el basamento granítico de esta zona. Diferenciación que habría sido causada, a su vez, por una distensión general de la masa granítica, rígida, a favor de las fracturas que rodean el macizo en cuestión

Por lo que se refiere a la mineralización de la Sierra de Paredes, éste se encuentra en un macizo alargado, de dirección N. 70° E., formado por granodioritas y dioritas aplíticas que desaparecen bajo los sedimentos terciarios de la fosa del Tajo y que se unen, hacia el Este, con el macizo granodiorítico de «El Berrocal».

1. La granodiorita

Es una roca de colores claros, de grano medio a grueso, compacta y con textura granitoídea. Muchas veces está teñida por óxidos de hierro.

Al microscopio muestra estructura fanerítica e hipidiomorfa, y cataclásica cuando se encuentra en las proximidades del filón. Sus minerales tienen las siguientes características:

Cuarzo.

En placas xenomorfas y generalmente con extinción en mosaico.

Plagioclasas.

Corresponden a una andesina ácida (33 por 100 An), maclada según las leyes de la albita, albita-Ala y periclina, rara vez de Carlsbad. Se presenta de dos maneras diferentes:

- en cristales de tamaño parecido al de los restantes elementos de la roca.
- en cristales mayores que llegan a alcanzar 2 centímetros de longitud y que tienen el núcleo formado por otros de ortosa (lám. I, 1). En este caso, los feldspatos potásicos tienen aspecto de criba y aparecen llenos de inclusiones de plagioclasas. Tanto éstas como las que rodean a los cristales de ortosa están orientadas de la misma manera, coincidiendo los planos de asociación de los dos tipos de feldspatos. Por otra parte, los planos de cruceo de la ortosa y de las plagioclasas que la rodean aparecen en continuidad mecánica, efectuándose a favor de los mismos el desarrollo de la mica que se formó durante los procesos de sericitización.

En cualquier caso, las plagioclasas tienden al idiomorfismo, tienen incluidas abundantes láminas de mica y están generalmente sericitizadas, en especial las de las áreas mineralizadas.

Microclina.

Normalmente los feldspatos potásicos corresponden a microclina, con 2 V variable entre — 65° y — 80°. Los cristales muestran el característico enre-

jado, debido a las maclas de albita y periclina; son generalmente xenomorfos y tienen frecuentes estructuras peritíticas.

Micas.

La más abundante es la moscovita, en parte porque la biotita está baueiritizada. En este caso, las láminas de moscovita conservan incluidas algunas escamas de biotita y los circones que ésta contenía, pero los halos pleocroicos están reabsorbidos (lám. I, 2).

La biotita, por su parte, está casi toda cloritizada o convertida en una mica bronceada que retiene algo de su pleocroísmo y anisotropía, pero con colores muy apagados. Este es el primer paso de su transformación en moscovita y en él se conserva todavía parte de sus halos pleocroicos (lám. I, 3 y 4).

Minerales accesorios.

Los más importantes son el apatito y el circón. El primero forma prismas alargados, dispersos por toda la roca, o está incluido dentro de las biotitas. El segundo, siempre en cristales muy pequeños, aparece únicamente dentro de la mica (lám. I, 2 y 3).

El cómputo modal, calculado sobre varios ejemplares de la misma roca, da la siguiente composición mineralógica media:

	%
Cuarzo	37
Plagioclasas	20
Microclina	30
Moscovita	8
Biotita	5
Total	100

que corresponde a la de una *granodiorita*.

2. Las granodioritas y dioritas aplíticas

La Sierra de Paredes está formada por un enorme dique de rocas aplíticas que tiene cerca de 5 kilómetros de longitud y aproximadamente 70 metros de anchura, encajado dentro de una formación de granodioritas porfídicas.

La roca posee, en general, textura compacta, de grano fino, y estructura

granitoidea, holocristalina, equigranular e hipidiomorfa. Son también frecuentes los aspectos cataclásticos.

Los minerales constituyentes tienen las siguientes características:

Cuarzo.

Con tendencia al idiomorfismo, presenta frecuentemente estructuras en mosaico y a veces granofiricas, dando lugar a crecimientos orientados con las plagioclasas. En algún caso, sin embargo, se ven también cristales globulosos que destacan de los demás componentes por su mayor tamaño. Estos pueden quedar incluidos dentro de los cristales de cuarzo, que adquieren, por este motivo, un aspecto porfiroblástico.

Microclina.

Aunque hay algunos cristales mayores, en general forma pequeños elementos dispersos entre el cuarzo y las plagioclasas. Son muy frecuentes las estructuras peritíticas y los cristales tienden al idiomorfismo.

Plagioclasas.

Corresponden constantemente a una andesina (35 por 100 An), maclada según las leyes de la albita y albita-Ma, rara vez de Carlsbad. La composición de los feldspatos calcosódicos es análoga, tanto en las rocas granodioríticas como en las dioríticas, y los cristales tienden al idiomorfismo, especialmente en los tipos más plagioclásicos.

Las estructuras murmequíticas son frecuentes y lo mismo las granofiricas. Todas ellas se distinguen bien porque las plagioclasas están muchas veces sericitizadas, habiéndose desarrollado la moscovita a lo largo de los planos de macla.

Micas.

La más abundante es la moscovita, que es la única que aparece en algunos tipos de roca, especialmente en los más ácidos.

La moscovita es intersticial y, aunque está generalmente dispersa por toda la roca, forma a veces agregados escamosos por reunión de varios cristales.

La biotita aparece sólo en las aplitas dioríticas donde el cuarzo falta en absoluto. Pero también es posible que la moscovita se haya formado, en parte, por transformación de la biotita.

Minerales accesorios.

El más abundante es el apatito, que aparece en forma de gránulos subidomorfos distribuidos irregularmente entre los restantes minerales. En las rocas más plagioclásicas puede dar lugar a concentraciones importantes.

El cómputo modal, efectuado sobre varios ejemplares de rocas aplíticas, demuestra que existen dos tipos de rocas cuyas composiciones mineralógicas medias son las siguientes:

	(1)	(2)
Cuarzo	30	25
Microclina	20	27
Plagioclasas	31	53
Moscovita	19	15
Biotita	1	5
<i>Total</i>	100	100

la (1) corresponde a la de una *granodiorita* y la (2) a la de una *diorita*.

3. Las deformaciones tectónicas

Los efectos de las acciones tectónicas son evidentes en todas las rocas de la zona. En las granodioritas de «El Berrocal» se traducen por una cataclasis que alcanza en mayor intensidad en el área filoniana, donde la roca llega a estar completamente milonitizada. En este caso, sobre el fondo de materiales sericiticos, formados por la completa alteración de los feldespatos, destacan algunas láminas de mica y fragmentos más o menos deformados de cuarzo que muestran extinción ondulante (lám. I, 5).

En las rocas micrograníticas de la Sierra de Paredes, los efectos tectónicos se ponen de manifiesto por las aureolas que rodean a los cristales mayores de feldespato, las cuales están formadas por pequeños gránulos de cuarzo recristalizado durante la cataclasis. Otras veces, las aplitas aparecen atravesadas por bandas donde la roca está completamente milonitizada.

II. TRANSFORMACIONES DE LAS ROCAS ENCAJANTES

Aquí haremos referencia únicamente a las transformaciones experimentadas por las granodioritas de «El Berrocal», ya que las rocas microgranudas de la Sierra de Paredes, donde no se ha podido reconocer hasta ahora la exis-

tencia de una clara acción filoniana, han sufrido pocas variaciones, exceptuando el proceso de sericitización general que afecta a todas las rocas de la zona.

De las transformaciones anteriores a la venida uranífera, sericitización y silicificación, la más importante es esta última, que llega a alcanzar valores de consideración en las zonas que fueron posteriormente mineralizadas.

Más tarde, y acompañando a la llegada de los minerales metálicos, tuvo lugar un nuevo proceso de silicificación y otro de arcillización de menor intensidad. En la actualidad, las transformaciones que afectan a las rocas de caja se reducen a la meteorización y la hematización que ésta lleva consigo.

Sericitización y cloritización.

Los dos procesos son simultáneos, pero es más importante el primero, porque la biotita, que frecuentemente está cloritizada, aparece a veces transformada en moscovita (lám. I, 3 y 4).

Las plagioclasas, por su parte, están ligeramente sericitizadas, salvo en las proximidades del filón, donde las acciones cataclásticas e hidrotermales acentuaron los efectos del proceso regional de sericitización que tuvo lugar antes de la venida filoniana.

Silicificación y arcillización.

Estos dos procesos son simultáneos y coinciden o preceden inmediatamente a la fase mineralizada.

Los diques de cuarzo que atraviesan las rocas de la zona son muy numerosos y algunos llegan a tener considerable potencia. En general son estériles, pero han dado lugar a un extenso proceso de silicificación que alcanza su mayor intensidad en la proximidad de los filones, donde las rocas aparecen atravesadas por pequeñas venidas de cuarzo microcristalino (lám. I, 6), jaspeoideo o calcedonioso. Entonces la granodiorita está milonitizada y muchas veces queda reducida a nódulos arcillosos silicificados e incluidos en el cuarzo filoniano (lám. II, 1).

Hay que señalar, también, que junto con el cuarzo que acompaña a los sulfuros B. G. P. C., y en el que son frecuentes las variedades zonadas de cuarzo alumado o hematítico, existe una venida de carbonatos de pequeña importancia, ya que sus efectos son inapreciables en el resto de la roca.

La arcillización, por su parte, no alcanza en general gran intensidad y está relacionada directamente con la fase mineralizadora. Durante ella ha tenido lugar la formación de productos arcillosos, principalmente caolín y montmorillonita, y una ligera hematización de los materiales filonianos.

Meteorización y hematización.

Las acciones supergénicas han actuado con variable intensidad en las zonas próximas al yacimiento y son especialmente importantes en la estructura filoniana, ya que ésta ha favorecido grandemente el desarrollo de los procesos de meteorización. Por ello, la formación de arcillas caolínicas a lo largo del contacto llega a ser realmente importante en algunos niveles, donde la acción meteórica ha actuado sobre unos materiales que estaban muy afectados por los procesos hidrotermales.

La alteración de los abundantes sulfuros de hierro que acompañan al cuarzo en el filón de «El Berrocal» ha producido a su vez abundante limonita, la cual impregna con relativa intensidad y extensión a los materiales encajantes de la mineralización.

Por lo que respecta a los minerales de uranio, éstos han sido transformados en productos secundarios hasta más de 50 metros de profundidad.

III. LA MINERALIZACIÓN Y LAS GANGAS

En el filón de «El Berrocal» la mineralización radiactiva se encuentra rellenando las fracturas de un filón de cuarzo acompañado por sulfuros B. G. P. C., y los minerales primarios de uranio están transformados casi por completo en productos supergénicos.

En el yacimiento de Paredes ocurre algo parecido, pero los minerales de uranio, esencialmente autunita, impregnan íntimamente las rocas aplíticas y la pechblenda sólo se ha encontrado excepcionalmente formando pequeñas placas dentro de algunas fisuras de la roca.

1. Minerales hipogénicos

La pechblenda.

Se ha encontrado únicamente en las dos plantas del sur, formando filoncillos de hasta 2 mm. de espesor que rellenan las fisuras del cuarzo filoniano (lám. II, 2).

Los esferulitos, que pueden tener hasta 1/2 milímetro de diámetro, están generalmente muy oxidados y transformados en gummitas o coracitas de un color marrón oscuro, algo rojizo, y rodeados siempre por fosfatos y silicatos de uranio (fig. 1).

Al microscopio se presenta bajo dos aspectos diferentes (lám. III, 3 y 4):

— pechblenda esferulítica, en esferulitos aislados o tapizando las fisuras del cuarzo.

— pechblenda «celular», dispuesta en guirnaldas alrededor de los fragmentos de cuarzo o de pirita.

El depósito de la pechblenda, que fue acompañado por pequeñas cantidades de cuarzo y sulfuros de hierro, especialmente melnicovita (lám. II, 3 y 4), no ha dado lugar a reemplazamientos. Es posible, sin embargo, observar cómo la pechblenda se ha introducido íntimamente en las menores fisuras de los



Fig. 1.—Fotografía directa, aumentada ocho veces su tamaño. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal», Escalona. Esferulitos de pechblenda, parcialmente oxidada, rodeados por uranocircita y uranotilo alfa.

minerales de la roca, concretamente según los planos de exfoliación de las micas (lám. II, 5).

Aspectos anormales de la pechblenda.

La reflectividad y la dureza de la pechblenda de «El Berrocal» aparecen muy disminuidas en los escasos ejemplares en los que aún quedan restos de la misma (lám. II, 6). Esto se debe a la formación de *parapechblenda* como consecuencia de las acciones tectónicas y de la alteración supergénica, las cuales han dado lugar a una sobreoxidación que avanza preferentemente a favor de las fisuras de retracción de la pechblenda, poniendo de relieve su estructura botrioidal.

Por lo que se refiere al yacimiento de Paredes, la escasa pechblenda que se ha encontrado en él está transformada casi por completo en *gummitas amarillas* epigénicas de la pechblenda, las cuales revelan la estructura concrecionada del mineral original y las huellas de las fisuras de retracción radiales ocupadas ahora por productos limoníticos.

Los sulfuros de hierro.

La *pirita* es el más abundante de los sulfuros de hierro. Aparece, generalmente, en placas informes o en cristales que pueden medir hasta 10 milímetros de arista, unida frecuentemente a la marcasita.

La *pirita* es, en general, anterior a la venida uranífera, y por eso aparece incluida dentro de los fragmentos de la brecha de cuarzo y junto a los otros sulfuros que la acompañan en el yacimiento.

Pequeñas cantidades de *pirita*, mostrando a veces estructuras concrecionadas del tipo *melnicovita*, se depositan también al tiempo que la pechblenda y aparecen incluidas dentro de los productos de alteración de este mineral (lám. II, 3 y 4) o en las fisuras del cuarzo que precedió a la llegada de la pechblenda (lám. III, 5 y 6).

Frecuentemente la *pirita* está alterada y la limonita reemplaza a una gran parte de los sulfuros de hierro en los niveles supergénicos.

La calcopirita.

Es el sulfuro más abundante después de la *pirita*, especialmente en el pozo norte. Forma cristales esfenoédricos o informes dentro del cuarzo y nunca ha sido observada en contacto con la pechblenda. Generalmente está rodeada por una franja de calcosina azul a la que acompañan frecuentemente la covelina y la limonita (lám. III, 1).

La blenda.

Aparece siempre dentro del cuarzo, acompañando a la *pirita* y *calcopirita*. Los cristales, escasos y sin formas definidas, son xenomorfos respecto al cuarzo.

La galena.

Frecuente, especialmente en el filón lateral del pozo 1. Generalmente está afectada por acciones mecánicas, mostrando las típicas formas triangulares de desprendimiento. Suele ir acompañada por la blenda y algo de *pirita*.

El cuarzo.

El cuarzo anterior a la venida uranífera puede ser de dos clases: jaspeoide (lám. I, 6) o microcristalino (lám. II, 1), siendo frecuentes en este último caso las variedades «en peine» (lám. III, 2). Igualmente existen variedades hematíticas, ahumadas, moradas y verdosas, y en algún caso los cristales pueden llegar a tener varios centímetros de longitud.

El escaso cuarzo que acompaña a la pechblenda es siempre jaspeoide.

La baritina.

Aparece en cristales de pequeño tamaño dispuestos sobre el cuarzo filoniano que precede a la llegada de la pechblenda, a la que parece acompaña en su deposición.

Los cristales encontrados hasta ahora tienen menos de 3 mm. de sección. Son incoloros y transparentes o blancos y translúcidos, con brillo resinoso. Aparecen en cristales aislados, rómbicos, o en agregados paralelos.

Los cristales de *baritina* están tapizados frecuentemente por agregados de *uranocircita*, y la abundancia de este mineral en el pozo sur de «El Berrocal» permite suponer que la *baritina* debe ser más abundante en las zonas profundas del yacimiento.

Los carbonatos.

De la misma manera que en otros yacimientos españoles de uranio («La Virgen», «Trapero», «Cano 3», etc.), existe también en «El Berrocal» una venida de carbonatos, probablemente *calcita*, que ha sido disuelta en su totalidad y de la que sólo se conservan los moldes negativos de los cristales impresos en el cuarzo (lám. III, 3). Esta venida es anterior a la llegada de los minerales de uranio y acompañaba al cuarzo y sulfuros B. G. P. C.

La fluorita.

En el yacimiento de Paredes existen unos filoncillos de *fluorita* anteriores a la formación de los minerales de uranio. Aquella ha dado lugar a la formación de otra *fluorita* pulverulenta, secundaria, que acompaña a la *autunita* en algunas ocasiones. En ningún caso se trata de *antozonita*.

2. *Minerales supergénicos*

Las gummitas.

Sólo en «El Berrocal» se ha observado la existencia de coracita epigénica de la pechblenda (fig. 1). Al microscopio, sin embargo, se puede observar la transformación de la pechblenda en gummitas amarillas, rodeadas de productos arcillosos de alteración teñidos por los óxidos de hierro (lám. II, 4).

En Paredes sólo existen gummitas amarillas cuyas fisuras de retracción están ocupadas por productos limoníticos.

Los óxidos negros.

La existencia de condiciones reductoras locales en los niveles de oxidación ha dado lugar a la formación de óxidos negros. Estos productos supergénicos aparecen esporádicamente en forma de costras finísimas que tapizan las paredes de las fisuras o los fragmentos de la brecha de cuarzo.

La torbernita.

Debido a la presencia de calcopirita, es el más abundante de los fosfatos de uranio en el pozo norte de «El Berrocal». Allí forma cristales que rellenan las fisuras y los huecos de la brecha de cuarzo o de los cristales que acompañan a este mismo mineral (lám. III, 1).

Las escamas de torbernita, de una variedad verde manzana, tienen brillo nacarado y secciones cuadradas. No se han encontrado cristales mayores de 5 milímetros; en general, su tamaño oscila entre 0,5 y 1 milímetro de arista.

La autunita.

Es abundante en el pozo norte de «El Berrocal», donde se encuentra en las mismas condiciones que la torbernita: en menor cantidad (lám. III, 5 y 6), junto a la uranocircita del pozo sur, que es allí el mineral de uranio más importante.

En los indicios de Paredes, por el contrario, la autunita constituye la mayor parte de la mineralización. Allí aparece en forma de cristales microscópicos, dando lugar a costras pulverulentas en las fisuras de las aplitas o rellenando los huecos de la roca, que parece estar «impregnada» por los minerales de uranio. Frecuentemente está teñida por el óxido férrico formado por alteración de la pirita.

La meta-uranocircita.

Hemos encontrado este mineral, por primera vez en España, en el pozo 2 de «El Berrocal», donde es el más abundante de los minerales secundarios de uranio. Por ello, teniendo en cuenta el avanzado grado de oxidación del yacimiento, constituye en él la parte más importante de la mineralización. En cualquier caso, es éste el único yacimiento español donde se ha encontrado, por ahora, la uranocircita.

El mineral se presenta bajo dos aspectos diferentes:

— en cristales tabulares, de sección cuadrada, con aristas comprendidas generalmente entre 1 y 3 milímetros, pero que pueden llegar a medir 5 milímetros en casos excepcionales (lám. III, 4).

— ocasionalmente, en cristales completos, con forma de barrilete, que pueden llegar a tener 1 milímetro de longitud.

Los cristales son siempre de color verde manzana parecido al de la torbernita, tienen brillo nacarado y son translúcidos, excepcionalmente transparentes, con exfoliación perfecta según (001) y marcada según (100). Su fuerte fluorescencia es análoga a la de la autunita.

Los cristales del primer tipo, el más abundante, pueden dar lugar a costras pulverulentas de agregados submicroscópicos o a finísimas láminas que tapizan el cuarzo y otros materiales filonianos. Otras veces aparecen agrupados en geodas dentro de las fisuras y cavidades de la brecha de cuarzo y de las rocas encajantes de la mineralización (fig. 1).

El análisis microquímico de la uranocircita de «El Berrocal» muestra la presencia de P, U, Ba y trazas de Ca, el cual está sustituyendo probablemente al Ba.

La aparición de uranocircita en España es interesante porque, aparte de ser un mineral relativamente poco frecuente, se ha venido citando repetidamente en la bibliografía extranjera, como española, una uranocircita encontrada anteriormente en Rosmaneira (Portugal). Sin embargo, es realmente ahora cuando se puede incluir este mineral entre las especies españolas de minerales radiactivos.

La fosfuranilita.

Sólo la hemos encontrado en el pozo sur de «El Berrocal», donde es muy frecuente. Se presenta según tres formas diferentes:

— en cristales laminares, rectangulares, agrupados frecuentemente en abanico, o formando bolas que corresponden a nódulos fibroso-radiados con terminaciones cristalinas. Todos estos cristales tienen color amarillo canario y brillo nacarado, y los últimos crecen generalmente sobre los cristales de cuarzo.

zo o de uranocircita. Los cristales de fosfuranilita, aplanados según (100), tienen exfoliación perfecta según (001) y (010), y rara vez alcanzan tamaños mayores de 1 milímetro.

— en agregados fibroso-radiados de color amarillo dorado, brillo resinoso, y que pueden medir hasta 8 milímetros de diámetro.

— en cristales prismáticos de color amarillo ámbar parecidos a los de renardita y con dimensiones comprendidas entre 0,1 y 1 milímetro.

La primera variedad es la más abundante; la segunda se forma únicamente por epigenia de la pechblenda; la tercera es extremadamente rara y sólo la hemos encontrado en pequeñas geodas del cuarzo, siempre en la inmediata vecindad de la pechblenda.

El análisis microquímico de la fosfuranilita en bolas que crece sobre la uranocircita ha mostrado que aquélla corresponde a una variedad baritífera, con trazas de plomo, que se puede considerar como el término correspondiente al de la renardita baritífera descrita por Frondel y Cuttitta (1954) en la serie isomorfa fosfuranilita-renardita.

El uranotilo alfa.

Sólo lo hemos encontrado en el pozo 2 de «El Berrocal», donde se presenta generalmente en cristales aciculares (fig. 1), formando costras o nódulos fibroso-radiados (lám. III, 4) sobre los cristales de cuarzo y uranocircita

El color de los cristales varía de blanco amarillento a amarillo limón, y aquéllos rara vez tienen más de 0,3 milímetros de longitud; excepcionalmente llegan a medir 1,5 milímetros.

Como es normal en casi todos los yacimientos españoles de uranio, el uranotilo alfa de «El Berrocal» es el último término de la transformación de la pechblenda, y por ello se le encuentra siempre en asociación con las gummítas amarillas y la fosfuranilita.

La calcosina.

Poco abundante, aparece siempre bordeando las placas de calcopirita. Perteneció a la variedad azul, digenita, y está generalmente asociada a la covelina.

La covelina.

Muy rara, se encuentra únicamente en pequeñas placas junto a la calcopirita y la calcosina.

La hematites.

La alteración de los sulfuros de hierro por las acciones supergénicas ha dado lugar a la formación de abundante limonita, la cual tiñe los materiales filonianos y las rocas encajantes sin llegar a formar cristales individualizados. Únicamente se pueden reconocer, con fuertes aumentos, pequeñas láminas de hematites en los filoncillos que ocupan las fisuras del cuarzo, pero esto no es frecuente.

Existen dos fases de hematización. La primera, de pequeña intensidad, coincide con la formación del dique de cuarzo, que es ligeramente hematítico. La segunda tiene más importancia y es una consecuencia de las acciones supergénicas.

También en «El Berrocal» se pueden observar efectos de reducción análogos a los que hemos encontrado en otros yacimientos uraníferos españoles, en el contacto entre los minerales primarios de uranio y los materiales encajantes hematizados (lám. III, 5 y 6). Al microscopio se puede apreciar cómo el depósito de la pechblenda ha dado lugar a una reducción del hierro férrico que tenía el cuarzo hematítico acompañante de los sulfuros B. G. P. C. Esto sería un dato más en apoyo de la teoría de Clarke y Altschuler (1958) que explica la deposición de la pechblenda por reducción del uranio hexavalente en presencia de hierro férrico.

El yeso.

La abundancia de sulfuros oxidados en «El Berrocal», se pone de manifiesto por la abundante formación de pequeños cristales aciculares de yeso en las paredes y entibado de las galerías.

IV. CARACTERES METALOGÉNICOS

Paragénesis y sucesión

Ya hemos indicado que los únicos minerales que acompañan a la pechblenda son: el cuarzo jaseroideo y calcedonioso, la baritina y los sulfuros B. G. P. C. Estos caracteres corresponden a los de un yacimiento uranífero de tipo «epitermal» encajado en granito y de los que tantos ejemplos existen en el área herciniana europea.

La paragénesis y sucesión se indica en la figura 2 (*).

(*) El diagrama se ha hecho de acuerdo con las normas que se adoptan corrientemente, es decir:

-- El espesor del trazo corresponde aproximadamente a la abundancia del mineral.

-- Las líneas de puntos indican los reemplazamientos, y los minerales que intervienen en

La mineralización es análoga a la de «Valdemascaño», Lumbrales (Salamanca), y se parece a la de Urgeiriça, Viseu (Portugal), que nosotros hemos considerado como el tipo más representativo de los yacimientos de uranio silíceos con pechblenda y sulfuros B. G. P. C. (Arribas, 1960).

La paragénesis del yacimiento de «El Berrocal» tiene las siguientes características:

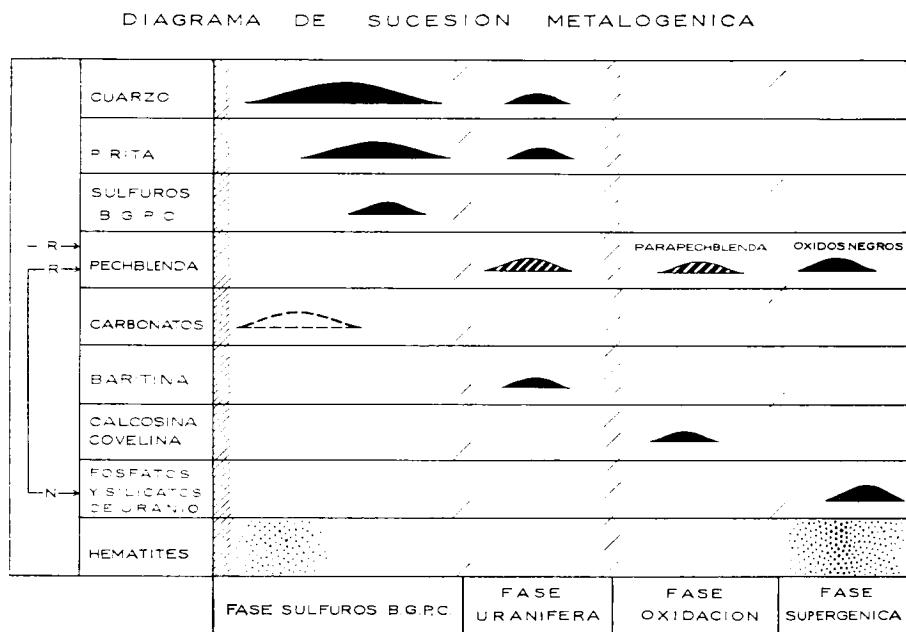


Fig. 2.—Mina «El Berrocal», Escalona (Toledo).

— la pechblenda se deposita, de una sola vez, en las fisuras de un filón de cuarzo que atraviesa la granodiorita muy afectada por las acciones tectónicas.

— los únicos minerales que acompañan a la pechblenda son: el cuarzo jaseroideo y calcedonioso, la baritina y los sulfuros B. G. P. C., especialmente pirita y calcopirita.

— la llegada de la pechblenda es inmediatamente posterior a la forma-

ellos están rayados en blanco. Cuando se trata de constituyentes hipotéticos se dibuja sólo el contorno del mineral.

— El rayado oblicuo indica los procesos tectónicos. Cuanto más intensos son éstos, más apretadas están las rayas.

— A la izquierda se indican las sustituciones secundarias: las flechas van del mineral reemplazado (R) al de neotformación (N).

— La hematización se indica por un punteado, tanto más intenso cuanto mayor es aquélla.

ción de todos estos minerales, y se deposita prácticamente sola o acompañada por baritina y escasas cantidades de sílice y sulfuros de hierro.

— la alteración supergénica ha sido muy intensa y los minerales secundarios, esencialmente torbernita y uranocircita, aparecen dispersos en el filón de cuarzo y, en menor proporción, en las rocas encajantes.

La relación entre la paragénesis y la sucesión se puede resumir así:

1.º Fase sulfuros B. G. P. C.—Fracturación de la granodiorita y depósito del cuarzo y los sulfuros metálicos acompañados por una venida de carbonatos, que han sido posteriormente disueltos, y una ligera hematización.

2.º Fase uranífera.—Fisuración del filón de cuarzo. Depósito de la pechblenda, sola o con pequeñas cantidades de baritina, sílice y sulfuros de hierro.

3.º Fase oxidación.—Brechificación del dique de cuarzo y principio de oxidación de los minerales metálicos. Formación de parapechblenda.

4.º Fase supergénica.—Meteorización intensa de los minerales metálicos, especialmente de los sulfuros de hierro y de la pechblenda, lo que da lugar a una intensa hematización de los materiales filonianos y al desarrollo de los minerales secundarios de uranio. Formación local de óxidos negros en zonas de reducción.

Microtectónica

En la figura 3 se clasifican los materiales de la serie petrográfica y se indican las sucesivas fases tectónicas cuyos efectos han sido observados al microscopio.

MICROTECTÓNICA DE LA MINERALIZACIÓN

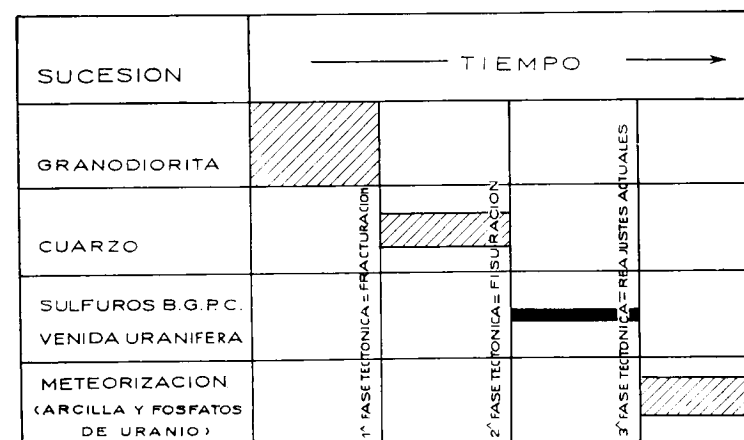


Fig. 3.—Mina «El Berrocal», Escalona (Toledo).

Origen de la mineralización

Como ya hemos indicado en otra ocasión (Arribas, 1962), las mineralizaciones filonianas españolas de tipo «epitermal» encajadas en el granito presentan, en cuanto a su origen, los mismos problemas que el resto de los yacimientos europeos de igual tipo que han sido estudiados por diversos geólogos, especialmente Geffroy y Sarcia (1958). El concepto de «yacimiento epitermal uranífero» expuesto por estos autores, es aplicable también, en líneas generales, al caso de «El Berrocal», donde se puede suponer que la deposición de la pechblenda es el resultado de una concentración por lixiviación del uranio contenido en las zonas tectonizadas del granito advacente.

La pechblenda, según esto, se habría depositado con preferencia en la estructura filoniana, correspondiente a la venida de cuarzo y sulfuros B. G. P. C., que precedió a la llegada del uranio: deposición en la que, como hemos indicado anteriormente, pudo jugar un papel importante la acción reductora debida al hierro férrico contenido en los materiales filonianos previamente hematizados.

Posteriormente, la casi completa oxidación de la pechblenda ha dado lugar a que la mineralización uranífera esté casi toda ella en forma de minerales secundarios. En este sentido, la intensa fracturación del granito favoreció los procesos de transporte por soluciones ácidas del uranio procedente de los filones alterados. Las soluciones supergénicas fueron neutralizadas entonces por los productos de lixiviación del granito, y el uranio precipitó de nuevo, en forma fosfatada insoluble, después de un recorrido variable según la permeabilidad de las rocas encajantes.

Los caracteres metalogénicos que acabamos de describir son semejantes a los del yacimiento de «Valdemascaño» (Arribas, 1963), con el que «El Berrocal» tiene tantas analogías. En realidad, tanto el uno como el otro son un ejemplo de la asociación mineral «pechblenda-sulfuros B. G. P. C.», de la que son casos extremos las paragénesis «pechblenda masiva», «pechblenda-sulfuros de hierro» y «pechblenda-sulfuros de cobre», representadas en España por los yacimientos de «Los Ratones» (Albalá, Cáceres), «Valderrascón» (Alburquerque, Badajoz) y «La Virgen» (Andújar, Jaén). En este sentido, la mineralización de «La Carretona», en Albalá (Cáceres), con pechblenda, pirita, calcopirita y trazas de blenda, sería un término de paso entre los tipos anteriores y la asociación «pechblenda-sulfuros B. G. P. C.», representada por los yacimientos de «Valdemascaño» y «El Berrocal».

Por lo que se refiere a las mineralizaciones análogas a las de «El Berrocal» existentes en otros países europeos, no es necesario repetir aquí lo que ya dijimos sobre esta cuestión al estudiar el yacimiento de «Valdemascaño». Recordaremos únicamente que el tipo más semejante es el de Urgeiriça, estu-

diado por Camcrón (1959), con el que tantas analogías tiene la paragénesis y la sucesión mineral de los yacimientos que acabamos de describir.

Mineralizaciones parecidas, pero mostrando por otra parte diferencias notables, han sido descritas también en Francia y la U. R. S. S. Entre las primeras, cabe citar las de los yacimientos de Henriette, Bauzot, Saint-Symphorien-de Marmagne, etc., y especialmente Bigay y Gourniaud, aunque en todas ellas la deposición de la pechblenda parece ser anterior a la de los sulfuros B. G. P. C. (Geffroy y Sarcia, 1955). Lo mismo ocurre con la estudiada por Pulou (1958) en el yacimiento de Entraygues, en el Aveyron.

Los rusos, por su parte (Tishkin y otros, 1958), han indicado la existencia en la U. R. S. S. de una paragénesis con pechblenda y sulfuros B. G. P. C., principalmente blenda, que está asociada a rocas ígneas porfídicas. Pero mientras estas rocas parecen corresponder a cadenas orogénicas recientes, las mineralizaciones españolas que estamos estudiando son probablemente hercinianas.

En cuanto a la mineralización de Paredes, los trabajos de investigación sólo permiten afirmar que la pechblenda se encuentra en forma de concreciones muy pequeñas tapizando algunas fisuras de la aplita, sin gangas y sin relación aparente con ninguna estructura filoniana. Lo único que no ofrece lugar a dudas es que su deposición es posterior a la de las rocas encajantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, A. (1960): *Mineralogía de los yacimientos españoles de uranio*. «XXI Session, Int. Geological Congress.», part XV, pp. 101-102. Copenhagen.
- (1962): *Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio: Los Ratones, Albalá (Cáceres)*. «Estudios geológicos», vol. XVIII, p. 125. Madrid.
- (1963): *Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio: Valdemascaño, Lumbrales (Salamanca)*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 70, pp. 25-45. Madrid.
- CAMERON, J. (1959): *Structure and origin of some uranium bearing veins in Portugal*. «J. E. N. Techn.», p. 22. Lisboa.
- CLARKE, R. S. y ALTSCHULER, Z. S. (1958): *Determination of the oxidation state of uranium in apatite and phosphorite deposits*. «Geochimica and Cosmochimica Acta», vol. 13, páginas 127-142.
- FERNÁNDEZ POLO, J. A. (1957): *Estudio geológico de la Hoja 580, Méntrida*. Informe inédito. Junta de Energía Nuclear. Madrid.
- FRONDEL, J. W. y CUTTIFA, F. (1954): *Studies of uranium minerals (XV): Renardite*. «Am. Mineralogist», vol. 39, pp. 448-451.
- GEFFROY, J. y SARCIA, J. A. (1955): *Contribution à l'étude des pechblendes françaises*. «Rapport CEA», núm. 380. Saclay.
- PULOU, R. (1958): *Gisements d'uranium d'Entraygues (Aveyron)*. «Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse», t. 93, pp. 491-500.
- TISHKIN, A., TANANAYEVA, G. A., GLADISHEV, G. D., MELNIKOV, I. V., FOLIKARPOVA, V. A. y TSIBULSKAYA, M. S. (1958): *Paragenetic minerals in uranium deposits of the Soviet Union*. Conferencia de Ginebra. P/2201.

Recibido el 4-V-1964.

LÁMINA I

Fig. 1.—Sección transparente $\times 10$ N. C. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 5133, P. 2046). Núcleos de *ortosa* dentro de un fenocristal de *plagioclasa* sericitizada. Obsérvese la coincidencia de los planos de asociación de ambos tipos de feldespato y el avance de la sericitización a favor de las líneas de crucero.

Fig. 2.—Sección transparente $\times 50$ L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3723, P. 2046). Los *circones* incluidos en la *moscovita* formada por baueritización de la *biotita* aparecen con sus halos pleocroicos más o menos reabsorbidos.

Fig. 3.—Sección transparente $\times 50$ L. N. Igual origen que la figura 2. El proceso de baueritización de la *biotita* es muy intenso y algunas veces ésta aparece transformada casi por completo en *moscovita*.

Fig. 4.—Igual campo que la figura 3. N. C. Obsérvese entre nicoles cruzados la intensa cloritización de los restos de *biotita* incluidos en la *moscovita*.

Fig. 5.—Sección transparente $\times 15$ N. C. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3140, P. 1470). Aspecto de la *granodirita* milonitizada y sericitizada. Obsérvese la extinción ondulante del *cuarzo* sobre una matriz de *sericita* y láminas de *moscovita*.

Fig. 6.—Sección transparente $\times 15$ N. C. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3139, P. 1469). Las venillas de *cuarzo jaspeado* que atraviesan a las rocas encajantes de la mineralización han dado lugar a una intensa silicificación de la roca encajante.

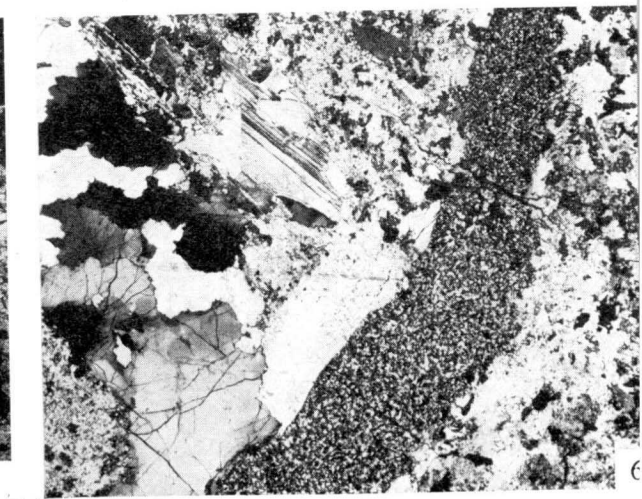
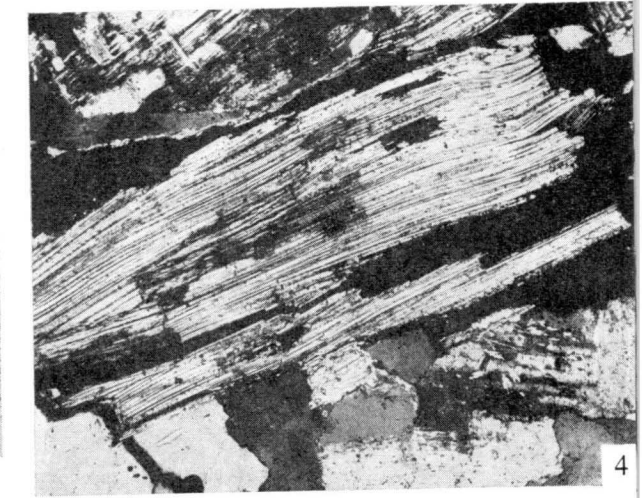
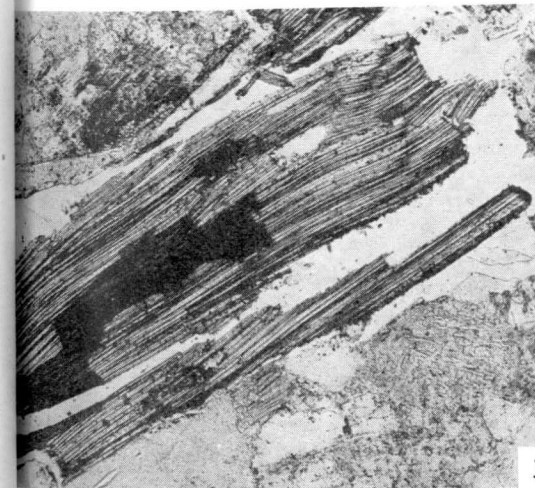
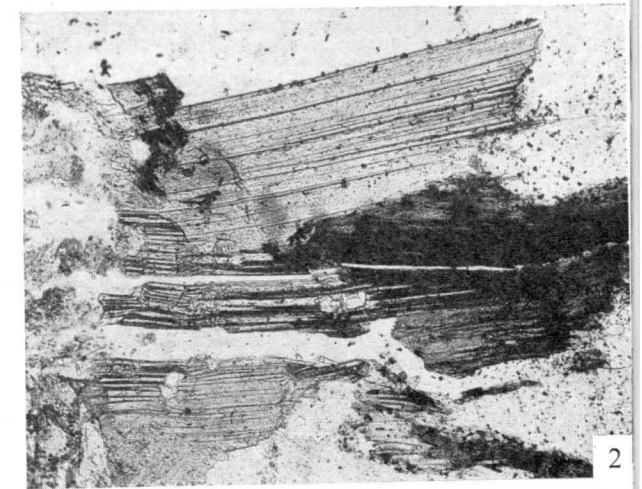
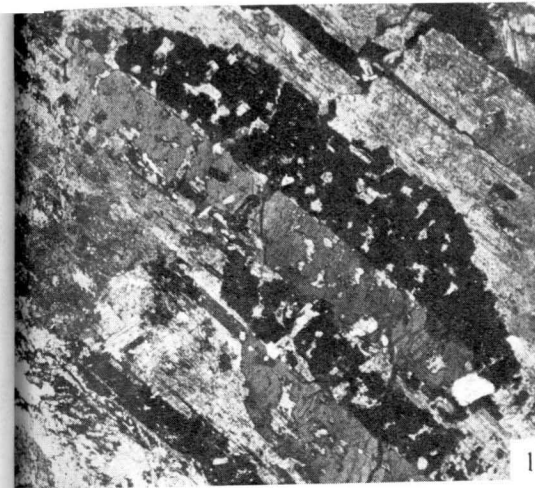


LÁMINA II

Fig. 1.—Sección transparente $\times 15$, N. C. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3489, P. 1820). Dentro del *cuarzo* que constituye el dique mineralizado quedan restos arcillosos de *feldespatos* alterados.

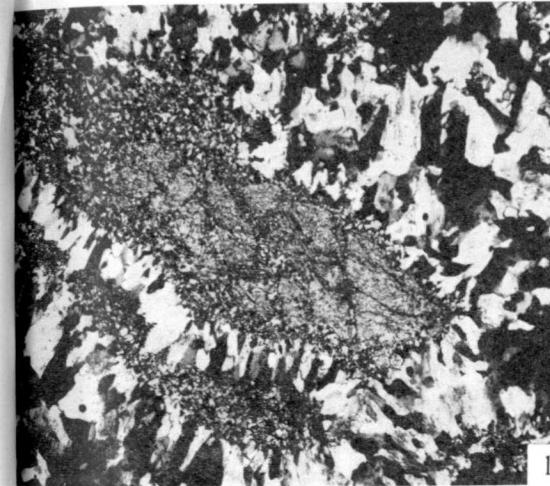


Fig. 2.—Sección pulida $\times 10$, L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 4023, P. 573). Aspecto de las venillas de *pechblenda* que rellenan las fisuras del *cuarzo* acompañante de los sulfuros B. G. P. C. Obsérvese el desarrollo de los minerales secundarios de *uranio*, *autunjita* y *uranocircita*, con planos de exfoliación bien marcados.



Fig. 3.—Sección pulida $\times 15$, L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 5133, P. 599). Guirnaldas y esferulitos de *pechblenda*, acompañada por sulfuros de hierro, *pirita* y *melnicovita*, y productos sílico-arcillosos, dispuestos alrededor del *cuarzo* que acompaña a los sulfuros B. G. P. C.

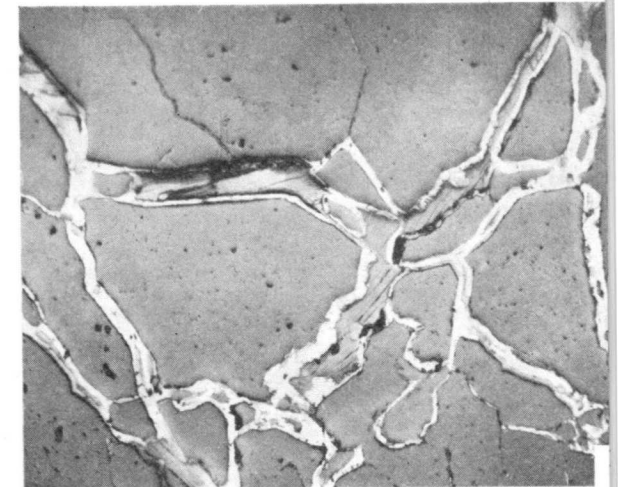


Fig. 4.—Igual campo que la figura 3, N. C. Obsérvese, a la derecha, la transformación de la *pechblenda* en *gummitas* amarillas, iluminadas ahora por las reflexiones internas, así como la anisotropía del esferulito de *melnicovita* en el centro de la figura



Fig. 5.—Sección pulida $\times 60$, L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 5153, P. 598). Con mayores aumentos se puede observar cómo la *pechblenda* se ha introducido íntimamente en las menores fisuras de los minerales de la roca, en este caso según los planos de exfoliación de la *biotita*.

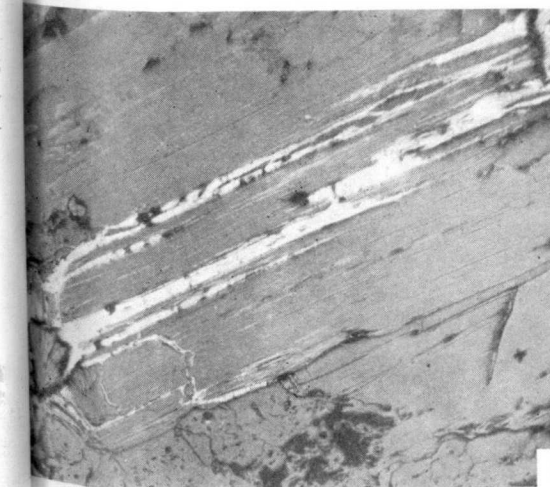


Fig. 6.—Sección pulida $\times 110$, L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 5153, P. 598). El avanzado estado de oxidación de los minerales primarios de uranio se pone de manifiesto por el desarrollo de *para-pechblenda*, que destaca por su menor dureza y poder reflector, a expensas de la *pechblenda*.

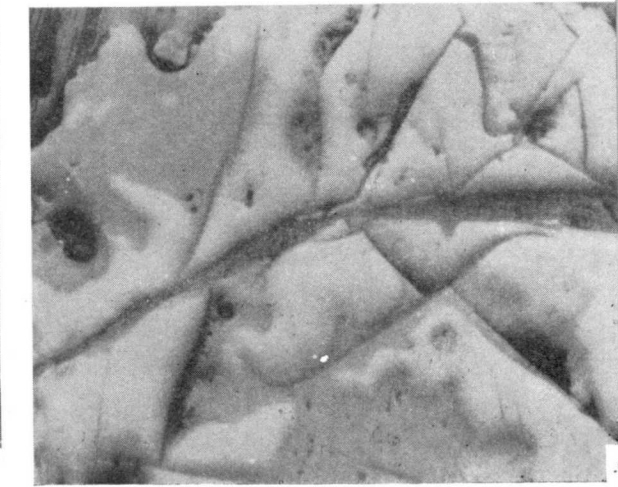


LÁMINA III

Fig. 1.—Sección pulida $\times 15$, L. N. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3111, P. 274). La *calcopirita* (blanco) que ha sufrido los efectos de la alteración supergénica está siendo reemplazada por la *covelina* (gris claro). A la derecha de la figura, grupo de cristales de *torbernita* mostrando claramente los planos de exfoliación.

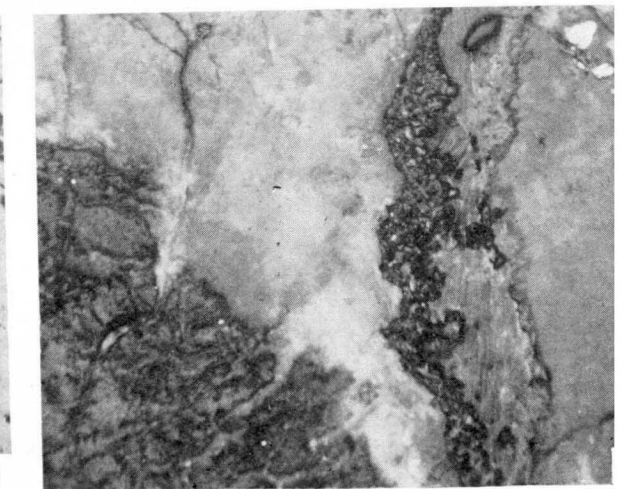
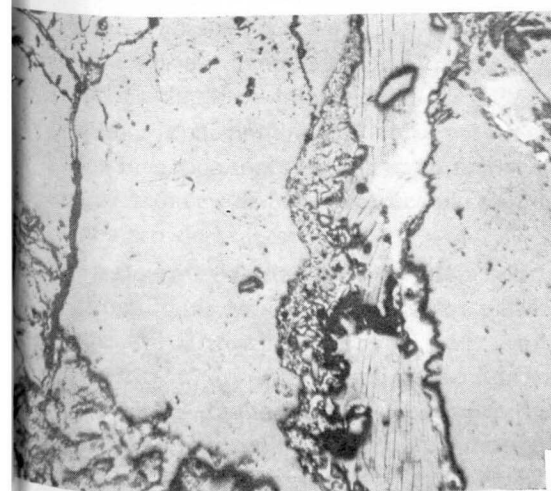
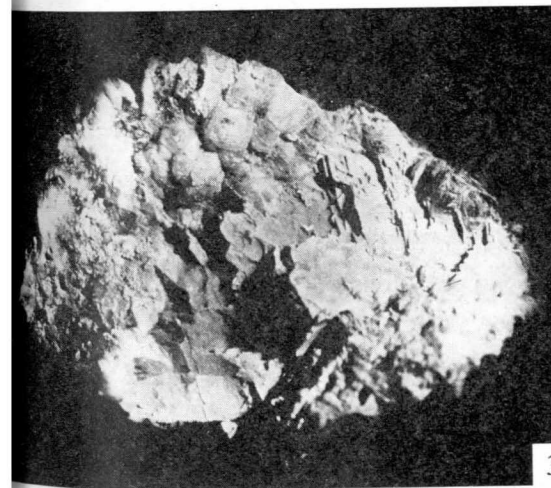
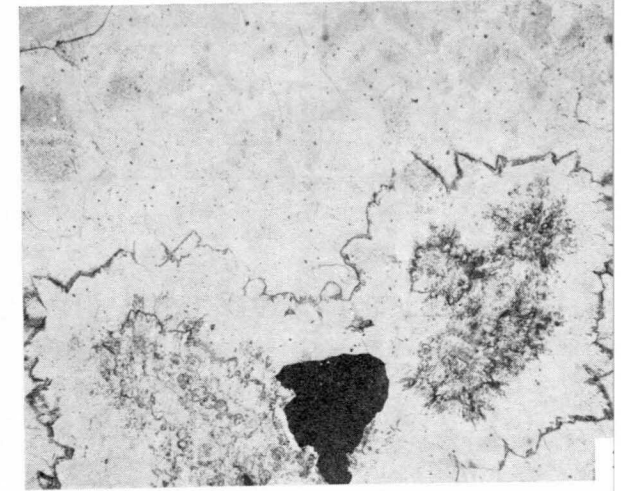
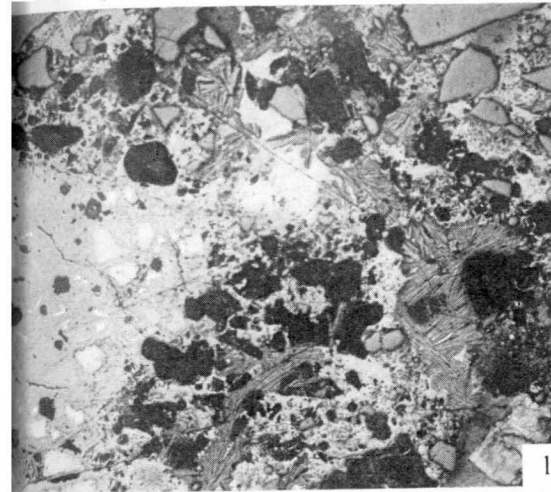
Fig. 2.—Sección transparente $\times 13$, L. N. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3168, P. 1542). Un aspecto del *cuarzo* filoniano en que se depositó la *pechblenda*. Obsérvense las bandas alternantes del *cuarzo* blanco y ahumado que acompañan a la *pirita* (negro).

Fig. 3.—Fotografía directa, tamaño natural. Pozo 1, nivel 20. «El Berrocal» (M. 3726). En la zona de oxidación del yacimiento, los *carbonatos* que se encontraban entre los materiales filonianos fueron disueltos o reemplazados por sílice, y sus moldes se conservan en el *cuarzo* acompañante.

Fig. 4.—Fotografía directa, aumentada siete veces su tamaño. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal». Cristales tabulares de *uranocircita* y costras aciculares de *uranotilo alfa* creciendo sobre el *cuarzo* en que se depositó la *pechblenda*.

Fig. 5.—Sección pulida $\times 10$, L. N. Pozo 2, nivel 20. «El Berrocal» (M. 4033, P. 573) Depósito de *pirita* y *pechblenda* en las fisuras del *cuarzo* filoniano. La oxidación de esta última ha dado lugar al desarrollo de *autunita* con exfoliación bien marcada.

Fig. 6.—Igual campo que la figura 5. N. C. Obsérvense la aureola decolorada que se produce en el *cuarzo hematítico* en el contacto con la *pechblenda*. Esta desferrificación demuestra que el depósito de la misma se verificó en un ambiente reductor.



JOSE SUAREZ FEITO

APLICACIONES DE LOS ISOTOPOS RADIATIVOS EN LA MINERIA DEL CARBON

RESUMEN

Este trabajo compendia las principales aplicaciones de los isótopos radiactivos investigadas hasta el momento presente en el campo de la minería del carbón, tales como determinación de densidades, niveles, posición de aparatos y contenido de cenizas.

RÉSUMÉ

Dans ce travail, on fait une énumération des principaux applications de la radioactivité dans l'industrie houillère jusqu'au moment actuel, comme ils sont les mesures de densité, niveau, repérage d'appareils et détermination de la teneur en cendres.

ABSTRACT

In this work, it is presented the principals applications of radioactive isotopes, until now, in the coal mining, such as measurements of density, level control, location of apparatus and tenor of ashes.

GENERALIDADES

Cada día aumenta más el campo de aplicación de los isótopos radiactivos en las distintas ramas de la Ciencia y de la Técnica. A ello contribuye, sin duda, la disponibilidad creciente de radioisótopos artificiales por parte de los investigadores, debida a su mayor producción por las Comisiones de Energía Atómica de los diferentes países que emplean para ello, en especial, mayor número de reactores.

Por otra parte, la legislación relativa a la seguridad de su manejo se ha promulgado ya en casi todos los países, y las casas constructoras de aparatos que utilizan dichos isótopos, han alcanzado un grado elevado de perfeccionamiento, tanto en las técnicas de fabricación como en las de protección.

Al desarrollo en las aplicaciones de los isótopos radiactivos han contribuido también, muy eficazmente, los numerosos cursos que se organizan todos

los años, tanto por las Comisiones Nacionales de Energía Atómica como por los distintos centros de enseñanza, que se suman de esta forma a extender y divulgar el empleo de dichos isótopos y a capacitar a los técnicos e investigadores en su manejo y utilización.

Por lo que se refiere a España, al igual que en todos los países, la Junta de Energía Nuclear, por medio de su Sección de Isótopos, está encargada de la distribución de los mismos a los diferentes centros, a la vez que organiza cursos oficiales anualmente, en los que se concede el título de usuario en las distintas ramas de aplicación, sin el cual no puede trabajarse en cualquier actividad que suponga manejo de isótopos radiactivos.

Existen otros centros españoles que periódicamente dan cursos de enseñanza sobre técnicas de análisis no destructivo, entre las que se incluyen las aplicaciones más importantes de los radioelementos, tales como el Instituto de Técnica Aeronáutica, Escuelas de Ingenieros Aeronáuticos y de Minas, y el Instituto Geológico y Minero. Algunos organismos, como el Forum Atómico Español, también han organizado ciclos de conferencias en este sentido.

Es nuestro propósito dar a conocer en este trabajo y en otros sucesivos las principales aplicaciones de los isótopos radiactivos más relacionadas con la Minería y la Geología, así como con industrias afines.

Por esta razón, y con el fin de que sirva de introducción para todos ellos, vamos a dar en primer lugar unas ideas generales sobre producción de isótopos radiactivos y manera de detectar las radiaciones que emiten.

Producción de isótopos radiactivos

Como es sabido, en la naturaleza sólo presentan radiactividad las series de los elementos llamados pesados, cuyas cabezas son el uranio, el actinio y el torio, y algunos elementos ligeros, como el rubidio-87, el potasio-40 y el carbono-14. Fue necesario que llegara la Era Atómica para que se pudieran producir isótopos radiactivos artificiales de un gran número de elementos y en cantidad suficiente para permitir, con sus diversas características, su aplicación a la gran variedad de procesos y técnicas que tienen problemas sin resolver en la actualidad.

Las dos fuentes de producción de isótopos radiactivos son los reactores nucleares y los aceleradores de partículas.

En los reactores nucleares, que son los principales productores, se originan de dos maneras diferentes. Una de ellas es la de exponer al flujo neutrónico los elementos naturales, como el cobalto, el talio, el iridio, etc., con lo cual se activan mediante la reacción (n, γ) , en la que su núcleo absorbe un neutrón con la consiguiente emisión de radiación gamma, a la vez que se convierte en radiactivo, dando lugar al cobalto-60, talio-204, iridio-192, etcétera. En este procedimiento, que es el más utilizado, se aprovecha, pues,

la capacidad de los núcleos de muchos átomos, naturalmente inactivos, de absorber neutrones y convertirse de esta manera en radiactivos.

Pero existe también una segunda forma de generarse isótopos en los reactores, que es a partir de los llamados productos de escisión de los núcleos de uranio-235. Como es sabido, este isótopo se escinde tanto por neutrones rápidos como por los neutrones lentos, dando lugar a la producción de nuevos neutrones que hacen que se automantenga la reacción en cadena y que se produzca plutonio como consecuencia de la absorción de neutrones por el uranio-238, a la vez que se forman nuevos isótopos en número bastante elevado, como resultado de las distintas formas en que puede romperse el uranio-235. Todos ellos son radiactivos y dan origen a su correspondiente serie. Entre ellos los más interesantes son el estroncio-90 y el cesio-137.

La otra fuente de producción de isótopos son los aceleradores de partículas, siendo muy frecuente el empleo del ciclotrón con este fin. En estos aparatos, los isótopos se generan mediante el bombardeo de un determinado elemento, con partículas proyectiles previamente aceleradas como son los electrones, deuterones y protones, obteniéndose el isótopo de un elemento distinto al utilizado como blanco. Este procedimiento se utiliza en aquellos casos en que el isótopo radiactivo no se puede producir mediante absorción neutrónica del elemento estable, debido a que éste tiene una sección eficaz de absorción de neutrones muy pequeña.

Los isótopos procedentes de los reactores nucleares tienen un número de neutrones superior al del isótopo estable, por lo cual se dice que son ricos en neutrones, mientras que los que se obtienen en los aceleradores tienen, por el contrario, un número de neutrones inferior al de dicho isótopo estable y se denominan pobres en neutrones.

Ambas clases de isótopos tienen características diferentes por lo que se refiere a su período de semidesintegración, clase y energía de la radiación emitida y actividad específica, propiedades que describiremos más adelante.

Los isótopos producidos en un ciclotrón son más convenientes, con frecuencia, para un determinado fin que los obtenidos en un reactor, tratándose del mismo elemento, por lo que al período de semidesintegración se refiere. Así, por ejemplo, el berilio-7 y el vanadio-48 son los únicos isótopos radiactivos de estos elementos que tienen períodos suficientemente largos para efectuar ensayos con ellos como indicadores en sus respectivos metales estables. El sodio-22, con su período de 2,6 años, permite efectuar experimentos largos, imposibles de realizar con el sodio-24 obtenido en el reactor, que tiene un período de 15 horas.

Otra característica que diferencia los dos tipos de isótopos es la clase de radiación emitida. Los isótopos ricos en neutrones decaen por emisión beta, mientras que los deficientes en neutrones lo hacen mediante la emisión de positrones o por captura de electrones orbitales por el núcleo. Así, muchos

isótopos producidos por el ciclotrón son fuentes importantes de positrones o de rayos X

Señalemos, por fin, que los isótopos originados en el ciclotrón tienen normalmente actividades específicas mucho más elevadas para un mismo elemento que los obtenidos en los reactores. Esto es consecuencia de que en la mayoría de los casos el bombardeo de neutrones en el reactor, da origen a un isótopo radiactivo del mismo elemento que constituye el blanco, con lo que no es posible la separación química. Las reacciones en el ciclotrón con partículas cargadas producen isótopos de un elemento invariablemente distinto del material blanco, con lo que el radioisótopo se puede separar fácilmente por vía química con una actividad específica muy alta.

No obstante, existen casos en que los isótopos producidos en el reactor son los más adecuados para determinados trabajos. Citemos como ejemplo el cobalto-57 para muchas aplicaciones del efecto Mössbauer en física nuclear y en física del estado sólido.

Periodo de semidesintegración

Los elementos radiactivos se desintegran emitiendo distintos tipos de radiaciones, para transformarse, finalmente, en un elemento estable. Gran parte de sus aplicaciones están fundadas en las propiedades de tales radiaciones o de su interacción con la materia.

Como es sabido, la ecuación fundamental de las transformaciones radiactivas es:

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad [1]$$

donde N es el número de átomos radiactivos y λ la constante radiactiva, o sea, la fracción de átomos que se transforma en la unidad de tiempo.

Integrando la ecuación anterior, y suponiendo que N_0 es el número de átomos en el instante $t = 0$, se tiene:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad [2]$$

Se denomina período de semidesintegración al tiempo necesario para que una cantidad cualquiera de una especie atómica radiactiva se reduzca por transformación a la mitad, o sea, para que $N = \frac{N_0}{2}$; la ecuación [2] se transforma entonces en

$$N = N_0 e^{-0.69 \frac{t}{T}}$$

siendo T el período de semidesintegración.

Radiaciones emitidas

Los elementos radiactivos emiten tres clases de radiaciones: alfa, beta y gamma.

Los rayos alfa, constituidos por núcleos de helio, se absorben por espesores muy débiles de materia, siendo su recorrido en el aire solamente de algunos centímetros. Para cada elemento, se emiten individualmente con la misma energía, y para recorridos iguales alcanzan, prácticamente, el detector con la misma energía residual.

La ionización no es constante a lo largo de la trayectoria, sino que el

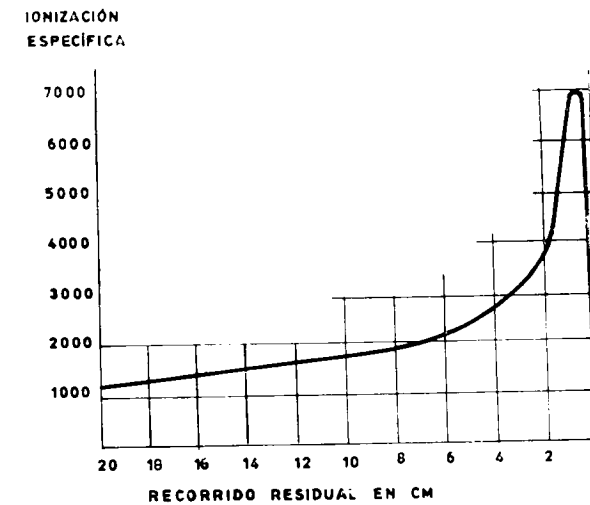


Fig. 1

número de iones formados por unidad de longitud (ionización específica) depende de la velocidad de la partícula. En la figura número 1 se indica esta variación, a la vez que se puede apreciar que la ionización específica es tanto mayor cuanto menor es la velocidad.

Se sabe para un cierto número de elementos y para determinadas energías de las partículas alfa, el poder de absorción relativo para dichos elementos con relación al aire. Por consiguiente, conociendo la energía de la radiación utilizada y la composición de las sustancias estudiadas, se puede calcular el espesor equivalente a 1 cm. de aire de dichas sustancias y, por tanto, su absorción. En la práctica, el problema es más complicado, ya que por una parte los elementos que se emplean emiten grupos de partículas alfa de distintas energías, y por otra, las fuentes tienen un cierto espesor, con lo que el espectro de rayas teórico se convierte en un espectro continuo difícil de pre-

cisar. Hay que señalar, por fin, que el número de emisores alfa que se pueden utilizar cómodamente es muy reducido.

Los rayos beta son electrones dotados de gran energía, y, contrariamente a lo que ocurre con los rayos alfa, presentan un espectro de emisión continuo. Así, si escogemos un emisor beta determinado, en su radiación se encuentran partículas de todas las energías comprendidas entre cero y un máximo característico del elemento en cuestión. En la figura 2 se presentan dos formas de espectros beta.

La absorción de las partículas beta se debe principalmente a las pérdidas de energía por colisión con los electrones, por lo cual depende, en primer lugar, del número de éstos por unidad de volumen de la sustancia atravesada. Como el número de electrones por átomo es, aproximadamente, proporcional a su masa, se tiene que para todos los elementos ligeros, con la excepción

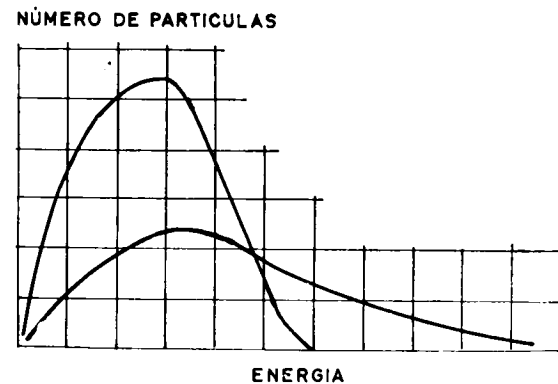


Fig. 2

del hidrógeno, la absorción es prácticamente función de la masa por unidad de superficie. Por esta razón, se refiere corrientemente el espesor a medir a mg/cm^2 . De esta manera, la absorción para densidades superficiales (mg/cm^2) iguales de sustancias diferentes, es prácticamente independiente de la densidad o de la masa atómica de la sustancia. Los recorridos de las partículas beta son superiores a los de las partículas alfa, y pueden alcanzar hasta algunos metros en el aire.

Aunque no es rigurosamente exacto, se puede admitir en la práctica que la absorción de la radiación beta sigue una ley exponencial, asociando ésta a un recorrido máximo. Por ello, las fórmulas que damos más adelante para la radiación gamma, se pueden utilizar también en el caso de la radiación beta.

Hay que considerar, por último, la radiación de frenado originada por la difusión inelástica de los electrones sobre los núcleos de los átomos, que da lugar a la emisión de una radiación electromagnética denominada Bremsstrahlung, que constituye el fondo continuo de los espectros de rayos X. Así, pues, si se hace incidir una parte de los electrones emitidos por una fuente

beta sobre un blanco convenientemente elegido, se obtendrá un espectro de rayos X que se podrá utilizar en la misma forma que el producido en un generador clásico. La forma en que se absorben estos fotones es, evidentemente, la misma que para los rayos gamma. La figura 3 indica los espectros de radiación Bremsstrahlung obtenidos por este procedimiento.

Los rayos gamma son ondas electromagnéticas de corta longitud de onda, análogas a la luz o a los rayos X. Son muy penetrantes y pueden atravesar espesores de materia considerables.

La absorción de la radiación gamma en la materia sigue una ley expo-

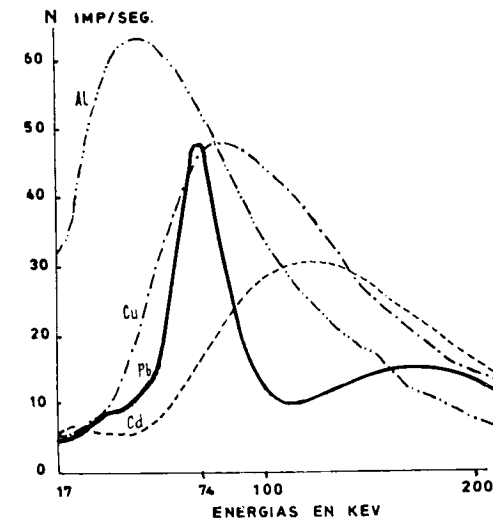


Fig. 3

nencial. Si una radiación incidente de intensidad I atraviesa un espesor $d x$, la fracción absorbida $d I$ es proporcional a $d x$ y a I , según la fórmula

$$d I = -\mu I d x$$

que integrada, teniendo en cuenta las condiciones en los límites, se transforma en

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad [3]$$

en la cual,

I es la intensidad de la radiación emergente de una pantalla de espesor x . I_0 representa la intensidad de la radiación incidente.

μ (cm^{-1}) es el coeficiente de absorción lineal del material considerado para la energía de la radiación gamma utilizada.

Se emplea frecuentemente también el coeficiente de absorción másico, que viene definido por la fórmula

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

donde ρ es la densidad. Las unidades de μ_m son cm^2/g .

El espesor de la pantalla se expresa en este caso en densidad superficial de materia (g/cm^2).

La ecuación [3] también puede escribirse bajo la forma

$$I = I_0 \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{x}{e^{1/2}}}$$

en la cual $e^{1/2}$ es el espesor semirreductor, es decir, el espesor de materia que absorbe la mitad de la radiación incidente.

La absorción de la radiación gamma por la materia tiene lugar por uno de los tres procesos siguientes

Efecto fotoeléctrico.

En este caso, el fotón incidente arranca un electrón a un átomo, al que cede toda su energía. Los electrones más afectados son los que están ligados con más fuerza al núcleo. Para que tales electrones sean extraídos del átomo, es preciso que la energía del fotón incidente sea superior a la energía de ligazón correspondiente a la órbita electrónica en cuestión.

Si $h\nu$ es la energía del fotón (h constante de Planck y ν frecuencia de la radiación) y P la energía de ligazón electrón-núcleo, se deberá verificar que $h\nu > P$. La diferencia $h\nu - P$ corresponde a la fuerza viva que tiene el electrón después de su extracción.

Estos electrones se denominan fotoelectrones, y han sido objeto de numerosas investigaciones para determinar su energía, a cuyo fin se utiliza la espectrografía magnética con un campo adecuado.

Las trayectorias de los fotoelectrones en el vacío se desvían y se impresionan en una placa fotográfica, con lo que se obtiene un verdadero espectro cuya interpretación da indicaciones muy interesantes sobre la estructura de los átomos.

La absorción por efecto fotoeléctrico es especialmente importante para la radiación gamma de reducida energía (inferior a 1 MeV, excepto para los elementos muy pesados) y disminuye cuando la energía aumenta. Depende, asimismo, de la naturaleza de la materia irradiada y, concretamente, del número de electrones.

El fotoelectrón, en general, sale impulsado en la misma dirección de la radiación gamma incidente, aunque también hay que señalar una emisión en sentido inverso (electrones de retroceso). Estos fotoelectrones, a lo largo de su trayectoria, chocan con otros átomos y provocan la emisión secundaria de nuevos electrones. La recomposición de aquellas órbitas de las cuales se han desprendido electrones, da lugar a la emisión de una nueva radiación muy blanda, llamada fluorescente.

Efecto Compton.

En este caso, el fotón incidente cede solamente una parte de su energía a un electrón, correspondiendo la diferencia a un nuevo fotón, cuya dirección no es la misma de la radiación primitiva, sino que, en general, forma con ella un ángulo φ . El electrón sale proyectado según otro ángulo θ con la referida radiación incidente.

La relación entre θ y φ se puede determinar aplicando el principio de la conservación de la cantidad de movimiento, teniendo en cuenta la corrección relativista. Si el electrón tiene en reposo una masa m_0 , cuando se mueve con una velocidad v , su masa m toma el valor $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, siendo C la velocidad de la luz en el vacío.

Realizados los cálculos, se tiene finalmente la fórmula

$$\frac{m_0 V}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}} \quad \text{sen } \theta = \frac{h \nu'}{C} \quad \text{sen } \varphi$$

relación angular que permite calcular la variación de la frecuencia o de la longitud de onda de la radiación secundaria.

Por cada fotón difundido según un ángulo φ se produce un electrón rebotado cuya trayectoria forma un ángulo θ .

Producción de pares.

Este efecto no tiene lugar sino para fotones incidentes de energía superior a 1 MeV. Puede producirse entonces una colisión de aniquilamiento del fotón con el nacimiento de un par constituido por un electrón y un positrón. En este caso, se conservan igualmente la energía y la cantidad de movimiento.

Actividad específica.

La actividad por unidad de masa o actividad específica, adquirida por un elemento sometido a un flujo de neutrones, viene dada por la expresión

$$A = \frac{0,6 \Phi \sigma}{3,7 \times 10^{10} \times M} \left(1 - e^{-0,69 \frac{t}{T}}\right)$$

en la cual,

A es la actividad en curios por gramo.

Φ es el flujo de partículas activantes (normalmente neutrones).

σ es la sección eficaz del isótopo activado en barnios ($1 \text{ barnio} = 10^{-24} \text{ cm}^2$).

M es la masa atómica del isótopo activado.

t es el tiempo de irradiación.

T es el período de semidesintegración del isótopo radiactivo.

Si $t \gg T$, la expresión $1 - e^{-0,69 \frac{t}{T}}$, difiere muy poco de la unidad, alcanzándose la actividad de saturación que no depende más que de Φ y σ . Como σ es una constante, la actividad específica es tanto mayor cuanto más grande es Φ . De ahí el interés que tienen los reactores con elevados flujos de neutrones para la producción de isótopos de alta actividad específica.

Si $t < T$, podemos desarrollar en serie la expresión anterior, deteniéndonos en el primer término. Se tiene entonces:

$$1 - e^{-0,69 \frac{t}{T}} = 1 - \left(1 - 0,69 \frac{t}{T}\right) = 0,69 \frac{t}{T}$$

Detección de las radiaciones

Son precisos para este fin el empleo de un contador, junto con su equipo electrónico auxiliar. En lo que sigue, vamos a dar unas ideas generales acerca de los mismos.

Cámara de ionización

Está constituida fundamentalmente por dos electrodos aislados de forma geométrica muy variable, entre los cuales se establece una diferencia de potencial determinada. Cuando una partícula ionizante atraviesa el espacio comprendido entre dichos electrodos, pierde su energía total o parcialmente por

ionización. Los iones formados se dirigen al electrodo de signo contrario, en donde aparecen cargas que es posible utilizar de dos maneras: bien en forma de impulso, o como corriente de restitución que circula en una resistencia que conecta uno de los electrodos al generador de tensión.

Es un aparato sencillo y estable. Su problema más importante es el aislamiento de los electrodos. La corriente se debe únicamente a las cargas producidas en el proceso de ionización primaria, ya que la energía del campo no es suficiente en estos aparatos para originar ionizaciones secundarias; normalmente está comprendida entre 10^{-9} y 10^{-10} amperios. La resistencia puede alcanzar un valor de 10^{12} ohmios, con lo que se dispone, en general, en bornes de una tensión de varios voltios cuya medida necesita un dispositivo electrónico.

La absorción de la radiación gamma o X por el gas de la cámara, es relativamente débil en las condiciones normales, pudiéndose mejorar notablemente el rendimiento del detector llenándolo con un gas pesado (argón) bajo presión.

Contador Geiger-Müller

Este detector tiene una sensibilidad muy superior a la cámara de ionización. Está constituido normalmente por un cilindro lleno de gas a baja presión, atravesado por un electrodo axial, entre los que se establece una diferencia de potencial. Es muy interesante en estos aparatos la construcción de la curva característica obtenida al someter al detector a una irradiación constante (por ejemplo, situándolo enfrente de un isótopo radiactivo), aumentando gradualmente la tensión aplicada y observando el número de impulsos que se registran. Se advierten cuatro regiones características limitadas por las tensiones V_1 , V_2 y V_3 .

Para una tensión inferior a V_1 , el número de impulsos aumenta hasta que se estabiliza en forma de meseta y que corresponde a la reunión de los iones formados en el proceso de ionización primaria, primero de una manera imperfecta y después total. Esta parte de la curva representa el funcionamiento de una cámara de ionización.

Entre V_1 y V_2 , el número de impulsos crece regularmente, revelando la observación oscilográfica la presencia de un espectro. En esta región, además de la ionización primaria, la energía del campo permite que tengan lugar ionizaciones secundarias. Si una partícula incidente da origen a la formación de n pares de iones, en el electrodo aparecen $A n$ cargas. Así pues, cada uno de los electrones primarios da nacimiento a A electrones secundarios. A se denomina factor de amplificación y varía mucho con la tensión. Esta región donde la carga es función de la ionización primaria, recibe el nombre de región proporcional. El valor máximo del factor de amplificación es de 10^4 .

En la tercera región aparece una nueva meseta, que caracteriza el funcio-

namiento del contador Geiger. Cualquiera que sea el número de cargas originadas en el proceso de ionización primaria, todos los impulsos son de la misma amplitud para una tensión dada. Dicha amplitud puede variar notablemente en función de la tensión aplicada.

En la región cuarta se produce la descarga disruptiva del contador y no presenta ningún interés desde el punto de vista de la detección.

Los contadores Geiger tienen una vida limitada, que es como tope el registro de 10^{10} cuentas.

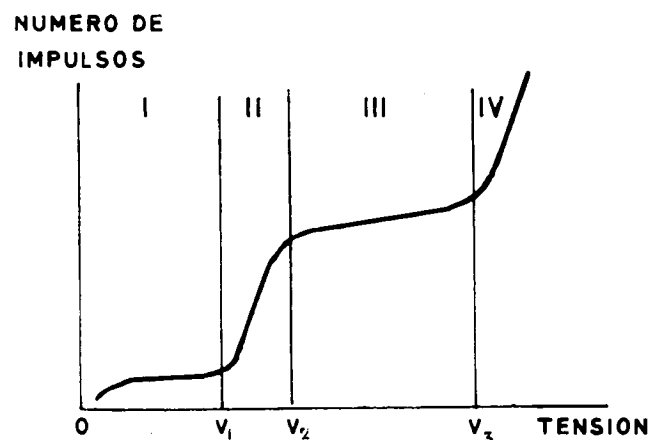


Fig. 4

Contador de centelleo

Se compone de un detector luminiscente (cristal de ioduro sódico activado en un baño de talio, antraceno, etc.) que va acoplado ópticamente a un tubo fotomultiplicador que consta, a su vez, de una célula fotoeléctrica y de un sistema de plaquitas metálicas o dinodos que tienen como fin aumentar el número de electrones.

El detector entrega un impulso luminoso (a la frecuencia característica del cuerpo utilizado) cuando una partícula ionizante interacciona con él y le cede su energía. La intensidad luminosa del centelleo es, para un cierto número de cuerpos, proporcional a la energía disipada en el detector por la partícula incidente.

Este impulso luminoso impresiona una célula fotoeléctrica que da origen a un cierto número de electrones que se aceleran y que se multiplican por la emisión secundaria de los sucesivos dinodos.

Entre los cristales que más se utilizan como detectores, figuran el ioduro

de sodio activado en un baño de talio, los plásticos que centellean y el sulfuro de cinc.

El ioduro de sodio se utiliza recubierto por una envuelta metálica con cierre estanco, debido a su carácter higroscópico. Es difícil de fabricar, pero tiene la ventaja de que su densidad es elevada ($d = 3,67$) y que su respuesta es proporcional a la energía. El rendimiento de un contador de centelleo alcanza el 90 por 100 para la radiación gamma de una energía de unos 100 KeV, y el 40 por 100 para una energía próxima a 1 MeV con los cristales que normalmente se emplean, con un diámetro de 40 mm. y una altura de 25 mm.

Los plásticos son más baratos que el ioduro de sodio, pero tienen la desventaja de que su densidad es muy inferior y que los destellos emitidos no son proporcionales a la energía y mucho menos intensos.

El sulfuro de cinc se emplea para la detección de partículas alfa. Proporciona impulsos elevados, y su tiempo de extinción es relativamente grande ($\lambda 10^{-5}$ seg.).

Además del detector, el contador de centelleo se compone del fotomultiplicador. Este consta de la célula fotoeléctrica, que muy corrientemente es de antimonio y cesio, y del sistema multiplicador de dinodos, que suelen ir dispuestos en forma de jaula de ardilla o linealmente. Con ello, se consigue que los electrones emitidos por el fotocátodo sufran un proceso multiplicativo, cuya ganancia alcanza a 10^6 ó 10^7 solamente con diez dinodos. El conjunto no presenta ninguna parte frágil y su vida es prácticamente ilimitada, salvo en el caso de descargas importantes.

Presenta algunos inconvenientes. Uno de ellos es que la ganancia es muy sensible a las variaciones de la tensión de alimentación. Así, para un fotomultiplicador de n etapas se tiene que $\frac{\Delta G}{G} = n \frac{\Delta V}{V}$, donde G es la ganancia,

V la tensión de alimentación, y n un coeficiente próximo a 0,7 y que varía con el tipo de fotomultiplicador. Se precisan, pues, tensiones de alimentación relativamente elevadas (entre 1.500 y 2.000 voltios, generalmente) y muy estabilizadas (1 por 1.000 como mínimo).

Con tensiones inferiores a la de funcionamiento, se observa una deriva regular que corresponde a una baja en la sensibilidad, y que disminuye después de algunas horas de puesta en marcha, pero que reaparece cada vez que el aparato comienza a operar de nuevo si es precedido de un largo período de inactividad. Son, asimismo, sensibles a los campos magnéticos.

La utilización del fotomultiplicador para contar impulsos permite, en ciertos casos favorables, obtener una meseta de contaje. Sin embargo, esto no tiene lugar sino con radiaciones monocromáticas, o al menos de energía suficientemente elevada para que los impulsos más débiles del espectro sean netamente superiores a los correspondientes al fondo.

Cuando funciona el aparato con circuito integrador de corriente, hay que tener en cuenta lo mismo que se ha dicho para el caso de los contadores Geiger, pero con la diferencia de que tiene una duración mucho mayor

Algunos autores han señalado el interés que presenta la utilización de fotomultiplicadores, en los cuales únicamente el fotocátodo y algunas etapas de multiplicación van conectadas a un condensador de lámina vibrante. Con este montaje se obtiene una estabilidad comparable a la de las cámaras de ionización con una sensibilidad muy superior.

Equipo electrónico asociado al detector

Hemos indicado anteriormente que los detectores pueden traducir sus indicaciones en forma de corriente o en forma de impulsos.

En el primer caso, las corrientes generadas en una cámara de ionización, por ejemplo, son demasiado débiles para poderlas emplear directamente. Un procedimiento que puede utilizarse es medir la caída de tensión a que dan lugar en los bornes de una resistencia elevada mediante un método electrométrico. Las cámaras se conectan a resistencias del orden de 10^8 a 10^{10} ohmios. La tensión se aplica a los bornes de un tubo electrometro seguido de un amplificador de corriente continua.

La medida de esta tensión se puede realizar también con un amplificador y condensador de lámina vibrante. En este sistema, la tensión a medir y que aparece en los bornes de la resistencia, carga un condensador de capacidad reducida, una de cuyas armaduras es móvil y la otra fija. La armadura móvil puede estar animada de un movimiento senoidal, ya que se demuestra que en primera aproximación la tensión en los bornes del conjunto varía también senoidalmente. Con este dispositivo, que es la parte más delicada del aparato, se evitan los inconvenientes de operar con corriente continua.

Cuando se registran los impulsos, los aparatos son más complicados que en el caso precedente y suelen disponerse de la forma siguiente: detector-amplificador-discriminador (o selector de amplitud), integrador y registrador.

Según sea el detector que se utilice, el amplificador que va conectado a él tendrá una anchura de banda mayor o menor, lo que viene impuesto por el tiempo que los electrones tardan en alcanzar el ánodo y que constituyen la señal de salida del detector. Así, los amplificadores asociados a las cámaras de ionización pueden tener una anchura de banda hasta de algunos centenares de KHz, en tanto que los conectados a los fotomultiplicadores pueden alcanzar hasta algunos MHz.

La señal procedente del amplificador representa, en general, un espectro continuo, siendo preciso fijar el límite a partir del cual va a ser registrada como impulso. A este fin, se utiliza un discriminador que entrega un impulso standard para cada señal incidente que sobrepasa el límite fijado. Este im-

pulso de duración y amplitud perfectamente estabilizadas, se aplica al circuito integrador que traduce el contaje medio bajo forma de corriente o tensión que le son proporcionales.

El circuito equivalente a este integrador se puede esquematizar por una capacidad C conectada en paralelo a una resistencia R , con lo que se tiene una constante de tiempo $T = RC$.

La tensión se mide con un voltímetro y se aplica al registrador o al galvanómetro de medida.

En ciertos casos, como en el análisis por activación, es preciso conocer el reparto de alturas de los impulsos, lo que se efectúa por un selector de amplitud que entrega un impulso standard para todo impulso cuya amplitud esté comprendida entre V y ΔV .

El selector puede ser de un canal, en cuyo caso se obtiene el espectro de impulsos haciendo variar a V , o también multicanal que da inmediatamente dicho espectro. La introducción de la llamada memoria magnética, ha permitido construir selectores hasta de 1.000 canales, que clasifican y almacenan los impulsos. La restitución del espectro se hace por medio de un registrador o con una máquina impresora que da el número de impulsos almacenados en cada canal. Para que este espectro de impulsos corresponda al espectro de energía, hace falta que el conjunto de detección asociado al selector sea proporcional, es decir, que las alturas de los impulsos sean proporcionales a la energía de la radiación.

Alimentación del detector

Debe realizarse mediante una fuente exterior. Para las cámaras de ionización bastan tensiones del orden de un centenar de voltios que no es preciso estén muy estabilizadas. Por el contrario, los contadores Geiger requieren tensiones que, en casos, sobrepasan los 1.000 voltios, no siendo tampoco muy crítica la estabilidad, salvo que el detector trabaje en la región proporcional. Para estos últimos y para fotomultiplicadores, la alimentación debe poder alcanzar hasta algunos millares de voltios con una estabilidad superior a la milésima.

Fluctuaciones

La emisión de radiaciones por los cuerpos radiactivos es un fenómeno estadístico. Si el número medio de sucesos registrados utilizando un detector y una fuente constante es N por unidad de tiempo, cada medida individual dará, en general, un valor diferente de N en más o en menos. Si se considera el intervalo definido por $N \pm \sqrt{N}$ (siendo \sqrt{N} el error standard) se tendrá, repitiendo las medidas, un 68 por 100 de probabilidades de estar dentro de este intervalo. Si se desea más precisión, será necesario tomar $N \pm 2\sqrt{N}$ o

$N \pm 3 \sqrt{N}$ que dan, respectivamente, las probabilidades de alcanzar los intervalos correspondientes del 96 por 100 y 97 por 100.

En la práctica, lo más corriente es estudiar la forma de una señal que traduce de una manera continua la evolución del fenómeno estudiado, para lo cual se requiere un integrador, una de cuyas características es su constante de tiempo T. La precisión relativa sobre un número medio N de impulsos por segundo, viene dada por la expresión

$$\varepsilon_p^{0.05} = \frac{0,67}{\sqrt{2TN}}$$

Hay que hacer notar que se trata del error probable (probabilidad 0,5 de hallarse en el intervalo considerado), siendo el error standard

$$\varepsilon_s^{0.05} = \frac{1}{\sqrt{2TN}}$$

APLICACIONES DE LOS ISÓTOPOS RADIATIVOS EN LA MINERÍA DEL CARBÓN

Al igual que en la industria, en general, los isótopos radiactivos se pueden emplear como instrumentos de control o como indicadores en la investigación.

Como instrumentos de control, aparte de algunas medidas sencillas de nivel o de concentración, las operaciones de esta clase en la preparación mecánica de los carbones consisten fundamentalmente en la determinación de la densidad, de la humedad y del contenido en cenizas. Las medidas se basan, generalmente, en la absorción de la radiación transmitida o dispersada, interviniendo en cada operación los factores antes citados. Si la radiación tiene una energía suficiente, la intensidad de dicha radiación que se transmite no depende más que de la densidad del medio. Si la energía de la radiación es inferior a 60 KeV, su intensidad dependerá en gran proporción de la naturaleza química del medio atravesado. Cuando se opera por retrodispersión, se puede disminuir en proporciones convenientes la influencia de la densidad aparente o de la humedad, para poder medir solamente el contenido en cenizas.

Por lo que se refiere al empleo de los isótopos radiactivos en la investigación, Gaudin, en 1952, señaló que la radiactividad se podía utilizar como instrumento de investigación en la prospección y preparación de minerales. Por medio de la radiactividad inducida, se puede determinar la naturaleza de ciertos minerales y aun analizar cuantitativamente elementos raros como el germanio. Las radiografías de preparaciones de carbones irradiados permiten observar trazas de minerales. Las diferencias de absorción o de difusión de la radiación gamma por el carbón y la pizarra, hacen posible distinguir las vetas de aquél y el material estéril que le rodea.

La preparación de minerales en todas sus fases ha utilizado ampliamente los indicadores radiactivos. En flotación se han empleado tanto para investigar las interacciones entre el reactivo y el mineral como para observar la influencia de los agentes de modificación de la tensión superficial.

Podemos dividir las aplicaciones de los isótopos radiactivos en la minería del carbón según tres grupos fundamentales:

- 1.º Todos aquellos problemas que no requieran gran precisión en la medida de la actividad de la fuente.
- 2.º Determinaciones de densidad por transmisión o retrodispersión.
- 3.º Diferenciación de carbón y pizarra.

Antes de pasar al detalle de cada uno de ellos, veamos algunas condiciones particulares que deben reunir los isótopos para su empleo en las minas.

Como en la mayoría de las aplicaciones industriales, el periodo de semidesintegración del isótopo debe de ser suficientemente largo. En la medida de densidades la radiación deberá, en general, atravesar una cantidad de materia importante, por lo cual habrán de emplearse los rayos gamma penetrantes. Por el contrario, para la determinación del contenido en cenizas se utilizará la radiación gamma blanda. La radiación beta como tal se emplea en raras ocasiones.

A continuación damos un cuadro con los emisores gamma susceptibles de ser utilizados, en el que se indica la energía de la radiación emitida y su periodo de semidesintegración. Van encapsulados en aluminio y dentro de una cubierta de plomo, con colimación para la salida del haz.

Elemento	Energía de la radiación gamma en MeV	Periodo de semidesintegración
Cobalto-60	1,17 -1,33	5,23 años
Cesio-137	0,66	37 años
Cesio-134	0,56 -1,36	2,3 años
Selenio-75	0,067 -0,405	127 días
Tulio-170	0,081 (3 %)	129 días
Europio-155	0,336-0,788-1,116	16 años
Iridio-192	0,136-0,613	74,3 días

Por lo que respecta a los aparatos que deben utilizarse en las minas, evidentemente deben de ser robustos y sencillos. En este sentido parecen más indicados el contador Geiger y la cámara de ionización.

Como las atmósferas mineras contienen de ordinario mucho polvo y humedad, los aparatos electrónicos deberán ser estancos a los mismos con objeto de poder asegurar su buen funcionamiento. Por esta razón, los transistores son preferibles a las válvulas, que, de paso, también disminuyen el peso y el tamaño del equipo.

Cuando los isótopos se emplean en operaciones muy rápidas, como es, por

ejemplo, la distinción del material que se desplaza en las vagonetas, se precisan integradores con constantes de tiempo muy pequeñas, del orden de la décima o centésima de segundo, y registradores rápidos que al mismo tiempo sean lo bastante sólidos para utilizarlos en las labores mineras.

La sensibilidad y precisión de los métodos que utilizan radioisótopos han de ser elevadas cuando reemplazan a otros químicos que son muy precisos. Tal es el caso, por ejemplo, de la determinación del contenido en cenizas, la proporción de schlams en el agua, etc.

Por último, los aparatos que se empleen deben responder a ciertas condiciones de seguridad respecto al grisú, mediante la adopción de un circuito de seguridad intrínseca o con una protección aislante.

APLICACIONES QUE NO REQUIEREN GRAN PRECISIÓN EN LAS MEDIDAS

Determinación de una posición

Si se fija una fuente radiactiva debidamente colimada para tener un haz fino sobre un determinado aparato que se desplaza, se puede determinar la posición del mismo. Por este procedimiento se puede dirigir teóricamente el movimiento de la jaula en un pozo minero y detenerla en niveles previamente establecidos. Para ello, se coloca la fuente radiactiva en la jaula a la vez que se determinan los niveles mediante la fijación de diferentes detectores a lo largo de la altura del pozo. Estos detectores accionan un relé al paso de la jaula. Dispositivos análogos se pueden emplear como sistemas de seguridad y para indicar la posición de las locomotoras en las galerías.

Medida de la velocidad de rotación de un ventilador

El método más sencillo consiste en marcar una de las palas del ventilador (fig. 5) con un isótopo radiactivo (por ejemplo, con un poco de barniz que contenga en suspensión Iridio-192, finamente disperso en cantidad de 2

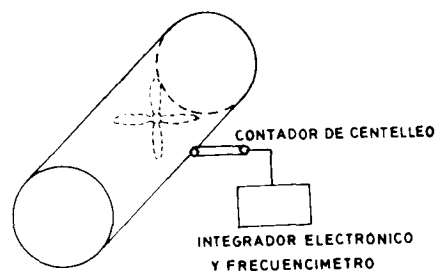


Fig. 5

milicurios). Un detector situado en el exterior de la tubería cuenta el número de veces que la pala pasa delante de él. El equipo electrónico al cual va conectado el Geiger o el tubo de centelleo, permite detectar el grupo de impulsos que corresponden a cada paso de la pala y contarlos.

Almacén de varios aparatos

El procedimiento consiste en fijar la fuente a uno de los aparatos y el contador a otro, intercalando entre ambos colimadores. De esta forma, la radiación de la fuente llega al detector solamente a través de dichos colimadores.

Este método sencillo permite sincronizar las operaciones de descarga de los hornos de coque (fig. 6). Para ello se monta el isótopo radiactivo (cobalto-60) sobre la guía de coque de la vagoneta y el detector Geiger sobre la deshornadora. El maquinista puede alinear esta última, el horno y la

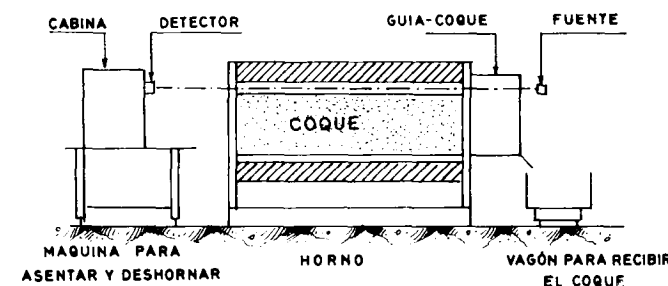


Fig. 6

guía de coque. El empujador sólo puede moverse hacia adelante en el caso de que el haz de radiación incida sobre el detector y de que hayan sido retiradas las dos puertas.

Determinación y regulación de niveles

Constituye una de las aplicaciones más útiles y sencillas. Los relés que se emplean en la medida de niveles por medio de la radiactividad, son particularmente interesantes en las instalaciones mineras, ya que la acumulación de polvo y la atmósfera muy húmeda que reinan en ellas, eliminan los procedimientos por contacto eléctrico o por célula fotoeléctrica.

La fuente que, generalmente, se utiliza es el cobalto-60. Si entre la fuente y el detector se interpone un medio cualquiera como el carbón y el agua, la radiación emitida por aquella es absorbida y el contador no nos dará ninguna

indicación. De esta manera se puede accionar un relé cuando se haya alcanzado el nivel deseado.

Una aplicación de lo que acabamos de exponer lo constituye el llenado correcto de las vagonetas (fig. 7). Para ello, una fuente con un milicurio de cobalto-60 se dispone lateralmente enfrente de un detector, al cual llega la radiación emitida por aquella después de atravesar unos 15 mm. de acero cuando el carbón no ha alcanzado el límite superior. Una vez que esto último ocurre, la radiación se absorbe prácticamente, y entonces el detector indica que la vagoneta se ha llenado correctamente, pudiéndose accionar un relé para la puesta en marcha de la misma. Simultáneamente, se sitúa otra fuente enfrente del fondo de la vagoneta, cuya radiación retrodispersa se mide por un detector conectado al dispositivo electrónico del primer contador, con lo que se aumenta la sensibilidad del registro.

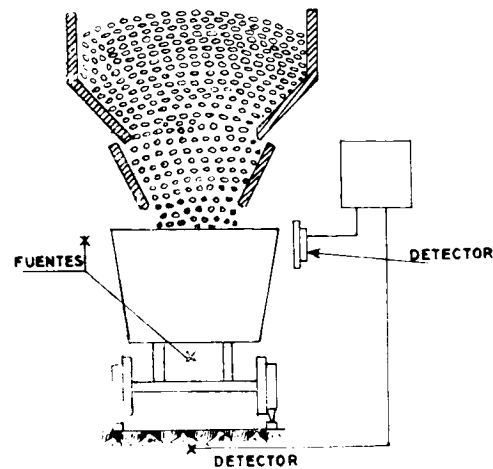


Fig. 7

Procedimiento análogo se utiliza para regular los niveles del carbón en los depósitos y los de la mezcla breca-carbón en los mezcladores de las instalaciones de aglomerados. En este último caso, dos fuentes y dos relés definen un nivel superior y otro inferior.

Determinación y regulación de distancias

En muchas ocasiones se desea fijar una distancia entre dos objetos y regularla entre dos valores límites. Este caso se presenta, por ejemplo, en la regulación de la altura de carga de un vagón. Con objeto de no fraccionar los trozos de mineral, se impone una altura de caída que no sobrepase los

30 cm. Es, pues, necesario descender al máximo el dispositivo de carga del vagón y elevarlo regularmente a medida que el nivel aumenta.

Para ello, se sitúan a cada lado de dicho dispositivo un isótopo radiactivo y el contador Geiger. Si el vértice del montón de carbón alcanza la altura de la fuente, el contador acciona un relé que sube la descarga.

En general, resulta más cómodo situar la fuente y el Geiger a un mismo lado y detectar la radiación retrodispersa. La fuente que suele utilizarse es de estroncio-90, rodeada de una envuelta de aluminio o cobre para la producción de la radiación Bremsstrahlung.

Determinación del estéril

Cuando se extrae el carbón de la mina, las cintas transportadoras lo llevan hasta las vagonetas o los skips, que lo conducen al nivel de la calle. Según el porcentaje de estéril, las vagonetas van al lavadero o a la escombrera.

Hasta ahora, la clasificación de las vagonetas que van al lavadero estaba basada en el aspecto de la parte superior de la carga. Este criterio, como puede comprenderse, es insuficiente, ya que una carga de estéril puede estar recubierta por una capa delgada de carbón. Asimismo, tampoco basta la consideración del peso.

Un criterio más interesante es la densidad del producto bruto, que es función del contenido de piedras. Como las vagonetas tienen el mismo espesor, la opacidad a los rayos gamma proporciona una medida de la densidad aparente de la carga y, por consiguiente, de su contenido en pizarra. Se admite que para un volumen importante la granulometría apenas varía.

Se puede emplear con este fin una fuente de 100 milicurios de cobalto-60 y como detector un contador Geiger, que puede ir conectado bien a un integrador o a una escala.

La desviación del integrador será más o menos pronunciada según que pase una vagoneta de carbón o de pizarra entre la fuente y el detector. Como las vagonetas pasan a una velocidad media de 1 m/seg., se precisa un integrador rápido con una constante de tiempo máxima de 0.2 segundos.

Si se coloca a continuación del integrador un relé galvanométrico, la aguja permanecerá bloqueada mientras pasen vagonetas de carbón; en el caso de que lo haga una con pizarra, la aguja vuelve hacia la lectura mínima. Por medio de una luz roja, el operario encargado del servicio queda advertido del paso de una vagoneta de pizarra.

En lugar del integrador puede utilizarse una escala que evita todo retraso en relación con la constante de tiempo. La escala cuenta el número de impulsos que llegan al detector en lugar de integrarlos, y puede detenerse cuando se hayan alcanzado un cierto número de impulsos fijados de antemano, o con un cronómetro.

Cuando pasa una vagoneta, la escala se pone en marcha automáticamente y para de contar transcurrido medio segundo. Pero si el número de impulsos es inferior al fijado previamente, la escala deja de funcionar por el mecanismo de precontaje, que acciona entonces un relé. Para que la escala entre en servicio se precisa un impulso de altura bastante elevado, que se puede originar durante el intervalo de paso de dos berlinas.

La ventaja de operar de esta forma es que se pueden clasificar las vagonetas y conocer al final de cada jornada el número de ellas que han pasado.

Empleo de los isótopos como indicadores

En este apartado se puede incluir la determinación de la velocidad de transporte del carbón en una tubería y la medida del tiempo de permanencia en un mezclador o en un molino.

A estas aplicaciones se pueden añadir aquellas otras basadas en el marcado del carbón, con objeto de seguir su trayectoria y deducir su velocidad.

El carbón se puede marcar irradiándose con un producto externo, como el bromuro de metilo (bromo-82) o el radón. La activación que se consigue es solamente superficial.

DETERMINACIÓN DE DENSIDADES POR TRANSMISIÓN O RETRODISPERSIÓN

Determinación de la densidad por transmisión

Principio.

Cuando una radiación atraviesa un determinado medio, la cantidad de la misma que emerge I está ligada a la incidente por la relación

$$I = I_0 e^{-\mu \rho X}$$

en la que

μ = coeficiente de absorción máximo.

ρ = densidad en g/cm³.

X = espesor en cm.

La ecuación anterior también se puede escribir así:

$$\log \frac{I_0}{I} = \mu \rho X$$

$$\frac{\Delta I}{I} = -\mu \rho X \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

Determinación de la densidad de la pasta para fabricación de coque

Antes de introducirla en el horno, la pasta se coloca en un depósito grande que se llena, dejando caer la masa desde una altura dada. La pasta así almacenada se introduce lentamente en el horno en un tiempo de un minuto aproximadamente.

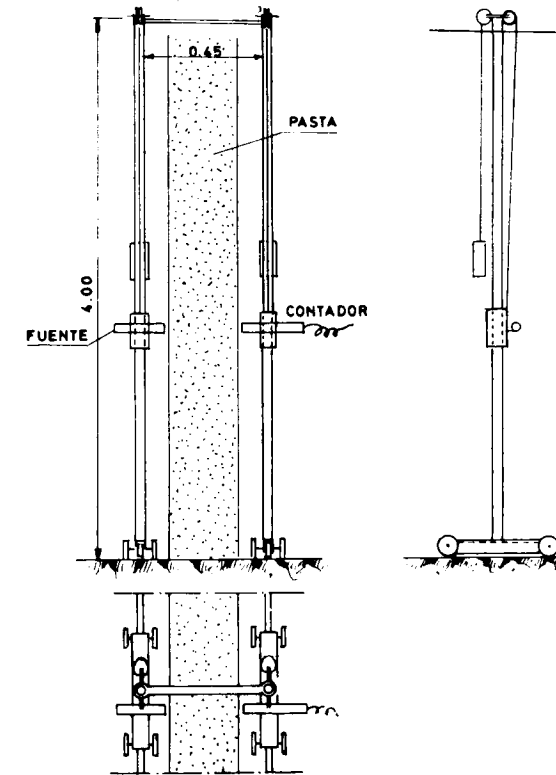


Fig. 8

Con el fin de comprobar si la consolidación primero y la carga del horno después se han realizado de manera conveniente, se mide en distintos puntos de una sección transversal de la pila la densidad del material. Para ello, se colocan (fig. 8) diametralmente opuestos a ambos lados de la célula de prueba el detector y la fuente, fijándolos sobre un mismo plano horizontal, con lo que se pueden desplazar al mismo tiempo a lo largo de un eje vertical. Se han utilizado como isótopos el cobalto-60 y el iridio-192, y como detectores la cámara de ionización y el contador de centelleo. Previamente, hay que determinar la influencia de los diferentes factores, tales como la granulometría de la pasta y el grado de humedad.

Por lo que respecta a la granulometría, el coeficiente medio de absorción μ varía muy poco con ella, como se ha podido comprobar operando en condiciones geométricas idénticas y con cargas diferentes. Así, entre 1 y 3 milímetros, μ vale 0,0913, y entre 6 y 8 mm., μ es igual a 0,0924.

En relación con la humedad y para la radiación del iridio-192, μ vale para el carbón 0,092 y para el agua pura 0,102. La variación de μ es del 1 por 100 cuando el contenido en agua oscila del 0 al 10 por 100, lo que corresponde, suponiendo μ constante, a una variación del 1 por 100 de la densidad. La radiación del cobalto es menos sensible a la naturaleza química del medio atravesado.

Determinación de la concentración de finos de una pulpa

Es necesario conocer lo más exactamente posible el contenido en finos de carbón y pizarra del agua que procedente del lavadero va a la planta de flo-

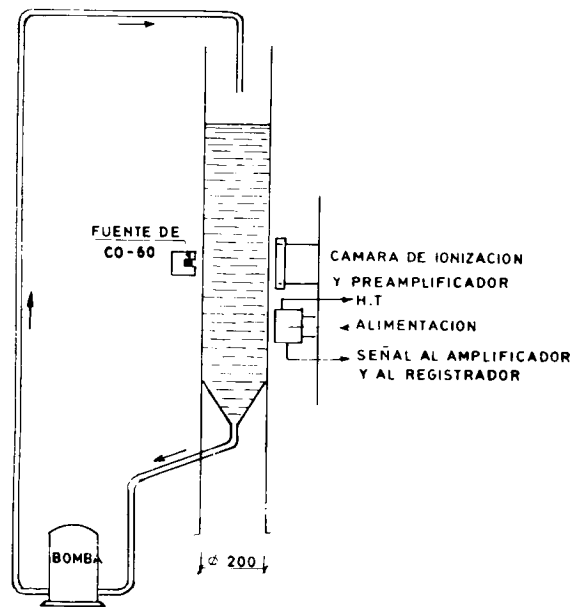


Fig. 9

tación, con el fin de dosificar convenientemente los reactivos en esta operación para mantener el equilibrio de sus circuitos. La concentración de la pulpa puede variar de 50 a 250 g/l., el contenido en cenizas del sólido del 15 al 50 por 100, y la densidad real del fino de 1,35 a 1,80.

Hay que medir, por tanto, tres variables además del gasto para conocer

la marcha de la planta, que son: la densidad de la pulpa, la densidad del sólido y el contenido en cenizas.

La medida de la densidad de la pulpa se puede realizar por los métodos clásicos que requieren un picado en la conducción. El método que emplea la absorción de la radiación gamma tiene la ventaja de que se puede aplicar sobre el conjunto de la tubería y determinar así, rápidamente, el peso total del sólido que pasa por unidad de tiempo.

La densidad del sólido es más difícil de determinar y podría reemplazarse por la medida del volumen ocupado por dicho sólido por litro de suspensión. El cálculo de V sería factible hacerlo por conductimetría, pero en nuestro caso, si bien el agua es conductora, el carbón no lo es, por lo que el método no ha llegado a resultados de interés.

Para la medida de la densidad, el dispositivo más sencillo consiste (fig. 9) en situar a un lado y a otro de la canalización una fuente radiactiva y un detector a una cierta distancia. La actividad medida por el contador es función de la densidad del fluido. La intensidad de la fuente es de 20 milicurios aproximadamente.

Medida de la concentración

Si designamos por V_s el volumen de schlamms comprendido entre dos secciones de la conducción y por V_B el volumen de la pulpa, la concentración en volumen de schlamms será:

$$V = \frac{V_s}{V_B}$$

y la concentración en peso de schlamms por litro de lodo vendrá dada por la expresión

$$\frac{V_s}{V_B} \rho_s, \text{ donde } \rho_s \text{ es la densidad del sólido.}$$

Se trata ahora de encontrar la relación entre la concentración y las actividades medidas.

Si l es el espesor de suspensión atravesada, el volumen de agua pura atravesado por la radiación por cm^2 será:

$$l \left(1 - \frac{V_s}{V_B} \right)$$

y el volumen de schlamms:

$$l \frac{V_s}{V_B}$$

La intensidad de la radiación transmitida por una suspensión dada es:

$$I_B = I_0 e^{-\mu_E l} \left(1 - \frac{V_s}{V_B}\right) \cdot e^{-\mu_s l \frac{V_s}{V_B}}$$

siendo μ_E el coeficiente de absorción lineal del agua y μ_s el de los schlamms. Por tanto:

$$I_B = I_0 e^{-\mu_E l - \frac{V_s}{V_B} l (\mu_s - \mu_E)}$$

$$\frac{I_B}{I_0 e^{-\mu_E l}} = \frac{I_B}{I_0 e^{-\mu_E l}} = \frac{I_B = \text{actividad transmitida por el lodo}}{I_E = \text{actividad transmitida por el agua pura}}$$

La concentración en volumen de schlamms es:

$$V = \frac{V_s}{V_B}; V = -\frac{1}{l(\mu_s - \mu_E)} \log \frac{I_E}{I_B}$$

o considerando el coeficiente de absorción másica

$$V = \frac{1}{l \mu (\rho_s - \rho_E)} \log \frac{I_E}{I_B}$$

La concentración en gramos por litro será:

$$C = V \rho_s = \frac{1}{l \mu \left(1 - \frac{\rho_E}{\rho_s}\right)} \log \frac{I_E}{I_B}$$

donde ρ_s = densidad del sólido; y como ρ_E = densidad del agua = 1,

$$C = \frac{1}{l \mu \left(1 - \frac{1}{\rho_s}\right)} \log \frac{I_E}{I_B}$$

Se ve, pues, que para obtener la concentración de schlamms en g/l. es preciso conocer la densidad del sólido.

Con el esquema de la figura 9, utilizando una fuente de cobalto-60 de 18 milicurios y una cámara de ionización, se puede apreciar fácilmente una variación de 20 g/l.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD POR RETRODISPERSIÓN

Principio

En algunas ocasiones no es posible colocar diametralmente opuestos el detector y la fuente respecto al objeto que se va a medir. En estos casos, no

es factible emplear el método de transmisión, sino que es necesario situar el contador y el isótopo radiactivo del mismo lado, o también sumergir este último en el medio de que se trate

Una aplicación de lo que acabamos de decir se presenta cuando se quiere medir la densidad de la carga en un horno de coque, ya que la distancia que existe entre las dos caras libres de éste impide operar por transmisión. Pero si introducimos en el medio una sonda en cuyo extremo va colocada una fuente y a una cierta distancia un contador, la actividad de la radiación retrodispersada que llega al detector es función de la densidad del citado medio. Esta densidad se puede, pues, medir haciendo descender la sonda en un tubo vertical colocado con anterioridad en el horno. Es posible utilizar como detector el Geiger o el tubo de centelleo, en conexión con un preamplificador.

La actividad retrodispersada varía en función de la distancia entre la fuente y el contador, y de la densidad del medio.

La citada actividad decrece exponencialmente a medida que la distancia entre el contador y la fuente aumenta, según la fórmula

$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

donde α es una constante de atenuación del medio para la absorción de los rayos gamma y x la distancia entre la fuente y el detector.

En la figura 10 se indica un esquema de los aparatos empleados.

La fuente que, generalmente, es cobalto-60, emite una radiación que es retrodispersada hacia el contador Geiger y que se mide en una escala. La distancia entre la fuente y el contador puede variar interponiendo entre ambos pantallas de plomo de diferente longitud.

Además de lo expuesto anteriormente, la actividad varía también en función de la densidad, aunque con una ley no tan sencilla como la antes citada. Para una cierta distancia entre la fuente y el contador, denominada distancia crítica, la actividad retrodispersada es casi independiente de la densidad. Para una distancia inferior a la crítica, la actividad crece con la densidad, y para una distancia superior disminuye. Estos resultados se explican admitiendo que hay retrodispersión de fotones y absorción de los fotones retrodispersados; según la distancia entre la fuente y el contador, así tiene más importancia la retrodispersión o la difusión.

En el caso de una distancia superior a la crítica, se puede expresar la actividad en función exponencial de la densidad

$$I = B e^{-k\rho}$$

en la cual k es del orden de 1 en el carbón, para una distancia entre la fuente y el contador de 55 cm.

Por consiguiente, se tiene:

$$\frac{\Delta I}{I} = K \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

Las variaciones que se pueden apreciar son del orden del 2 por 100.

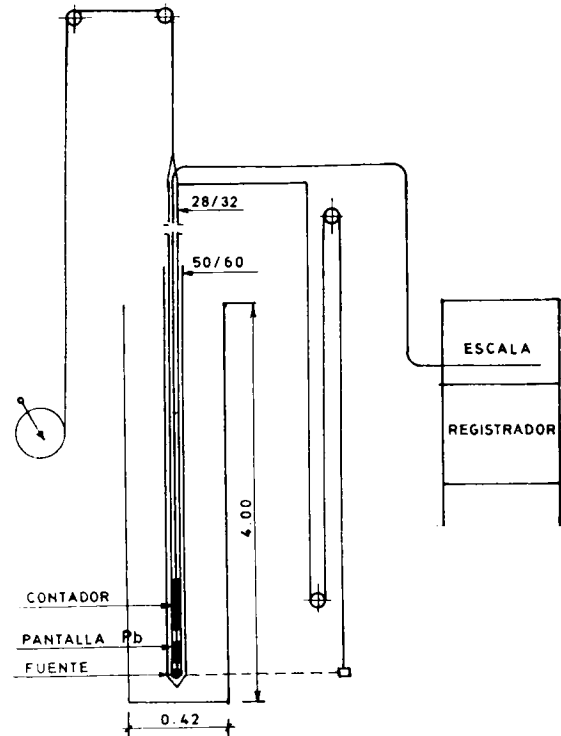


Fig. 10

Determinación de la densidad en un medio homogéneo

En general, la densidad alcanzará dos valores extremos. Trazando la **curva** de actividad $I(x)$ para estos dos valores, se observa que se cortan en un punto que determina la distancia crítica. En este punto se tiene la misma actividad en el intervalo de densidad considerado. La sensibilidad **disminuye** para las densidades más pequeñas para una distancia dada entre la fuente y el contador, y las curvas que dan la actividad en función de la densidad, se doblan y cambian de dirección para valores reducidos de la misma.

Es interesante la localización de la medida, o sea, la zona afectada por la radiación retrodispersada. La actividad aumenta sólo muy débilmente para es-

pesores del medio superiores a 20 cm. para la geometría adoptada. Una variación de densidad que se produzca a 20 cm. del eje de la sonda no se traduce, pues, en una alteración notable en la actividad medida. La zona de interés para la radiación retrodispersada se extiende en un radio de 15 cm. alrededor de la sonda.

Si en lugar de utilizar un contador Geiger se emplea un detector de centelleo, se obtiene una mayor sensibilidad, con la ventaja de poderlo conectar a un selector de amplitud.

Aun sobre la base de que la radiación incidente sea monoenergética, la radiación retrodispersada ya no lo es, puesto que por el efecto Compton, el fotón resultante tiene una energía menor. Por otro lado, cuanto más aumenta la densidad, más se absorbe la radiación de débil energía, y, por consiguiente, menos influencia tiene en el contaje. Hay, pues, un desplazamiento del máximo de la curva espectral, siendo interesante efectuar las medidas sobre una energía dada, con lo que se gana en sensibilidad.

Volvamos de nuevo al caso particular estudiado de medir la densidad de los hornos de coque, con un tamaño de grano del carbón comprendido entre 0 y 3 mm. El problema presenta menos dificultades en el caso de líquidos o de sólidos muy pulverulentos.

Cuando se trabaja con materiales en forma de grano, como el carbón, surgen dos dificultades. La primera es que el asentamiento a lo largo de un eje vertical dista de ser uniforme si no se toman precauciones en el momento del llenado; la segunda se refiere a la colocación de la sonda. La temperatura en el interior del horno se eleva gradualmente en el curso del secado de 60° C a 100° C, y la sonda con un diámetro exterior de unos 60 mm., lleva un sistema de refrigeración adecuado. Su introducción en el horno amontona de manera irregular el carbón, al mismo tiempo que puede dar lugar a la formación de un espacio de aire que haga de filtro para la radiación. Es, pues, necesario guiar la sonda en el descenso, que al mismo tiempo ha de hacerse con gran lentitud.

Determinación de la densidad en un medio heterogéneo

En el caso de un horno de coque, se trata de un medio heterogéneo de densidad creciente en profundidad, por lo cual es necesario fijar con la mayor precisión posible la zona a que se refiere la densidad indicada por la sonda.

Las pruebas efectuadas sobre dos cargas de densidad totalmente diferentes, han demostrado que se podría tomar como zona correspondiente a la densidad medida, la situada a la altura de la pantalla de plomo entre la fuente y el contador.

DISTINCIÓN ENTRE CARBÓN Y PIZARRA

Localización de vetas de carbón con una sonda de retrodispersión

En la industria minera, el primer problema que se presenta es el descubrimiento y exploración de las capas de mineral. Se puede operar por registro directo a partir de la perforación, o por examen de las muestras mediante la extracción de testigos.

A continuación vamos a indicar los métodos que se pueden utilizar para la localización de minerales por empleo de la radiactividad.

Radiactividad natural.

Como es lógico, se utiliza para localizar y explorar las capas de ciertos minerales radiactivos como el uranio, el torio y el potasio, y de otros que, sin serlo, puedan haber absorbido el uranio, como por ejemplo las fosforitas y arcillas negras.

Radiactividad inducida por neutrones.

Algunos elementos como el manganeso, el cobre, el oro, el arsénico, etcétera, se activan fácilmente en un flujo de neutrones. El espectro de la radiación emitida permite separarlos en casos sencillos.

De la misma manera, se puede seguir la distribución de un determinado elemento en una capa convenientemente preparada por activación y autorradiografía. Estas activaciones precisan de fuentes de neutrones de cierta importancia, razón por la cual no son de aplicación corriente sobre el terreno.

Energía gamma de activación.

En lugar de considerar la radiactividad inducida como en el caso anterior, se puede medir la radiación gamma de activación producida por una irradiación a los neutrones, que tiene una energía mucho mayor.

Radiación gamma de retrodispersión.

En los dos procedimientos anteriores tiene lugar una activación de la materia, lo que puede constituir un inconveniente desde el punto de vista de la seguridad o de las medidas ulteriores. Este método tiene como fundamento

las diferencias de absorción de la radiación gamma, cuando las capas del terreno se hallan bien diferenciadas, tanto por lo que respecta a su naturaleza como a su situación. De esta manera se pueden distinguir las vetas de carbón de la pizarra.

Radiación Bremsstrahlung.

Para análisis de ciertos metales en las muestras, puede emplearse este procedimiento. El principio del método consiste en excitar la radiación X de los metales buscados por medio de un emisor beta puro y registrar el espectro obtenido. Si se conoce el espesor de la muestra, se puede deducir la concentración del metal buscado.

Moderación de neutrones.

Se pueden utilizar para moderar los neutrones el hidrógeno y, en menor grado, el carbono. Midiendo el flujo de neutrones lentos es posible determinar el contenido de agua o localizar las vetas de carbón en un medio seco.

De todos estos métodos, algunos sólo se utilizan en la prospección del petróleo.

En la actualidad, para situar las vetas de carbón se emplean los sondeos con extracción de testigos, método que es largo y costoso.

Un procedimiento más rápido e interesante consiste en medir la radiación retrodispersada de una fuente gamma de energía inferior a 100 KeV. La sonda con el isótopo radiactivo y el contador Geiger se introduce en el sondeo, eligiendo la distancia entre ambos de manera que la relación de las actividades retrodispersadas por el carbón y la pizarra sea la mayor posible con una fuente de pequeña intensidad. La densidad del carbón es, aproximadamente, la mitad de la de la pizarra, siendo los números atómicos de los elementos que constituyen esta última superiores a los del carbón.

Según se observa en la figura 11, el contraste entre pizarra y carbón aumenta conforme lo hace la distancia entre la fuente y el detector. En la práctica se fija una relación alrededor de 3.

Influencia del diámetro del sondeo.

Es necesario que la radiación penetre en el medio a investigar. Si la distancia de la fuente a la pared es superior a 5 cm., predomina el fenómeno de reflexión, con lo que una gran parte de la radiación se refleja y llega al con-

tador sin haber atravesado la roca, disminuyendo el contraste entre la pizarra y el carbón. Hay, pues, retrodispersión sin absorción. A la vista de esto, interesa operar con una sonda de diámetro suficientemente grande para que se pueda deslizar a lo largo de la pared.

El aspecto general del gráfico que se obtiene al cortar con una sonda capas de carbón y pizarra, se indica también en la figura 11. Como se puede observar, los picos aparecen al atravesar el carbón.

Cuando en lugar del contador Geiger se utiliza un detector de centelleo, es posible disminuir la actividad de la fuente.

El mismo principio de selección del carbón y de la pizarra mediante el empleo de la radiación gamma, se puede seguir para separar estos dos mate-

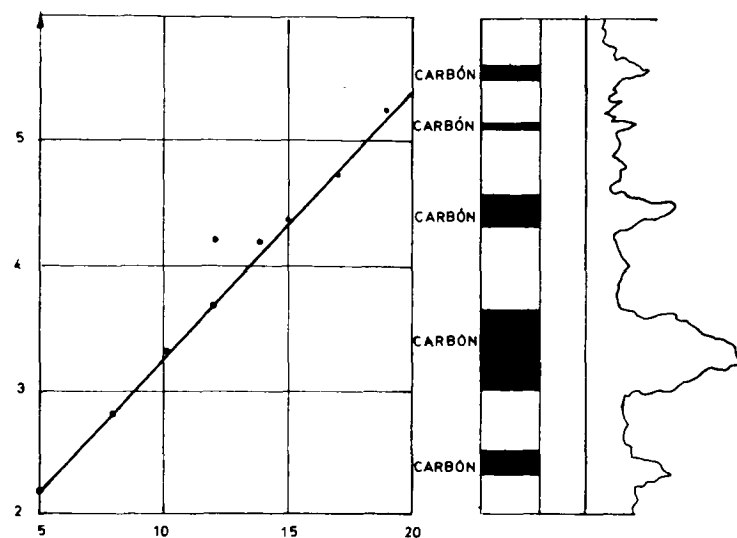


Fig. 11

riales en los frentes de explotación. La cabeza buscadora está constituida por un bloque de plomo en cuyo interior va una fuente de estroncio-90 y uno o varios contadores Geiger a una distancia de aquélla de unos 10 cm. La relación de las actividades leídas en una escala o en un integrador cuando se coloca la cabeza detectora sobre la pizarra o el carbón, es de 2.5.

Determinación del contenido en cenizas

El problema de la determinación rápida del contenido en cenizas es uno de los más importantes en la industria hullera, tanto por lo que respecta al control de los lavaderos como al de las fábricas de aglomerado y hornos de coque.

Ya hemos indicado anteriormente que la atenuación de la radiación gamma por el carbón es función de su densidad y, por tanto, de su contenido en cenizas. Pero si se utiliza una radiación de energía suficientemente baja, el coeficiente de absorción depende de la naturaleza química del medio atravesado. De esta forma se puede determinar el contenido en cenizas, suponiendo constante la composición de éstas.

Los primeros ensayos se efectuaron con rayos X, que más tarde fueron reemplazados por una fuente de tulio-170, lo que simplifica los aparatos a la vez que se alcanza más estabilidad en el flujo emitido.

La granulometría y la humedad intervienen en la medida, si bien el problema es fácil de resolver en el caso de finos destinados a aglomeración o a los hornos de coque, ya que tenemos la ventaja de una granulometría más regular.

Método de transmisión.

En primer lugar, supondremos que se utiliza una sola radiación de energía inferior a 40 KeV. La radiación que se mide es la transmitida a través de un peso conocido y constante de carbón, previamente calibrado. La dificultad reside en tener siempre el mismo asentamiento. La medida se puede realizar empapando el carbón en el agua o pesando el carbón seco.

El método es difícil de realizar en la práctica a pesar de estas precauciones, ya que ligeras variaciones en el asentamiento se traducen en distinto contenido en cenizas. En el caso de que la precisión no sea la conveniente para realizar este análisis, se puede utilizar para la clasificación de carbones. Para ello, se puede emplear un separador radiométrico, con un canal distribuidor que reparte el carbón en una capa de espesor aproximado al de un trozo y dos paletas orientables sobre el transportador.

El método por transmisión se puede utilizar también con un carbón que no se haya calibrado rigurosamente mediante dos radiaciones; una de ellas penetrante, que da la cantidad de materia atravesada, y otra de energía débil, sensible a la calidad. Se corrigen así las fluctuaciones debidas a la heterogeneidad de la granulometría.

En efecto, la intensidad transmitida por cada radiación viene dada por las fórmulas

$$I_p = (I_0)_p e^{-\mu \rho X}$$

$$I_b = (I_0)_b e^{-\mu' \rho X}$$

en las cuales I_p e I_b representan las intensidades de las radiaciones penetrante y débil, respectivamente, y μ y μ' los coeficientes de absorción correspondientes.

Las expresiones anteriores se pueden escribir así:

$$\mu' \rho X = \log \left(\frac{I_0}{I} \right)_D$$

$$\mu \rho X = \log \left(\frac{I_0}{I} \right)_P$$

de donde

$$\frac{\mu'}{\mu} = \frac{\left(\log \frac{I_0}{I} \right)_D}{\left(\log \frac{I_0}{I} \right)_P}$$

Esta relación es función del contenido en cenizas.

Método de retrodispersión.

Las medidas efectuadas por este procedimiento son mucho menos sensibles al asentamiento que las realizadas por el método de transmisión.

En esencia, consiste en medir una radiación X retrodispersada sobre una capa delgada de carbón, previamente secada y molida hasta una granulometría conveniente para el análisis y que es del orden de 200 μ .

La energía de la radiación utilizada es superior a la raya K del hierro (1,74 Å). Operando de esta manera el coeficiente de absorción de las cenizas es independiente de su contenido en hierro.

La intensidad de la radiación retrodispersada sobre el carbón se compara frente a la intensidad de la radiación retrodispersada sobre una muestra patrón. Se utiliza como detector un contador de centelleo y el carbón se seca y se calibra cuidadosamente antes de la medida.

La precisión del aparato alcanza al 0,5 por 100 de cenizas y aún puede ser superior. Si no se desea tanta exactitud y es suficiente, por ejemplo, el 1 por 100 de cenizas, se puede utilizar una fuente radiactiva que emita radiación Bremsstrahlung. La muestra en este caso es mayor (de 5 a 10 litros), pero en cambio no es preciso un desmuestre riguroso.

BIBLIOGRAFÍA

- J. L. PUTMAN and E. W. SOLOMON: *Sorting coal and shale by scattering of gamma rays.* «A. E. R. E.», i/R-1407-1954.
 GUNTAER FLÜGE: *Grundsätzliches über radioaktive Isotope und über ihre Verwendung im Steinkohlenbergbau.* «Gluckauf», 93, 1957 Heft, 21/22, S. 625.

- CALOWELL: *Using Nuclear Methods in Oil Well Logging.* «Nucleonics», 16, 1958, núm. 12, pp. 59-65.
 BARBEZIER: *Equipement électronique utilisé dans la recherche géologique en profondeur par méthodes radioactives.* «L'Onde électrique», 1953, núm. 319, p. 533.
 GAUDIN: *Radioactivity in Mineral Dressing.* «The Mining Journal», 239, 1952, núm. 6.110, pp. 340-342.
 SMIRNOV: *Quelques applications possibles des isotopes dans les mines.* «Ugol», 31, 1956, núm. 2, pp. 28-34, y núm. 3, pp. 28-33.
 H. D'YKSTRA et B. S. SIESWERDA: *Appareil pour la détermination automatique de la teneur en cendres du charbon.* «3^e conférence internationale sur la préparation du charbon». Bruxelles-Siege, 1958, F. 80-667.
 MARCEL QUESSON: *Les applications de la radioactivité dans l'industrie houillère.*
 BELLAGOU et CONJEAUD: *Détermination de la teneur en cendres des charbons par emploi de rayons X.* «Conférence internationale sur la préparation mécanique des charbons». Paris, 1950.
 CAMERON: *Fluid density measurements in enclosed systems.* «Conférence internationale sur les radioisotopes dans la recherche scientifique». Paris, 1957. Unesco/NS/Ric/195, pp. 2-3.
Le pesage des wagons d'une rame en marche. «Le Genie Civil», T. 136, 1959, núm. 12, 23 juin. Energie Nucleaire, 1959.
 P. BERTHOLD: *Kontinuierliche Dichtemessung in Flüssigkeiten und Gasen mit gamma und beta Strahlen.* «Archiv für technisches Messen», V. 9.121-4, 1958 Februar, pp. 25-28.
 F. OLLUE and S. DANATOS: *Chemical Engineering's guide to process Instrument Elements.* «Chemical Engineering», 64, 1957, núm. 6, pp. 287-320.
 ALLART KOLUSZYMER: *Applications des rayons gamma aux controles de densités et de concentrations chimiques.* «Industries Atomiques», 1957, núm. 4, pp. 31-35.
 PHILIPPE OHMART and H. L. COOK: *J. R. applications of radioactive density gaging to process measurement and control.* «Instruments Society of American Journal», 2, 1955, núm. 1, pp. 16-21.
 J. P. HODKINSON: *Emploi d'une méthode de traceur radioactif à l'étude de la diffusion turbulente du gaz et des fines poussières dans les courants d'aéragage des mines.* «9^e Conférence internationale des Directeurs de Stations d'Essais». Bruxelles-Heerlen, 1956, núm. 44.
 J. LAWELS: *A new interlocking system for coke oven battery machines employing a radioactive isotope.* «Coke and gas», 1957, pp. 512-516.
 BERGMAN: *Kerntechnisches Niveau Anzeigegerät.* «Bergbautechnik», 9, 1959, Heft 1, pp. 48-49.
 FMECKI: *Applications des isotopes radioactifs à l'industrie du gaz.* «Gaz Woda y Technika Sanitarna», vol. XXXI, núm. 12, decembre 1957, pp. 465-467.
 LOTHAR HARTMANN: *Die Anwendung radioaktiver Isotope in Berybau Gluckauf.* 92 (1956), Heft 25-26-5761-762.
 E. ALIERS et M. QUESSON: *Etude par autoradiographie de la répartition des cendres de charbons activés.* «Bull. Soc. Franc. Miner Crist», LXXIX (1956), pp. 449-64.
 ERIC HOBZ and COLL: *Radioactive tracers investigations in a flotation circuit the canadian mining and metallurgical Bulletin.* 50 (1957), pp. 121-127.

Recibido el 5 VI-1964.

LUIS C. GARCIA DE FIGUEROLA

LA CONTINUACION HACIA EL SW DEL DIQUE BASICO DE PLASENCIA (CACERES)

RESUMEN

Se cartografía y describe la continuación de la fractura y el dique de Plasencia, en la región de Aliseda (Cáceres). A consecuencia de las observaciones realizadas, nos inclinamos a considerar como Precámbrico el basamento de pizarras al norte de la Sierra de San Pedro, sobre el que descansan, a modo de restos de mantos de corrimiento, formaciones paleozoicas eminentemente silúricas. Tanto las pizarras como las formaciones paleozoicas están cortadas por la fractura de Plasencia, con desplazamiento hacia el SW. del bloque situado al NW.

El dique básico ligado a la fractura cambia en textura y composición mineralógica, transformándose en un gabro normal.

SUMMARY

The continuation northern and western parts of Aliseda (Caceres, Spain) of the large rupture (or straight graben) and mafic dike of Plasencia, have been mapped and studied.

It is suggested that parallel ridges of Ordovician quartzites and related rocks in the western Cáceres are partly allochthonous and forms large klippen above shales, siltstone, subarkoses, low grade schist and plutonic rocks of silicic class, likely precambrian age. These formations are cut through rupture (or straight graben) of Plasencia to the Northeast at the Southwest with displacement of side Northwest towards Southwest.

Evidence based on mineral assemblages indicates that the mafic dike change of the tholeiitic diabases and melanodiorites to normal gabbros on our way to Southwest.

INTRODUCCIÓN

La Comisaría de Protección Escolar de esta Universidad tuvo a bien proporcionarme una beca para continuar el estudio del dique diabásico del Norte de Extremadura. Dicho organismo me había concedido, en el verano de 1961, una ayuda para iniciar estos trabajos, y los resultados fueron publicados en esta misma revista (3). Comprendía la cartografía y descripción del dique y la fractura desde un poco más al Norte de Plasencia hasta el término de Brozas. Mostraba que estas rocas constituían un dique prácticamente continuo y ligado a una fractura de potencia variable, que por

veces llegaba a constituir una estrecha dovela hundida entre dos bloques levantados.

Se trataba ahora de continuar su estudio hacia el SW y llegar hasta la frontera portuguesa, ya que suponíamos se trataba del mismo dique estudiado en el sur de Portugal (15, 16, 17). Habría de recorrer la zona comprendida entre las dehesas de Monteconejo y Araya, en el término municipal de Brozas, hasta las proximidades de La Codosera, en la provincia de Badajoz. Es decir: una superficie de unos 75 kilómetros de longitud por una anchura que dependía de los problemas geológicos que fuera encontrando. La región era completamente desconocida para mí.

Permanecí dos meses sobre el terreno y he de reconocer que no se llevó a buen término todo el plan concebido. Las causas que lo impidieron fueron principalmente la falta de comunicaciones y la presencia de un gran número de problemas tectónicos y petrográficos que, si bien algo marginales a la cuestión del propio dique, requerían un atento examen para aclarar algunas cuestiones relativas al encuadre de aquél. Para comprender el primer impedimento basta ver sobre el mapa la poca densidad de pueblos en esta región: En toda la Hoja 728 sólo hay uno y está situado en el ángulo SE., en las números 702 y 727 aparecen dos en cada una. Esta pobreza de núcleos habitados lleva la secuela de una red de vías públicas pobrísima que, además, y salvo las de Cáceres-Portugal y Badajoz-Valencia de Alcántara, suelen estar en poco buen estado. Algunas, como la de Salorino a San Vicente, completamente intransitable. Los caminos de tractores y carros son a veces más asequibles al tránsito rodado. La cuestión es que nos vimos obligados a largos itinerarios a pie para alcanzar puntos que suponíamos interesantes. Casi siempre a través de encinares que dificultan grandemente la visión a distancia media o larga.

Contábamos, sin embargo, con una gran ayuda cual es la publicación por el Instituto Geológico y Minero de las Hojas geológicas de Valencia de Alcántara, San Vicente de Alcántara, Alburquerque, Gallina y Arroyo de la Luz (7, 8, 9, 10, 11, 12). La cartografía de esta última, levantada por los ingenieros señores Templado y Alvarado, me permitió situar con gran rapidez un buen tramo del dique, ya que figuran en su mapa varios manchones de esta roca e incluso estudian al microscopio una muestra clasificándola como diabasa típicamente ofítica (9). Los mismos autores señalan otros cuatro afloramientos básicos independientes de la alineación del dique. Tres de los mismos fueron visitados por mí para su confrontación. El cuarto, muy alejado hacia el Este, está dentro de la mancha granítica procedente de Cuesta Araya que estos autores la alargan hasta casi el ángulo surdeste del mapa. Kindelán, Cantos y Hernández Pacheco, al trabajar en la Hoja inmediata de Cáceres (10), la quedan limitada 5 kilómetros más al Norte. Parece que esta discrepancia no debiera de existir entre formacio-

nes tan dispares como son las pizarras y el granito. Pero he de aclarar que la limitación entre ambas es aquí bastante dificultosa, pues la gran llanura en que se encuentran se eleva suavemente hacia el centro de la zona granítica y esta zona origina gran cantidad de material suelto, que por veces llega a formar depósitos explotables como areneros. En parte, estas arenas fosilizan el contacto. Concretamente, en Malpartida de Cáceres se termina el berrocal, y la llanura hacia el W. y SW. está recubierta de arcosas que pasan lentamente a tonos rojizos por la incorporación de arcillas ferruginosas y pequeños fragmentos de pizarras. A la altura de la carretera general aún puede verse un afloramiento en La Higuera, pero de aquí hacia el Sur el problema es muy difícil, y distintos afloramientos del berrocal pueden considerarse unidos o independientemente según se tomen estas arcosas como autóctonas o no. Es el mismo caso que se presenta en Navalmoral de la Mata entre el granito del Sur y el Eoceno (?) que aparece en los mapas.

Mucho más interesante es la datación que hacen unos y otros autores de las pizarras que envuelven al granito. Pero este problema se abordará al hablar de las rocas encajantes del dique y aquí sólo indicaré que me consumió gran parte del tiempo y fue causa de que no se continuara la cartografía hacia el SW.

Sólo he recorrido paso a paso unos 20 kilómetros del dique dentro de la Hoja 703. Dadas las grandes distancias a que quedaba el extremo SW. del mismo, se intentó localizarlo partiendo desde Alburquerque sin conseguirlo. En el granito que ocupa el centro de la Hoja 727 no fue localizado, y en el sinclinal o sinclinorio del Sur de ese pueblo hacen su aparición los gabros, que en muchos puntos son macroscópicamente iguales a muestras tomadas del dique. Es preciso un nuevo recorrido sobre el terreno luego de los datos de laboratorio.

De ahora en adelante, y para evitar disquisiciones, denominaremos a estos dos accidentes geológicos objeto de nuestro estudio fractura y dique de Plasencia, por ser ésta la localidad más caracterizada que se asienta sobre ambos.

LA MORFOLOGÍA

La penillanura de los 400 metros, bien labrada y conservada sobre el granito y las pizarras de la Hoja de Brozas, se continúa con las mismas características hacia el Sur hasta la parte central del mapa 703. Sin embargo, su altitud va descendiendo muy suavemente en este sentido. El fenómeno se hace patente desde casi el mismo pueblo de Brozas con los 400 metros justos hasta las dehesas de Grulla Alta, Grulla Baja, Casatejada y La Brava, con 340. Es decir: desciende unos 70 metros en 20 kilómetros

de distancia. No podemos atribuir este descenso a la red hidrográfica actual, porque precisamente corre a través de la débil pendiente y sin apenas encajarse cuando se trata de cursos de agua poco intensos, aunque muy largos, como el Jumariel. No ocurre lo mismo con el Salor, que un poco más abajo de las dehesas citadas antes se encaja cerca de los 100 m. En dirección E., hacia Arroyo de la Luz y Malpartida de Cáceres, la superficie se va elevando también un poco, mucho antes de llegar a los relieves cuarcíticos del propio Cáceres, pero ya dentro del granito de Cuesta Araya.

En esta penillanura se pierden las elevaciones de Santo Domingo y Cabeza Araya, que en dirección hacia el SW. enmarcaban la fractura de Plasencia. Se amortiguan poco a poco (3), y a partir de los Baldíos (término de Brozas) dejan de notarse. Si se sigue percibiendo de forma muy clara la fractura central por el rectilíneo y prolongado valle de la Rivera de Araya y aún luego de su unión con el Salor se prolonga en el curso de ésta durante 2,5 kilómetros, que sigue rectilíneo y a continuidad de aquél.

Al sur del Salor la penillanura se interrumpe bruscamente por la orografía de la Sierra de San Pedro y su prolongación hacia el NW. El reborde norteño de esta formación es tajante a escala grande y media. Sólo en detalle presenta entrantes y salientes. Es en general muy similar al mismo frente de la alineación de Cañaveral. Dicho reborde septentrional comienza en la Hoja de Arroyo de la Luz con dirección NW. hasta Aliseda, donde se tuerce en arco hacia el E. En la zona de Media Cacha toma rumbo al SW. o casi N.-S., precisamente en la región donde se pone en contacto con la fractura de Plasencia. Luego de pasada la dehesa de Puertollano, tuerce al E., y termina por enderezarse nuevamente hacia el NE. al mismo tiempo que se estrecha bastante. Por La Macha (término de Salorino) la sierra no llega a tener 4 kilómetros de anchura.

Alvarado y F. Hernández-Pacheco (7), establecen para las altitudes de las cumbres de la Hoja 702, dos viejos niveles de arrasamiento: de 500-600 y de 600-700, que sitúan en el Luteciense y entre el Secundario y el Luteciense respectivamente, mientras que la penillanura típica del Norte sería de finales del Mioceno. La más antigua de aquellas superficies estaría mejor representada en la parte oriental de la Hoja (Sierra de Piedras Buenas). Pero en la inmediata de Arroyo de la Luz la distinción entre las dos superficies de cumbres no es tan clara y apenas se encuentran dos o tres picos que alcanzan los 600 metros. No tienen superficies planas como antes y es difícil concebirlas como en *gipfelfur*.

Al Sur de estas elevaciones se notan dos zonas bien diferentes limitadas entre sí por el río Zapatón. Al Este aparece una serie de cerros y pequeñas sierras de dirección general E.-W. o bien de SE. a NW., coronada por cuarcitas; están separadas entre sí por amplios espacios labrados en pizarras blandas por veces con abundantes depósitos terciarios. La red fluvial

tiende a amoldarse de Este a Oeste hasta alcanzar el Zapatón, que corre de Norte a Sur sin apenas encajarse en una muy amplia vallonada. Al llegar a la sierra de Azagala efectúa unas rápidas inflexiones, y se le une el Albarragena y la Rivera del Sotillo en una zona donde se intercala una nueva unidad morfológica de la que hablaremos luego.

Al Oeste de Zapatón reaparece majestuosamente la penillanura típica labrada tanto sobre las pizarras como sobre el granito de Alburquerque-Valencia de Alcántara. Quizá más ondulada sobre esta última roca por la presencia de zonas de berrocal, entre otras deleznable que son las que originan las llamadas «tierras de Zafra». Rubio, Larrauri y Barrón denominan a esta superficie «semillanuras». Su altitud mejor representada en la de 380-400 metros. Decae un poco hacia el valle del Zapatón y Albarragena, y se eleva por el NW. alcanzando los 480 metros y los 500 metros por San Vicente de Alcántara. Entre esta localidad y la alineación montañosa, prolongación de la sierra de San Pedro, se establece una divisoria de las cuencas del Tajo y del Guadiana, poco definida en detalle y que ha sido aprovechada para el trazado de la vía del ferrocarril. La diferencia entre la penillanura actual y la considerada como del Luteciense está, en este punto, muy poco marcada.

Toda esta superficie a que nos venimos refiriendo se encuentra limitada en su parte meridional por un nuevo cordel de cumbres que desde las inmediaciones de Puebla de Obando se dirige al Este o débilmente al NW. hasta alcanzar la sierra de Santiago. Se origina entonces un salto hacia el SW. más espectacular en el mapa que sobre el terreno, debido a que varios arroyos tributarios del Zapatón atraviesan esta zona y adentran sus nacimientos en la penillanura granítica del Norte. Luego las elevaciones se dirigen al NW. con algunos puertos y torceduras locales para pasar a Portugal, casi en el puesto aduanero de Valencia de Alcántara (fot. 1). Sus altitudes son menores que en las alineaciones anteriores, alcanzando raramente los 500 metros, en puntos de mayor frecuencia en la zona de Mayorga que hacia el Zapatón y Puebla de Obando. Se saca la impresión de que sus cumbres no son restos del arrasamiento considerado como del Luteciense, sino que pertenecen a la típica penillanura extremeña y que ahora quedan en resalte por la erosión actual que origina amplios surcos a sus lados.

Aún más al Sur se encuentra todavía otra alineación de características bastante similares. Comenzando en el estrecho del Charco del Infierno, donde se ha construido el pantano de la Peña del Aguila, va de Este a Oeste con una pequeña inflexión hacia el SW. entre el puerto Conejos y la salida hacia el sur del Gévora. Luego se endereza al NW. al Sur de La Codosera. Sus cotas son aún más inferiores que las de la anterior alineación. Al SW., en la dirección que vengo siguiendo, ya no se encuentran más alineaciones de este tipo dentro del territorio español.

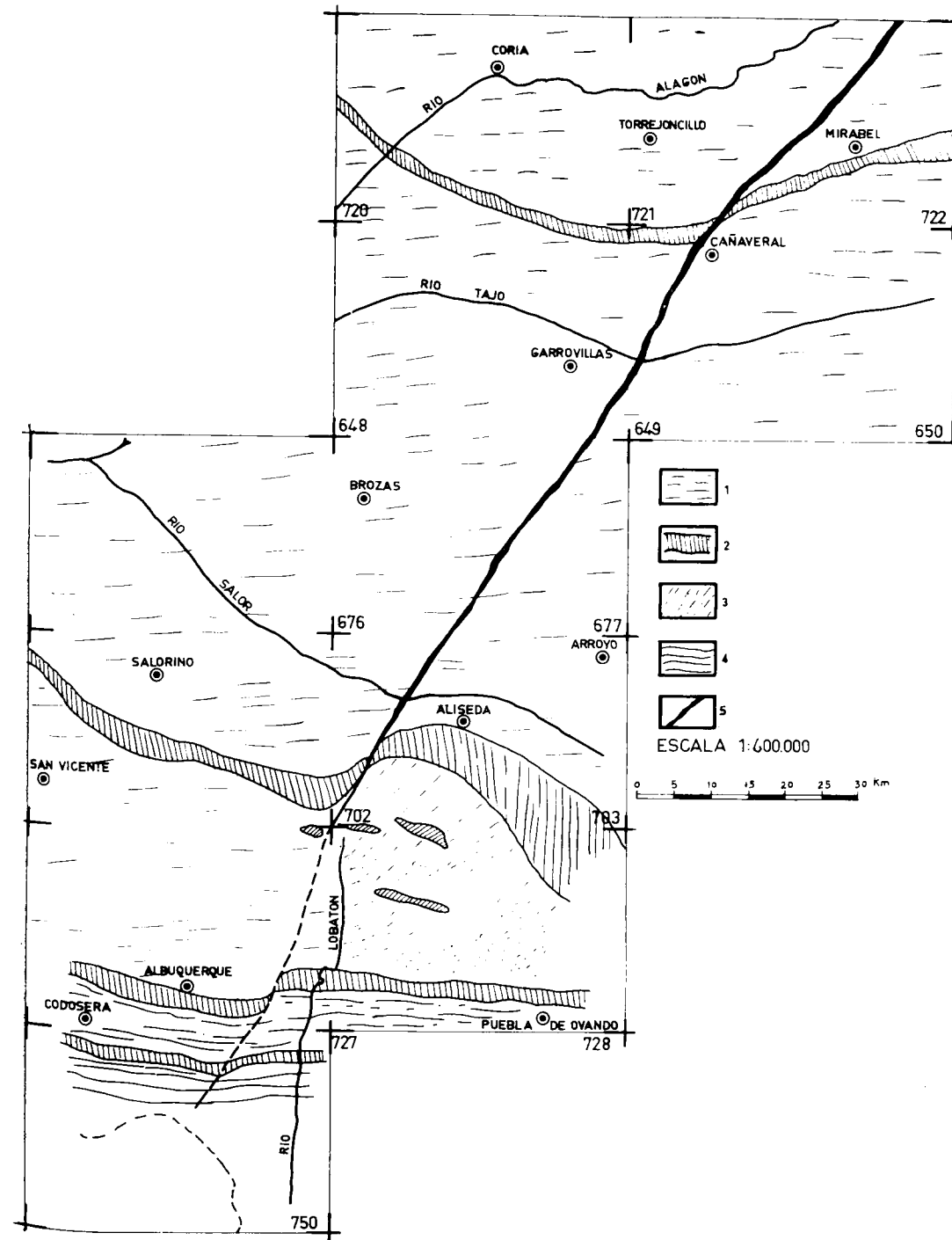
El espacio comprendido entre las dos últimas presenta unas características diferentes a las otras zonas norteñas. Ya no se trata de una penillanura labrada sobre granitos y pizarras, sino de una amplia depresión sobre pizarras ampelíticas, areniscas, calizas, cuarcitas y gabros.

En el mapa I señalamos estas tres alineaciones que venimos indicando junto con la muy similar de Cañaveral, más al Norte, y la fractura de Plasencia que las afecta con fuertes «desenganches». Creo que queda bien patente que el bloque del NW. se ha corrido con relación al otro, según una componente hacia el SW. El valor absoluto del desplazamiento es difícil de precisar, dado que los bancos de cuarcitas de las alineaciones montañosas pueden estar replegados, aparecen sólo en las cumbres, o bien en las laderas e incluso al pie del escarpe. En otros casos presentan pliegues muy acusados o terminaciones periclinales en las inmediaciones de la fractura. Como cifras aproximadas damos los siguientes valores: Para la alineación de Cañaveral unos 2 kilómetros, en la de Aliseda 3,5, en la de Albuquerque 2,5, y para la situada al Sur de La Codosera no alcanzaría el valor de un kilómetro.

LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS

Los extensos pizarrales que constituyen el principal material sobre el que se ha labrado la típica penillanura extremeña, no han proporcionado hasta el momento ninguna fauna que pudiera dar indicaciones sobre su edad. Los distintos geólogos que han trabajado sobre la región apuntan supuestos diferentes, partiendo siempre de su relación con las cuarcitas de las alineaciones montañosas. Aunque de forma muy resumida, conviene indicar aquí los puntos de vista generales.

Egozcué y Mallada, en 1876 (2), las sitúan como del Cámbrico, idea que se mantiene durante bastante tiempo. En 1941, Alvarado y Hernández-Pacheco, al estudiar la Hoja 702 (7), analizan la hipótesis de que sean del Ordoviciense o bien del Georgiense. Se inclinan por la primera, admitiendo que las situadas al Sur montan encima de las cuarcitas y son iguales a las del Norte. Entre éstas y los bancos cuarcitosos del Silúrico habría una falla del escarpe erosivo. Rubio, Larrauri y Barrón se apoyan en esta idea para la Hoja 727 (8), y lo mismo hacen años más tarde Templado y Alvarado para la 703 (9). Pero tres años después la continuidad de estas pizarras en la Hoja inmediata de Cáceres es datada por Kindelán, Cantos y Hernández-Pacheco (10), como del Cámbrico alto con probabilidad para el tramo Olenus, basados principalmente en la relativa concordancia con las formaciones más seguras del Silúrico y Devónico. Alvarado y Hernández-Pacheco en la explicación de la 701 admiten un Silúrico al sur de las cuarcitas, pro-



Mapa I.—Situación de la fractura y el dique de Plasencia en parte de su recorrido por el Oeste de Cáceres, y las desviaciones que origina en las alineaciones montañosas del Paleozoico.—1. Basamento.—2. Alineaciones montañosas paleozoicas con dominio de las cuarcitas.—3. Formación de pizarras arcillosas del Sur de la Casa del Hito.—4. Sinclinal o sinclinario de La Codosera.—5. El dique y la fractura. Se indican además las numeraciones de las Hojas del mapa topográfico 1:50.000.

longación de la sierra de San Pedro, y Cámbrico al norte de las mismas, con una falla que desplazaría el Silúrico hacia el Norte en Peña Jurada (11). La misma idea del Cámbrico se mantiene en el Mapa Geológico Nacional a escala 1/1.000.000 de 1957. En 1960, Hernández-Pacheco cita las pizarras entre el Tajo y Plasencia, como silúricas (5). En nuestro trabajo anterior (3) sobre este dique, y al hablar de estas formaciones, señalábamos que a ambos lados de las cuarcitas de Cañaveral aparecían pizarras ampelíticas bien diferentes del resto de las demás. Hacia el Sur daban en parte la impresión de montar encima de las cuarcitas, pero luego venían sustituidas por otras diferentes con buzamiento cruzado. En el mapa correspondiente no figuraban las pizarras ampelíticas en las dos manchas en que las encontramos por un error de dibujo, pero en el mismo puede verse el simbolismo que le atribuimos.

En su conjunto todas las cuarcitas, que han establecido la pauta para

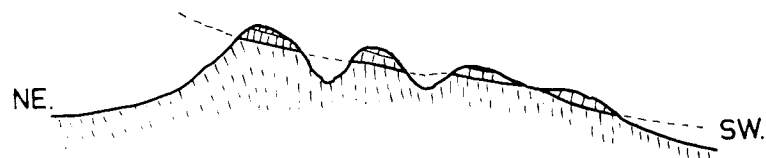


Fig. 1.—Disposición de las cuarcitas sobre los cerros en algunos puntos del límite entre las Hojas 701 y 702.

datar las formaciones próximas, buzan al S. o SW. con pocas excepciones. Pero el grado de buzamiento y la complejidad de la formación varía bastante de unos puntos a otros, y como ejemplo podemos seguir la alineación que denominamos de Aliseda desde el extremo occidental de la Hoja 702 hasta el propio pueblo de este nombre.

Por el primer punto, y aun dentro de la 701, las cuarcitas aparecen a veces horizontales o casi horizontales con débil buzamiento hacia el Sur, dispuestas en la parte superior de los cerros según indica la figura 1. También por otros puntos entre La Mancha y Sierra del Colorado se observa el mismo fenómeno que los autores de la geología de la Hoja 702 atribuyen a efectos de fallas y pliegues (7). La carretera de Cáceres a Valencia de Alcántara atraviesa la formación montañosa por un puerto muy bajo (Km. 79), sin que en sus cunetas y trincheras aparezcan los bancos de cuarcitas que, próximas por ambos lados, coronan los cerros inmediatos. Es aquí donde Alvarado y Hernández-Pacheco suponen una falla de componente N.-S. (11). Lo mismo ocurre con lo que denominamos series caoliníticas tan ligadas a las cuarcitas por otras partes de estas formaciones. Sólo aparecen pizarras de tipo pelítico intercaladas por otras más satinadas. Todas con dirección de N., 20 W. a E.-W., y verticales o casi verticales. En otros puertos las cuarcitas y series caoliníticas también se estrechan mucho y quizá

en alguno lleguen igualmente a desaparecer. Pienso ahora que el dique de Plasencia al atravesar la formación de Cañaveral puede no afectar a las cuarcitas, dado que pasa por un puerto y ya dijimos entonces que no era visible sino en alguna cantera y en las tapias de los huertos.

A la altura de la estación de Herrerueta parecen existir dos segmentos paralelos de diferente composición petrográfica y separados por una «canal» intermedia. Comienza hacia el Norte con un banco de cuarcitas de poca potencia (10 m.), al pie del escarpe, casi sin resaltar en la penillanura y buzando al Sur de una forma muy tendida o como máximo en unos 30 grados. Sobre él monta una serie de pizarras claras, por veces blancas, ricas en caolín, y otra serie de pizarras y cuarcitas según indica la figura 2. Pa-

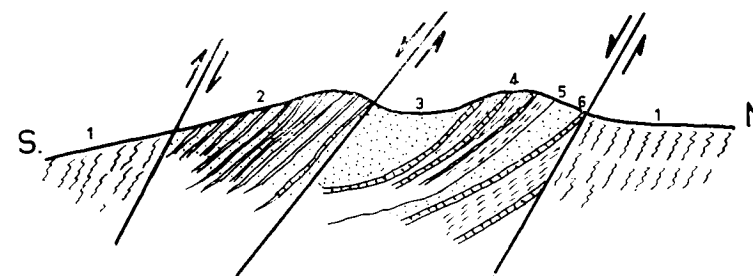


Fig. 2.—Corte de la alineación montañosa por la estación de Herrerueta.—1. Basamento de pizarras pelíticas (Precámbrico).—2. Micacitas con banquitos finos de cuarcitas, grises o verdosas.—3. Facies deleznales, probablemente caoliníticas, que originan la «canal» intermedia.—4. Series de pizarras con algunos bancos de cuarcitas blancas.—5. Pizarras caoliníticas que pasan a otras satinadas.—6. Banco de cuarcitas blancas o algo rosadas

sada la depresión interior las cuarcitas aparecen con muy poca potencia y vienen sustituidas por unas micacitas veteadas y síliceas que encierran banquitos de cuarcitas de 10 centímetros de grosor y color gris verdoso que se hace negro por la presencia de óxidos de hierro. Alternan con pizarras finas gris acero. En su conjunto recuerdan vagamente el Cámbrico alto de algunas partes de Asturias. Las fallas aquí son muy numerosas y de todos los órdenes; desde pequeñas y visibles en las trincheras de la carretera, a otras de gran envergadura como la que sigue el arroyo Guadallo, de Norte a Sur, y es probablemente la responsable de algunos potentes filones de cuarzo. Dejando a un lado estas fallas, todo el sistema da la impresión de dos escamas según el dibujo de la figura. La más meridional parece enraizada bajo las pizarras pelíticas del basamento que también buzan, en pizarrosidad, hacia el Sur y con valores de 80°. El contacto no es visible, pero parece ser por falla, cuando menos en algunos puntos como ocurre entre los kilómetros 379 y 380 del ferrocarril, según observaron va Alvarado y Hernández-Pacheco (7).

En Puertollano las pizarras pelíticas del basamento llegan casi hasta la cumbre y el corte puede describirse así:

1. Basamento de pizarras pelíticas cubierto en parte por un débil manto de rañas. Son verticales y presentan algunos rizos en cuanto a dirección.
2. Cuarcitas blancas de 5 metros de potencia. Buzan al Sur de 45 a 50 grados.
3. Banquitos de cuarcitas blancas y listadas, de 5 a 20 centímetros de potencia, que alternan con pizarras también blancas. Contienen algunas pis-tas y scolitus. Su potencia total es de 15 metros y forma la cima del puerto.
4. Pizarras finas, algo satinadas, gris oscuro o moradas, que pasan a otras más cuarcíferas. Potencia de 60 metros.
5. Pizarras caoliniticas, blancas, rojas o verdosas.

Todo esto vendría a corresponder a la primera escama de la estación de Herrerueta, faltando la segunda que probablemente está constituyendo parte de la sierra de Pajonales, más al SW.

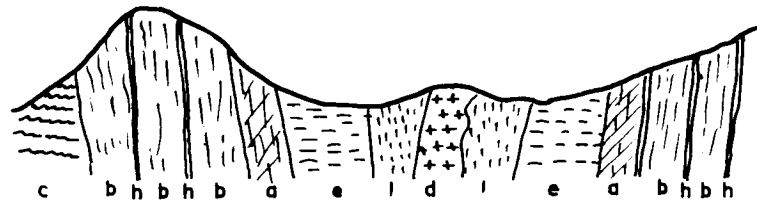


Fig. 3.—Corte de Egozcue y Mallada, al Sur de Aliseda.—c) Cámbrico.—b) Cuarcita con bilobites.—h) Pizarras intercaladas.—a) Areniscas devónicas.—e) Calizas devónicas.—l) Arcillas devónicas.—d) Roca basáltica.

Siguiendo la misma alineación hacia el Este, y una vez pasada la zona de Media Cacha afectada por la fractura de Plasencia, llegamos al corazón de la Sierra de San Pedro a la altura de Aliseda. La complejidad es grande por la repetición de las formaciones y la presencia simultánea del Devónico y rocas basálticas. Egozcue y Mallada (2) dan un corte que reproducimos en la figura 3, donde los estratos aparecen constituyendo un sinclinal bastante simétrico atravesado en su centro por las rocas basálticas. No he localizado el punto exacto del mismo, pero lo supongo al Este del camino de Aliseda a la dehesa del Hito, que es por donde se recorrió detenidamente el terreno. Al Oeste del camino las estructuras se complican con terminaciones periclinales y probablemente algunas cobijaduras del Devónico por el Silúrico. Sólo desde las calizas devónicas hasta el pueblo pueden verse con algún detalle las formaciones, y eso gracias al corte de la carretera. El resto se encuentra muy recubierto por derrubios de ladera.

A continuación se describen las formaciones desde el pico de las Turras hacia el Norte, y cuyos números se corresponden a los que aparecen en la interpretación de la figura 4.

1. Cuarcitas blancas o algo rojizas, de potencia incierta. Son casi verticales.
2. Serie de pizarras blanquecinas, ricas en caolín, que pasan a tonos rosas o verdosos. Están recubiertas casi por completo. Hacia la sierra de la Humbría contienen algunos banquitos de cuarcitas. Aparecen también en esta ladera repetidas labores de minería muy antigua.
3. Calizas gris claras, fosilíferas, de grano fino, con algunos banquitos intercalados de pizarras. No se observan signos patentes de dirección y buzamientos, porque los banquitos pizarrosos cambian mucho. En algunos puntos aparecen como en cobijadura bajo la serie anterior. Son las calizas consideradas desde antiguo como del Devónico. Su potencia en este punto es

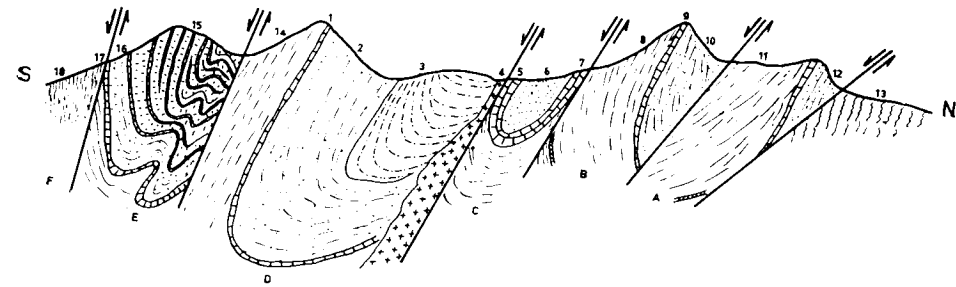


Fig. 4.—Interpretación de un corte a través de toda la sierra de San Pedro, al Sur de Aliseda (ver texto). Se señalan seis bloques o escamas imbricadas que se disponen más verticales en la parte Sur del corte y más tendidas hacia el N.

como de unos 500 metros y hacia el Poniente se van estrechando. Hay labores mineras no muy antiguas, seguramente de fosforitas según se deduce de la obra de Egozcue y Mallada (2).

4. Roca basáltica de potencia variable que se aguza hacia el Oeste y se ensancha por el Este hasta llegar a unos 400 metros un poco al SE. del caserío de Valdelasyeguas. De esta roca se hicieron varias preparaciones para compararla con la del dique de Plasencia. Su descripción va en la página 148.

5. Cuarcitas grises o bandeadas, bastante verticales, que pasan a otras tableadas con una potencia de 25 metros. El contacto con la roca basáltica no es visible.

6. Serie de pizarras blanquecinas, similares a las del número 2, de potencia de 80 metros.

7. Cuarcitas grises bastante parecidas a las del número 5. Su potencia es de 20 m.

8. Pizarras grises ampelíticas que se alteran a pardas en superficie. Contienen algunos banquitos muy finos de cuarcitas. Potencia de 300 m.

9. Cuarcitas blancas de unos 50 m. de potencia. A ellas van ligados al-

guinos yacimientos de óxidos e hidróxidos de hierro, que alguna vez han sido explotados en tiempos recientes.

10. Series de pizarras parecidas a las del número 2, pero teñidas de rojo. Potencia de unos 60 m.

11. Pizarras grises con banquitos de cuarcitas de una potencia inferior a 5 m. y que termina hacia el Norte por un banco más potente que atraviesa el pueblo de Aliseda. La potencia de toda esta serie es de unos 400 m.

12. Nueva serie caolínica muy triturada y deleznable.

13. Basamento de pizarras pelíticas. El paso de la formación anterior a ésta no es visible. De las rocas del basamento también se han hecho varias preparaciones que se describen en la página 141.

Hacia el SW. del pico de las Turras reaparecen las pizarras grises con banquitos de cuarcitas y las correspondientes a las series caolínicas en potencia quizá de unos 500 m. Luego unas cuarcitas oscuras con intercalación de pizarras (núm. 15 de la figura), y ya en la misma casa del Hito cuarcitas blancas, masivas, de 25 m. de potencia y casi verticales. Aun más allá de este punto afloran unas pizarras amarillentas, blandas, arcillosas, de grano no discernible al microscopio, que producen eflorescencias en algunos cortes recientes (núm. 17-18 de la figura) ¿Cámbrico alto?

Luego en las sierras Traviesa y Baya otra vez las cuarcitas con las series caolínicas y débiles zonas ferruginosas. Yo creo que estas pizarras arcillosas citadas en el párrafo anterior no tienen nada que ver con las pelíticas del basamento y que realmente se encuentran muy ligadas a la tectónica de las cuarcitas. Ya dijimos antes que al Este del Zapatón las formaciones eran diferentes. Concretando mejor la separación, diríamos que la diferencia se establece según una línea que fuera desde el extremo occidental de Traviesa y Baya hasta la sierra de Santa María, que por cierto tiende a mostrar un buzamiento general hacia el Norte.

Teniendo en cuenta los cortes de las figuras 1, 2 y 4, a mí me parece que la alineación Silúrico-Devónica es extraña al basamento de pizarras pelíticas. Que existe una discordancia, aunque en la cartografía de las hojas aparezcan concordantes cuando menos en dirección. El hecho se debe a que tales direcciones son de *pizarrosidad* y no de *estratificación*. Templado y Alvarado ya anotaron esta observación (9). También próximo a las alineaciones de Cañaverál se vieron casos de discordancia entre la dirección de pizarrosidad y de estratificación en el basamento (3). Por el contrario, dentro del Ordoviciense siempre se efectúan las medidas según la estratificación muy discernible. Además he de aclarar que la pizarrosidad del basamento es casi vertical o vertical en la mayoría de los casos. Al norte del pueblo de Aliseda deben presentarse algunos bucles, pues es una zona que atravesé varias veces para alcanzar el dique de Plasencia y, aunque no era mi objeto concreto, se tomaron medidas que lo hacen suponer así. Por otra

parte parece lógico que al plegarse el Silúrico Devónico, el basamento debió ser afectado por el mismo proceso aunque estuviera ya plegado, y quedar con una esquistosidad más o menos paralela, en dirección a la de aquél.

Para mí, este basamento parece estar constituido por formaciones precámbricas, faltando aquí todo el Cámbrico o queda localizado al Sur de las formaciones montañosas. Este punto de vista tan opuesto a las opiniones indicadas antes se apoya, aparte de esa discordancia estratigráfica, en los siguientes hechos: Las formaciones cámbricas que conozco, tanto en León, Asturias, como en el SW. de España, son completamente diferentes. Incluso el Cámbrico, tan inmediato al Sur del sinclinal o sinclinorio de La Codosera, contiene banquitos de calizas con restos confusos de arqueociátidos y probablemente de Calymene (12), y es considerado como un Postdamiense con tránsito a formaciones más inferiores. Desde este sinclinal o sinclinorio hacia el N.-NE. se repiten las pizarras de carácter pelítico de una forma monótona y obsesiva en más de 100 kilómetros, sin que se vean interrumpidas por las cuarcitas del Georgiense, las facies efusivas del mismo, las calizas del Acadiense, las pizarras compactas y verdosas o algo tableadas del Postdomiense. Nunca se ha citado aquí un fósil. Sólo pizarras, pizarras compactas o listadas que de vez en cuando se ven sustituidas por otras de grano más grueso y ásperas, que algunos autores clasifican como grauwaekas (9). Su potencia ha de ser muy considerable por muchos pliegues y repliegues que se quieran, máxime dado el carácter de verticalidad con que se presentan.

El estudio petrográfico de estas pizarras no muestra ninguna particularidad acusada. Los ejemplares recogidos, todos ellos en las proximidades de Aliseda y el Salor, se pueden clasificar en dos tipos.

Uno tiende a la coloración gris ceniza o algo rojiza, poco hojosa, con presencia en superficies antiguas de eflorescencias de pirolusita. De textura detrítica, tiene un débil carácter lepidoblástico por la ordenación de los componentes, mejor que por la presencia de minerales alargados. Encontramos cuarzo, anguloso o subanguloso de contactos bien precisos en general, o algo difusos en el mismo sentido que la pizarrosidad. Tamaños de hasta 0.3 mm. Casi siempre constituidos por un solo cristal. Hay también algunos que aparecen en forma de mosaico muy complejo y probablemente se trata de una recristalización a partir de sílice coloidal. Plagioclasas de tamaños y formas similares a los del cuarzo. Algunas que se han podido medir corresponden al tipo de labrador. Hay también feldespatos potásicos aunque menos abundantes. Luego aparecen algunas laminitas de sericita y otras mayores de moscovita autógena. Se encuentran minerales arcillosos y óxidos de Fe, que en algunas preparaciones constituyen a modo de restos de oolitos. Por el tamaño y la mineralogía se las

puede clasificar como pizarras pelíticas o unas pelitas micáceas, o arcillosas. En la fot. 2 se da el aspecto general más corriente.

El otro tipo tiene una cierta tendencia al tono verdoso y son más ásperas al tacto. La composición mineralógica es, sin embargo, muy similar. El tamaño es mayor y aumenta la cantidad de plagioclasas frente al cuarzo. El feldespato-potásico también aumenta de tamaño y puede determinarse que, cuando menos en parte, se trata de microclina. Aparece claramente la turmalina, y es detrítica. Creo que rocas similares a éstas han sido las que Templado y Alvarado (9) citan como grauwackas, tomando seguramente el término de la literatura francesa, como areniscas cuarzo-feldespáticas o como una variedad de areniscas con cemento pelítico. A mí me parece que le cuadra mejor el nombre de pelita arcósica.

Hay de vez en cuando pizarras verdosas, listadas, de grano muy fino que pasan lateralmente a otras de mayor compacidad y que deben ser ricas en granos muy finos de cuarzo, pues en ellas se desarrollan bien filoncillos de segregación y disposición paralela cuando se ven afectadas por la proximidad de fallas o fracturas.

Consideradas como precámbricas, se pueden comparar por su aspecto y composición mineralógica con gran parte de las pizarras del Narcea, que se consideran igualmente de esta época y yacen debajo del Georgiense. También en la zona de Barrios de Luna, al Sur y debajo de un Cámbrico bastante completo, aparecen unas pizarras similares.

Las discordancia entre el Precámbrico y el Ordoviciense, los repliegues de éste, su comienzo inferior que unas veces es por la típica cuarcita, otras por los bancos de pizarras caoliníticas, otras por conglomerados potentes (2), y el carácter alpino que se le atribuye a los plegamientos variscos en el SW. de la Península, me inducen a suponer que las alineaciones silúricas o silúrico-devónicas son restos de mantos de corrimiento. Por la proximidad hacia el SW. del sinclinal o sinclinorio paleozoico de La Codosera, vendrían de esta dirección quedándose atrás el Cámbrico, y actuando el Precámbrico como un antepaís. Las alineaciones de Cañaveral y Aliseda serían retazos de telecapas: unos clippes alargados.

O bien «pinzaduras» por movilidad del basamento mediante corrientes subcorticales según las teorías de Kraus (14), con una o más de una, bandas «cicatrizadas» al SW., que representarían el eje o los ejes del geosinclinal. A este respecto el trabajo reciente de Alía Medina (1) nos muestra dos anticlinorios vergiendo hacia el S-SW. en la Baja Extremadura (que estarían situados al otro lado de una «cicatriz») y constituidos por escamas del Paleozoico pinzadas o no por el basamento. El esquema general nos da una representación alpina con dos vergencias opuestas para el plegamiento hercínico en esta parte de la Península.

La idea de la figura 5 corresponde a la parte estudiada por mí. He re-

presentado las cuarcitas y rocas ligadas a ellas en Aliseda y Cañaveral como pinzadas en parte por el basamento, dada mi mayor inclinación hacia la hipótesis de Kraus. El arrastre del basamento hacia la zona de «subción» del SW. explicaría las escamas imbricadas de la sierra de San Pedro y quizá la pizarrosidad concordante del basamento precámbrico.

Aparecen ahora el problema (y por eso he traído todo esto a colación) de la relación de la fractura de Plasencia con todo este proceso. En princi-

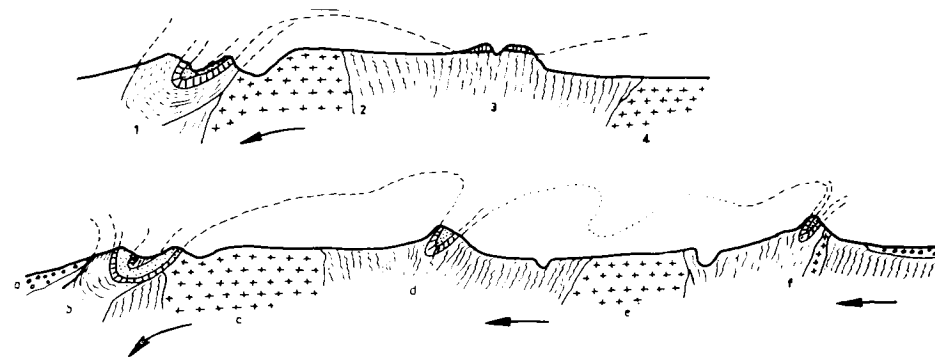


Fig. 5.—Interpretación de la disposición del Paleozoico sobre el basamento precámbrico, en el Oeste de la provincia de Cáceres.

El dibujo superior estaría de SW. a NE., a la altura de San Vicente de Alcántara o un poco más a occidente.—1. Sinclinal o sinclinorio de La Codosera, incluyendo Cámbrico, Silúrico y Devónico.—2. Batolito de Albuquerque-Valencia de Alcántara y pizarras pelíticas precambrianas.—3. La prolongación de la sierra de San Pedro coronada por las cuarcitas silúricas.—4. Batolito de Cuesta Araya.

La interpretación inferior es más oriental y también de SW. NE.—a) Terciario y Cuaternario de Gallina (Badajoz).—b) Sinclinal o sinclinorio de La Codosera con el Cámbrico, Silúrico y Devónico.—c) Batolito de Albuquerque-Valencia de Alcántara.—d) Basamento con la «pinzadura» de Aliseda, del Silúrico Devónico y quizás algo de Cámbrico.—e) Batolito de Cuesta Araya.—f) Basamento precámbrico con la «pinzadura» del Silúrico en Cañaveral. Y quizás también algo de Cámbrico.—g) Terciario del Alagón.

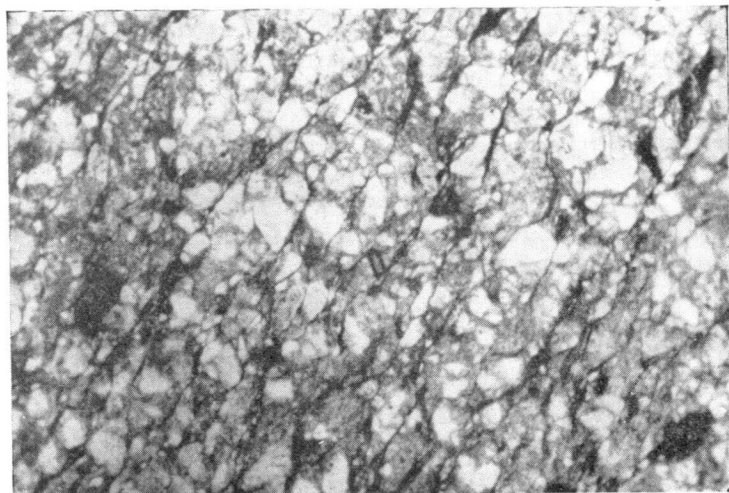
pio lo concebimos como posterior al efecto tectónico del Hercínico y, en consecuencia, afectando a las formaciones ordovicienses y desplazándolas de su primitiva alineación. Pero también cabría la suposición de un antecedente de la fractura simultáneo al plegamiento y que fuera motivado por distinta velocidad del basamento (o duración del movimiento) en su arrastre hacia el SW. Habría habido mayor desplazamiento en la parte del NW. y los espectaculares «desenganches» serían sincrónicos con el plegamiento.

LAS ROCAS

Dejando a un lado los componentes del dique de Plasencia, encontramos dos grupos de rocas no sedimentarias de aspecto y quimismo bien diferentes. Uno el constituido por dos batolitos alargados en sentido NW.-SE. y



Fot. 1.—Las cuarcitas silúricas en Valencia de Alcántara (junto a la frontera) vistas desde el flanco SW.



Fot. 2.—Aspecto en sección transparente de las pizarras pelíticas supuestas precambrianas. NW. de Aliseda. L. N., 35 D.

más o menos situados entre las alineaciones de las cuarcitas. El otro un grupo de rocas básicas que aparecen hacia el SW.

El batolito de Cuesta Araya, de carácter ácido, presenta algunas diferencias de unos puntos a otros. Hasta el momento carecemos de una cartografía en detalle de estas facies, así como de la tectónica de las mismas. Va acompañado de unos apuntamientos laterales o *stocks*. Los autores de las Hojas 703 y 704 (9 y 10) estudian algunas preparaciones pertenecientes al mismo. También en mi trabajo anterior (3) aparecen datos de su borde Norte que, por cierto, contiene algo de andalucita. Los autores citados dan como granulitas algunas muestras estudiadas, empleando este término en su sentido francés. En general podemos considerar este batolito constituido por rocas graníticas biotíticas o de dos micas, de grano medio a grueso o muy grueso. Por veces se hace turmalinífero.

El de Albuquerque-Valencia de Alcántara también cuenta con algún estudio petrográfico de los autores de las Hojas 701, 702, 726 y 727 (7, 8 y 11), y en general presenta caracteres idénticos en todas partes: de grano grueso (debido a los feldespatos), es de dos micas y con estructura que por veces se hace algo gráfica. En la Hoja 727 se describe otro tipo hacia el Km. 21 de la carretera de Badajoz a Valencia de Alcántara, que aunque se considera también de dos micas contiene clorita y el tamaño del grano es más pequeño. En la dehesa, mal llamada desde el punto de vista petrográfico de Piedrasbuenas, es muy bronco, con feldespatos que alcanzan varios centímetros, de tonos claros con abundantísimo cuarzo anhedral, siendo este mineral posterior a la moscovita que engloba. Las plagioclasas que aparecen en cristales grandes y alargados contienen $An = 27$ y si son cortas presentan tendencia al zoneamiento. Trocitos de ellas están incluidos dentro del feldespato potásico y por la extinción de las maclas en (001) son de $An = 45$. El feldespato potásico aparece marginal, rodeando al cuarzo o sustituyendo a las plagioclasas. La biotita es poco abundante, bien conservada y con frecuentes halos pleocroicos. También encontramos turmalina en forma intersticial y casi siempre muy ligada al cuarzo. La abundancia de turmalina también se presenta por otras partes del batolito. Al NE. de Albuquerque se hace muy frecuente en nódulos y vetas pegmatíticas o simplemente asociada al cuarzo (*Schorl-rock*). Se pueden recoger cristales de varios centímetros. También aparece entre las Grulleras y el Palancar. El berrocal, un poco más al Sur de aquí es un tanto pegmatítico y presenta una clara tendencia a las formas cupuliformes. Por el puente, seguramente romano, de Banca, aparecen diques de aplitas de dirección E.-W. cortados y algo desplazados, por un sistema de diaclasas que van al SW.

Entre Valencia de Alcántara y la frontera es de grano medio a grueso, siempre inferior a la tónica general por Albuquerque, bastante equigranular de tono blanco amarillento, con cuarzo irregular asociado a mos-

covita, pero sin inclusiones. El feldespato potásico (microclina) sustituye también a las plagioclasas y es algo pertítico. Las plagioclasas incluyen granos de cuarzo, son bastante euhedrales y están alteradas. La biotita y la moscovita presentan los caracteres normales, y si acaso la primera muestra tendencia a pasar a clorita. Por último se encuentran restos bien claros de andalucita dentro de la moscovita. Las determinaciones sobre una sola preparación dio los siguientes resultados:

Cuarzo	29,17
Plagioclasas	34,04
Feldespato potásico	27,45
Biotita	1,73
Moscovita y andalucita	5,20
Varios	2,41
	100,00

que presenta un marcado signo monzonítico, por lo que se le puede considerar como una adamellita de dos micas. El cómputo sobre la roca de Piedrasbuenas no se incluye, pues el tamaño del grano no le presta mucha garantía a los resultados con el contador.

Todo este cuadro nos da una imagen compleja para esta formación y su génesis puede haber sido en más de un momento.

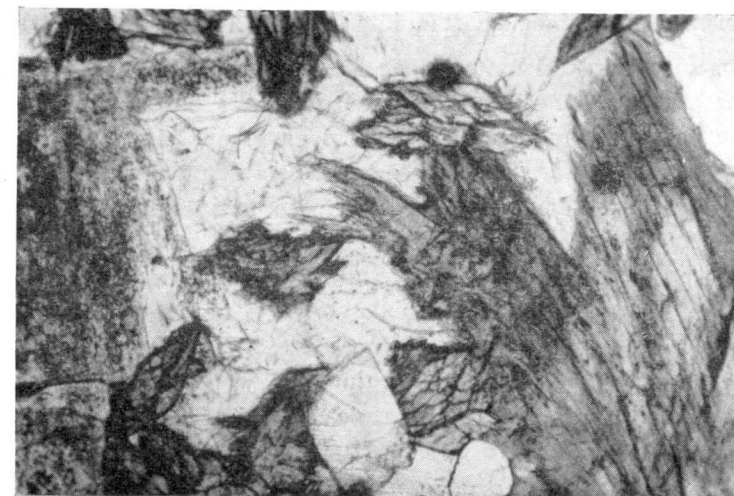
Casi por todas partes presenta una aureola de metamorfismo de contacto bien patente. Creo que incluso afecta a las cuarcitas en el mismo pueblo de Alburquerque, y a este respecto conviene indicar que en la Hoja 703 señalan sus autores (9) un apuntamiento ácido dentro de los pliegues de las cuarcitas hacia Valdelascasas. También en Cáceres (Aldea Moret) parece que el granito de Cuesta Araya afecta al Devónico. Así, pues, las masas plutónicas fueron emplazadas (o sufrieron una removilización) posteriormente al plegamiento del Ordoviciense-Devónico. Los autores de las Hojas indicadas más arriba opinan de la misma forma.

Las rocas básicas no pertenecientes al dique de Plasencia presentan una serie de aspectos bien interesantes. En primer lugar diré que las de carácter no filoniano aparecen en esta región ligadas al Devónico. Tanto en Aliseda como en el sinclinal o sinclinorio de La Codosera se observa claramente este fenómeno. Seguramente hacia Puebla de Obando los apuntamientos de rocas plutónicas presentan el mismo carácter. También en la Hoja de Cáceres se encuentra una mancha próxima al Devónico, al Este de la Alberca, si bien parece que está integrada por materiales muy diversos (granitos y diabasas) según los autores de la memoria explicativa (10).

Después de haber efectuado algunas excursiones por las provincias orien-



Fot. 3—Microlitos de plagioclasas en un vidrio opaco de la taquilita de Valdelasyeguas (Aliseda). Hay también un microfiloncillo de calcita L. N., 35 D.



Fot. 4—Anfibol verde ligado a la calcita y el cuarzo en el gabro de Puebla de Obando a Villar del Rey. Hacia la izquierda se puede observar unas plagioclasas muy saussurizadas. L. N., 50 D.

tales de Andalucía, creo ver hay una distinción interesante entre las rocas plutónicas de Norte y centro de España con las del SW. Los grandes batolitos graníticos desaparecen para ser sustituidos por formaciones de menor tamaño y quimismo mucho más básico. Son bastante abundantes los gabros y otras rocas próximas. La antigua «graya» establecida por E. Hernández-Pacheco (4) de Los Pedroches-Montánchez-Cuesta Araya, tienen un gran significado petrológico, si bien quizá debiéramos establecerla (para Extremadura) según Valencia de Alcántara-Norte de Mérida-Castuera. Al Norte sólo aparecían plutónicas ácidas con pocas excepciones, y al Sur se invierten los términos. El estudio de los apuntamientos plutónicos del SW, sería de incalculable valor para comprender incluso los fenómenos tectónicos.

La roca de Aliseda, a la altura de Valdelasyeguas, aparece compacta, gris acero o negra, con un punteado blanco muy fino en las superficies recientes, y se vuelven algo rojizas por alteración meteórica. Es de estructura holohialina o hialopilitica con matriz de vidrio muy oscuro o pardo, en el que aparecen microlitos tabulares y bien terminados, poco alterados y de tamaños desde casi submicroscópicos a 0,6 mm. de longitud y sin que aparezca ninguna ordenación paralela en los mismos. El contenido de anortita calculado es de 52. Hay también pequeñas secciones típicas de piroxenos euhedrales ocupadas por calcita o calcita más tridimita en fino agregado. En algunas de estas secciones hay inclusiones muy pequeñas de vidrio. La consideramos como una taquilita (fot. 3).

En otros ejemplares el moteado blanco se hace bien palpable. Ya no se trata de los cristales del elemento fémico sustituido por la calcita, si no de amigdalas en un vidrio opaco o casi opaco en el que siguen existiendo los microlitos de plagioclasas, si bien se encuentran muy alterados. Las secciones de los féminos también aparecen, pero casi siempre se encuentran sustituidos por clorita y sílice. La clorita está igualmente en el vidrio y en algunos puntos llega a constituir una trama con los microlitos similar a la estructura microdiabásica. Las amigdalas además de calcita contienen algo de clorita hacia el borde. Es muy espectacular el que las maclas polisintéticas de las calcitas tiendan en su conjunto a ser concéntricas. Templado y Alvarado estudian también la roca de este afloramiento, clasificándola como una basaltita brechoide o de estructura ofítica (9).

Los afloramientos en el sinclinal o sinclinorio de La Codosera, son muy numerosos y en general poco extensos y con tendencia a alargarse en el sentido de E.-W. En las descripciones de las Hojas 727 y 750 (8 y 12) se estudian algunas muestras correspondientes a la parte occidental, clasificándolas como dioritas en sus variedades andesíticas y micáceas, o bien como kersantitas, diabasas o gabros típicos. Al NE. de Villar del Rey, y hacia

Puebla de Obando, parece existir una formación básica bastante alargada de E.-W. Contiene cuando menos dos facies diferentes.

La una es de grano muy grueso, dura y de disyunción en bolas. Con estructura hipidiomórfica granular impuesta por las plagioclasas de cristales grandes y euhedrales. Estos feldespatos se encuentran bastante alterados y los considero como labrador. Contiene augita en láminas también grandes y de tendencia euhedral. Generalmente uralitizada, dando masas de clorita y anfíbol y otros productos finos no reconocible, entre los que quedan restos del piroxeno. Esta alteración no siempre es sólo marginal sino que tiende a penetrar en el interior según los planos de exfoliación, o individuos de maclas polisintéticas. La horblenda aparece en secciones basales con pleocroismo pardo, pardo rojizo, pardo amarillento. Se altera y pasa marginalmente a otro anfíbol verde que se deshace en agujas incluidas dentro de cristales de calcita o de cuarzo secundario (fotos 4 y 5). Se trata de actinota probablemente en su variedad de esmaragdita. También se altera a clorita que se asocia con minerales opacos de gran desarrollo entre los que se pueden reconocer bien la ilmenita y el leucoxeno (foto 6). Dentro de la horblenda parda hay halos pleocroicos en poca cantidad. Por último y como ya dicho, aparece también el cuarzo y la calcita. Ambos son secundarios, anhedrales e intersticiales. El segundo siempre en relación con el anfíbol alterado.

La composición calculada es como sigue:

Plagioclasas	48,48
Piroxenos	24,24
Anfiboles	14,81
Opacos	7,24
Cuarzo	2,37
Calcita	1,36
Apatitos y otros	1,00
	100,00

En este cálculo y debido a que el contorno de los cristales se mantiene relativamente bien, he querido representar la primitiva composición de forma que, como piroxenos, se incluye parte de lo que ahora es horblenda verde y clorita.

Es una roca holofeldespática, holoplagioclásica, con índice de color alrededor de 50 y con dominio claro de los piroxenos sobre los anfíboles. Creo debe considerarse como un gabro piroxénico.

Otras muestras de la misma formación, y probablemente pertenecientes a la zona marginal, tienen grano más fino y al mismo tiempo son de mayor basicidad. En ellas las plagioclasas están completamente saussuritizadas.



Fot. 5.—Un caso similar al de la foto anterior, en el que quedan finas agujas del anfíbol dentro de la calcita. Tanto en el ángulo superior derecho como en el izquierdo quedan las plagioclasas muy alteradas. L. N., 35 D.



Fot. 6.—Neoformación de opacos (ilmenita y leucoxeno en su mayor parte) junto con clorita y procedentes de un fémico del gabro de Puebla de Obando a Villar del Rey. L. N., 35 D.

A duras penas se le puede observar una tendencia a la estructura subofítica en la que el piroxeno ha dejado de existir, apareciendo restos de horblenda basáltica y mucha clorita más o menos ligada a horblenda verde. Aunque no se pueden hacer determinaciones cuantitativas dignas de tenerse en cuenta, tengo la impresión de que la relación del piroxeno original a la horblenda era menor que en el caso anterior. Aparece algo de calcita en finos filoncillos igual que el cuarzo. Aún existen en este afloramiento unas facies con mayor finura de grano, con pocas plagioclasas que están completamente saussuritizadas. El fémico dominante es la clorita tanto en fibras como en láminas, y dentro de ella se pueden encontrar pequeños restos de piroxenos monoclinicos y de horblenda. Abunda el leucoxeno con poca o nada de cuarzo.

En el complejo pizarroso que hemos considerado como Precámbrico, se encuentran frecuentes diques de pequeña potencia y difíciles de localizar a no ser en los cortes de las carreteras o en los escarpes de los ríos. En la Hoja 702 sus autores describen diabasas (Plagioclasas-Augita-Biotita-Calcita) en las inmediaciones de la casa del Rivero, al Norte de Herreruela (7). También hay un dique, en la misma carretera, próximo a Salorino (Molino de Enmedio). Muy duro, con tendencia a la disyunción en bolas de pequeño tamaño, tiene estructura subofítica o casi diabásica, con piroxenos, plagioclasas ($An = 48$) calcita y cuarzo en pequeñas cantidades y claramente secundario. Algo de clorita entre las plagioclasas o formando nódulos. Zeolitas y opacos muy pequeños. Un ejemplar recogido en este mismo punto, pero no en el propio dique, presenta una estructura de elementos mayores, con plagioclasas alargadas que imponen sus contornos muy angulosos a los piroxenos. Estos suelen ser grandes pero muy fragmentados entre los feldspatos calcosódicos que a veces son cristales cortos y anchos, bastante frescos y mostrando una débil tendencia al zoneamiento. El valor medio encontrado es de $An = 50$. El piroxeno en fragmentos pequeños del mismo cristal está bien conservado, con pocas secciones basales, $C \wedge Z$ de 50° y ángulo de los ejes ópticos mayor de 50 . La clorita también tiende a formar nódulos a veces en torno a granos de calcita. Algo de cuarzo secundario y un opaco euédral (magnetita).

En la Hoja 703 se señalan dos afloramientos similares en las trincheras de la carretera a Portugal. Uno en el Km. 37 (se puede localizar hoy en el 36,700 seguramente por cambio del kilometraje en la supresión de curvas). Es sólo de unos 3 metros de potencia y con dirección casi de Este a Oeste, reaparece dentro de la dehesa de Cantillana, a unos 400 metros de distancia corta a la pizarras que aquí van al N. 20° W. y buzan 85° al Este. Es de grano fino y con estructura similar a la muestra descrita anteriormente. Con plagioclasas alteradas, de $An = 47$ y débil tendencia zonada en su mayoría. Pero aparecen otras en microlitos muy pequeños, asociadas a

granos de cuarzo, más fresca y con menor valor de anortita. Los piroxenos se encuentran como restos pequeños dentro de una masa criptocristalina u opaca. Hay también zonas ricas en sericita junto con opacos, cuarzo, clorita y calcita. Algo de hornblenda en franca alteración a clorita. Apatito con cuarzo o con pequeñas formaciones pegmatíticas alteradas. Es, desde luego, una diabasa en fuerte estado de alteración.

El otro afloramiento, en el Km. 22, está constituido por dos filoncillos de 2 y 3 metros de potencia. Con disyunción similar a los otros casos, son concordantes con el campo pizarroso. Seguramente hay más afloramientos de este tipo: en el curso del Salor localizamos otro tercero con idénticas características (fot. 7). Las muestras recogidas en los diques de la carretera presentan un color verdoso, de grano discernible a simple vista, estructura intergranular subofítica, con placas de piroxenos de hasta 2 milímetros o bien nódulos por agrupación de varios cristales anhedrales y amoldándose a las plagioclasas que a veces los penetran por sus bordes. Estos piroxenos tienen unas características de $c \wedge Z$ de 30° y $2V$ pequeño, por lo que los consideramos como pigeonitas. Las plagioclasas de tamaños muy variables están alteradas principalmente hacia el centro de los cristales. El reborde, muy bien conservado, contiene An menor de 20. Hay algo de hornblenda, bastante clorita, opacos (magnetita e ilmenita) y un poco de cuarzo intersticial. No se encuentran formaciones pegmatíticas o mimequíticas.

Todas estas rocas que arman en las pizarras consideradas como precámbricas y aparecen con pequeñas potencias, se las puede considerar como diabasas. Presentan bastante similitud entre sí y con las facies marginales de algunos puntos del dique de Plasencia. Quizá sean las descritas en la Hoja 702 del Puente del Rivero, las más diferentes por la presencia de biotita.

LA FRACTURA Y EL DIQUE DE PLASENCIA

He adelantado antes que la fractura, sin las elevaciones que la enmarcaban, se nota perfectamente en el rectilíneo y estrecho valle de la Rivera del Araya y en un tramo del río Salor. Así ocurre dentro de la Hoja 703, donde incluso la ladera Oeste del estrecho valle presenta todo el aspecto de un escarpe de falla. Pero fuera de esta Hoja, hacia el Norte, y hasta enlazar con la zona estudiada en el trabajo anterior (3), aparece una depresión de fondo plano y en forma de ojal. Es decir, que el valle de la Rivera se ensancha por debajo de la desembocadura del arroyo Monteconejo para estrecharse al llegar a la Dehesa de los Baldíos, más arriba. Total, son unos 6 kilómetros de longitud por una anchura máxima de uno y medio y una depresión sobre la penillanura que lo rodea de unos 60 metros. Seguramente se ha originado por una desviación hacia el Norte de la falla o fractura occiden-



Fot. 7.—Pequeño dique diabásico entre las pizarras supuestas precámbricas. NE, de Aliseda, en el mismo curso del río Salor.



Fot. 8.—Anfibol y dialaga del gabro del puerto de Los Conejos, en el sinclinal o sinclinorio de La Codosera. (L. N., 35 D.)

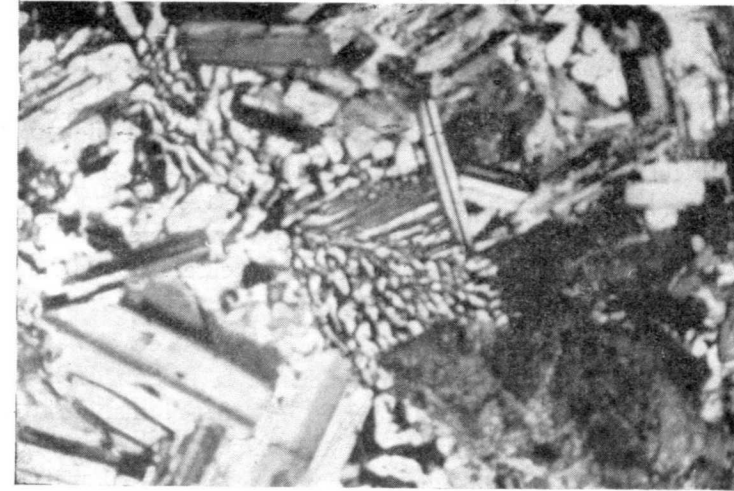
construcción debieron de arrastrar las calizas desde el otro lado de la sierra del Algibe, a 3 ó 4 kilómetros de distancia.

Luego, en la región de Media Cacha, la disposición se complica grandemente y es mejor seguir la interpretación que damos en el mapa. Únicamente añadiré que los cerros de cotas 311, 330 y 344, presentan restos de rañas o de un Cuaternario muy alto y con los derrubios que proporcionan impiden la observación con mucho detalle. Algunos de los cantos que integran el depósito deleznable de los 344 metros son de areniscas ferruginosas que recuerdan a las del Devónico inferior.

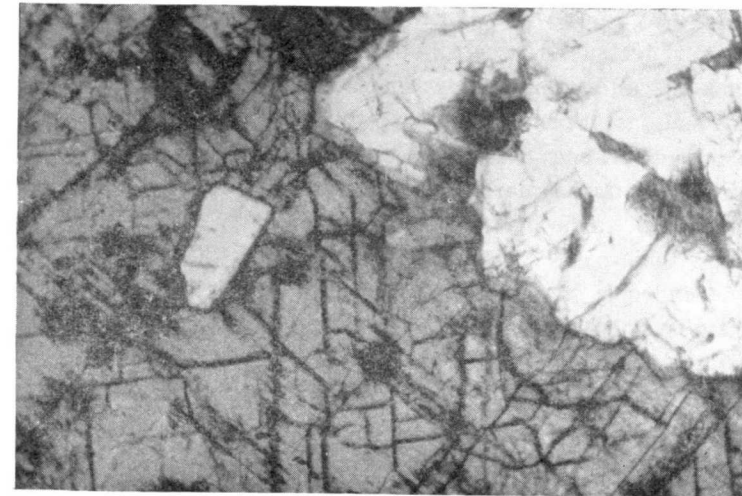
En la trinchera del ferrocarril (Kms. 352,2 y 352,3) aparecen dos asomos de la roca del dique encajadas en pizarras de grano relativamente grueso, de dirección N. 80 W. muy alteradas y trituradas con frecuentes bolsadas y filoncillos de cuarzo.

La carretera a Portugal corta el dique en el codo que figura entre las fallas. Frente al Km. 34,500, y en las inmediaciones del edificio que aparece en el mapa topográfico como colmenar (en realidad es una zahurda), pueden verse los abundantes bolos y algunos afloramientos pequeños. Luego, en la misma cuneta del Km. 35,100 aparecen los bolos que son enseguida sustituidos por la «tierra venero» hasta el cortijo de Media Cacha. Esta misma tierra o la roca en diferentes estados de alteración se encuentra en las trincheras del ferrocarril desde el Km. 353 al 354, donde se pierde bruscamente para ser sustituida por las pizarras en fuerte estado de trituración. Señalamos una nueva falla y a partir de ella no volvemos a ver el dique en unos 3 kilómetros, aunque no se puede excluir categóricamente su existencia, dado el fuerte recubrimiento de las laderas y sotobosques propio de la región.

De forma inequívoca reaparece en Puertollano una vez pasadas las alineaciones cuarcitasas de la cumbre, así como unas pizarras blancas y otras finas, abigarradas y satinadas que pasan a su vez a formaciones ricas en cuarzo y en óxido de hierro. La dirección de toda esta alineación es de E. - W. y buza al S., mientras que el dique, a un centenar de metros, tiene dirección SW., con una potencia de 250 m. Constituye un pequeño resalte en el terreno, sobre todo por el gran número de bolos y bloques que origina. No se observan marcadas diferencias entre sus zonas centrales y marginales. Siempre es de grano grueso al igual que todos los afloramientos de esta Hoja. Al llegar al regato Campón se pierde para reaparecer enseguida, pero desplazado hacia el W. Aunque en la ladera de la margen derecha del Campón no se observan afloramientos claros, si se ve perfectamente en el collado de los 400 m. de la sierra de Pajonales. Sigue un trecho en la misma dirección y se hace más patente en las proximidades de la Colonia Tejarero, punto ya observado y cartografiado por los autores de la Hoja 703 (9).



Fot. 9.—Mirmequitas entre plagioclasas del dique de Plasencia. En una muestra tomada junto al kilómetro 35 de la carretera de Cáceres a Portugal. N +, 35 D.



Fot. 10.—Dialaga bien conservada del dique de Plasencia. Proximidades del kilómetro 35 de la carretera de Cáceres a Portugal. L. N., 50 D.

En el primer recorrido que hicimos por toda la región se localizaron dos afloramientos básicos en línea con el dique y relacionados con los fuertes «desenganches» de las sierras cuarcitosas de Albuquerque. Uno está al Sur de la casa del Madroño (en la llamada cañada del Moro), como de 60 m. de potencia y que de dirección casi N. - S. cambia bruscamente al SW., debido a una falla que afecta fuertemente a las pizarras encajantes (Filitas algo satinadas del Silúrico (?)), originando una brecha con mucho cuarzo, minerales de hierro y quizás de plomo. Su continuidad hacia el N. no se puede determinar, y más bien parece que, una vez pasado el puerto del Centinela, viene sustituido, dentro del granito, por un potente dique de cuarzo que llega hasta la fuente del Corcho.

El otro se encuentra en el puerto de los Conejos, en el flanco Sur del mismo sinclinal o sinclinorio y ligado también a la flexión de las alineaciones cuarcitosas, si bien aquí el fenómeno es apenas manifiesto. Exactamente se encuentra en la casilla de peones camineros y tengo anotado que es en el km. 37,800, pero este punto no coincide con el kilometraje que figuran en las Hojas topográficas 727 y 750. Se encaja en pizarras oscuras y finas, y seguramente es la misma roca que estudian Roso de Luna y Hernández-Pacheco con el número 3 (12) y que dan como un gabro típico con dialaga.

Los ejemplares recogidos presentan unas características bastante similares a otros del dique propiamente dicho. De grano grueso, bastante equigranular, y débil tendencia subofítica con grandes láminas de dialaga o agrupaciones de este componente formando nódulos algo interpenetrados por las plagioclasas. Por veces aparecen dentro del piroxeno que está frecuentemente maclado según (100). Aunque la dialaga se encuentra bastante fresca, hay casos en que marginalmente pasa a anfíbol y/o clorita, pero no aparece carbonato cálcico como en los ejemplares de Puebla de Obando (fot. 8). Los feldespatos calcosódicos forman cristales cortos y anchos y con alguna tendencia a presentarse zonados. De las medidas que efectuamos obtenemos un labrador de bajo contenido en anortita. Hay algo de horblenda intersticial desligada por completo de la alteración del piroxeno. Aparecen formaciones mirmequíticas y micropegmatíticas entre las plagioclasas. En otros casos lo hace solo el cuarzo. El apatito está siempre ligado a estas asociaciones de cuarzo y feldespato potásico.

El cálculo mineralógico es como sigue:

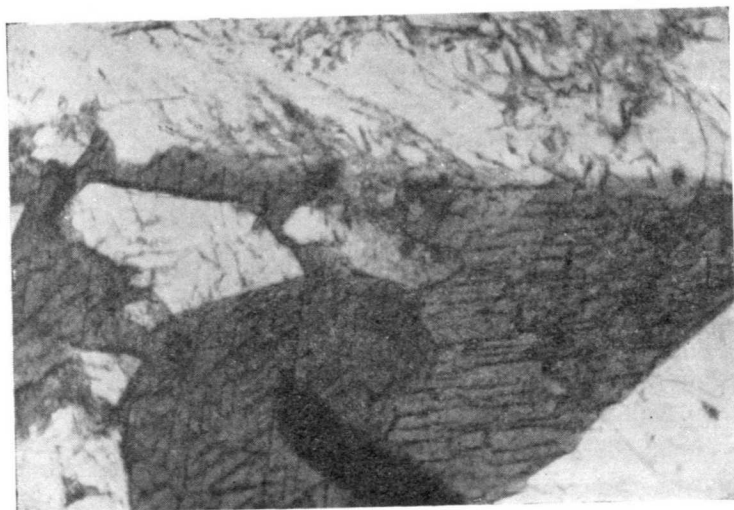
Plagioclasas	45,41	
Dialaga	36,24	
Horblenda y clorita ...	4,75	
Mirmeq., pegmat. y		
cuarzo	8,70	Índice de color ... 46
Opacos	4,11	Índice pirox ... 87
Otros	0,79	
	<hr/>	
	100,00	

Dada la estructura y el tamaño de los granos, se puede considerar como un gabro normal.

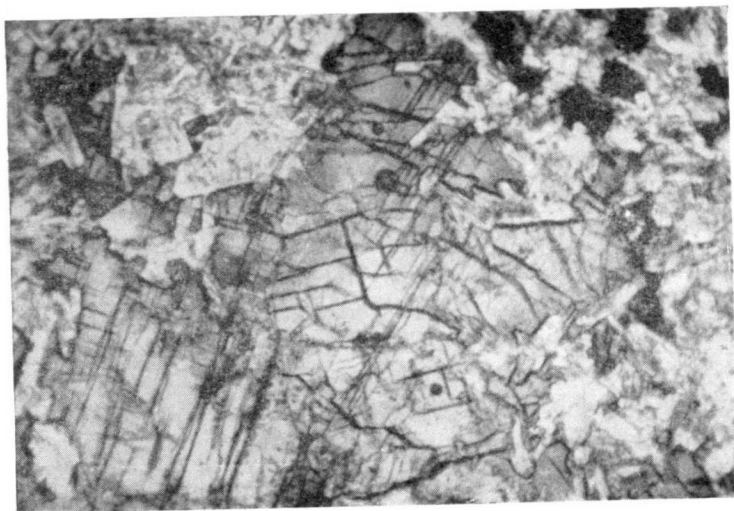
La roca que aflora en la casa del Madroño, citada antes, presenta macroscópicamente caracteres bastante similares, pero al microscopio es diferente debido a un fuerte estado de alteración quizás motivado por la falla que la afecta. Presenta una débil tendencia lepidoblástica por el desarrollo del anfíbol que en gran parte procede del piroxeno, conservando algunos restos de él. Hacia los bordes se deshace en agujas. También es muy abundante la clorita tanto ligada a la horblenda como entre los productos de alteración de las plagioclasas junto a algunas ceolitas y cuarzo secundario.

En la parte del dique que se ha cartografiado, y cuando la roca aparecía fresca, no se presentaban diferencias apreciables a simple vista de unos puntos a otros. Siempre de grano medio a grueso sin que localizáramos las facies de grano fino descritas en el trabajo anterior (3). Bajo el microscopio se aprecian algunas diferencias tanto entre sí como en relación con el segmento al NE. de Brozas. Como más típicas entre las muestras recogidas describiremos brevemente tres ejemplares, comenzando por el extremo Norte de la zona cartografiada.

1.—Pertenece a la suerte de Santa Catalina, al Sur del río Salor. Tomada de un afloramiento que debe situarse hacia el centro del dique. Es de grano grueso con estructura hipidiomórfica granular con abundantes zonas micrográficas que llegan a presentarse como el *substratum* de la preparación. Existen dos tipos de plagioclasas. Unas muy alteradas (caolín y sericita), y las otras frescas, de alguna tendencia zonada en cuyos casos se encuentra más limpia la parte marginal. Los valores obtenidos para estas últimas dan un *An* de 40-45, y parecen relacionadas con las formaciones micropegmatíticas. El mineral fémico dominante es la horblenda parda, que se altera bastante a clorita. Subordinadas a ella encontramos algunas laminillas de biotita que también pasan claramente a clorita. Aparece algo de cuarzo intersticial. En algunos puntos las formaciones gráficas dan la impresión de sus



Fot. 11.—Horblenda de tendencia euhedral del dique de Plasencia. Un poco más al Sur de la suerte de Santa Catalina (Aliseda). L. N., 50 D.



Fot. 12.—Dialaga, rodeada e interpenetrada por microlitos de plagioclasas Sierra de Pajonales. L. N., 35 D.

tituir a las plagioclasas alteradas. Hay apatito en agujas gruesas y algo de epidota.

Las proporciones mineralógicas son así:

Plagioclasas	46,60		
Horblenda, biotita y clorita	25,09		
Pegmat. mirmeq. y cuarzo	0,81	Indice de color ...	29
Opacos... ..	3,09	Indice de pirox ...	0
Otros	0,81		
	<hr/>		
	100,00		

Se ve es bastante similar a las descritas para los Baldíos de Brozas (3) y que considerábamos como una melanodiorita horbléndica. Aquí sin embargo el índice de color desciende mucho debido a la abundancia de las micropegmatitas.

2.—En la dehesa de Media Cacha (inmediaciones de la carretera, kilómetro 35,100). Aparece con estructura débilmente porfídica por el tamaño de algunos cristales del componente fémico. Está bastante lejos del aspecto subofítico de algunas de las otras preparaciones. Las plagioclasas tienden a ser zonadas y las considero de $An = 60$, bastante frescas y de tendencia euhedral. Las formaciones micropegmatíticas no son tan abundantes como en Santa Catalina, aunque algunas veces llegan a formar placas bastante grandes que incluyen algunas plagioclasas (fot. 9). La ortosa, a veces con poco cuarzo, presenta las maclas típicas. En general bastante alterada y como siempre aparecen agujas de apatito ligadas a ellas o al cuarzo. Se encuentran piroxenos que son claramente diópsidos (dialaga) en láminas grandes de contornos irregulares (fot. 10), algo alterado, maclado e incluyendo pequeñas plagioclasas y restos no muy claros de otro piroxeno u olivino. La horblenda parece proceder de la alteración del piroxeno, aunque hay secciones basales o longitudinales de tendencia euhedral (fot. 11). Tiene un fuerte pleocroísmo en verde-azul verdoso. También hay algo de biotita con halos pleocroicos y núcleos de circón. Muy frecuentemente la pequeña cantidad de biotita aparece relacionada con el componente opaco.

La composición en tantos por cientos es así:

Plagioclasas	48,20		
Piroxenos	18,46		
Horblenda, biotita y clorita	15,58		
Pegmatita y cuarzo ...	13,41	Indice de color ...	38
Opacos	4,20	Indice piroxeno ...	54
Otros	0,15		
	<hr/>		
	100,00		

3.—Las muestras de la sierra de Pajonales, ya en la provincia de Badajoz, presentan una estructura subofítica con grandes láminas de dialaga bastante maclada y poco o nada uralitizada (fot. 12). También aparecen pequeñas masas entre las plagioclasas, muy anhedral y altera a horblenda y clorita o quizás haya algo de anfíbol primario. Las plagioclasas son cortas, el cuarzo intersticial no muy abundante, igual que las micropegmatitas en las que la ortosa está bastante alterada. El apatito, igual que en todos los casos, va ligado al cuarzo o las micropegmatitas.

Los por cientos de la composición mineralógica se indican a continuación, si bien por el estado de alteración de las plagioclasas y la ortosa sus valores puede que no sean muy exactos.

Plagioclasas	42,79		
Piroxenos	45,34		
Horblenda y clorita ...	1,16		
Micropegmatitas y cuarzo	7,29	Indice de color ...	49
Opacos	3,22	Indice piroxeno ...	95
Otros	0,20		
	<hr/>		
	100,00		

Tanto por su estructura como por la composición mineralógica y sus índices, debemos tomar a esta última como un gabro normal y a la anterior como un leucogabro con horblenda.

CONCLUSIONES

Entre los datos que quedan expuestos conviene resaltar algunos relativos a la fractura y dique de Plasencia. Los de orden tectónico o estratigráfico de la región habrán de buscarse en la parte primera de este trabajo.

1.º—La fractura se continúa en la misma dirección que en la parte comprendida entre el valle del Jerte y los Baldíos de Brozas, si bien no se presenta ahora encuadrada en bloques levantados, y tiende a curvarse algo al S.-SW. Se puede seguir bien por las fuertes dislocaciones que produce en las alineaciones cuarcíticas. En parte es una ancha banda de trituración y en parte una línea de fractura. El carácter de fractura se pierde, o al menos se amortigua mucho, dentro del sinclinal o sinclinorio de La Codosera.

2.º—El dique de rocas básicas amoldado a la fractura se sigue bien dentro de la Hoja 703 salvo en el tramo claramente Silúrico. Está afectado y dislocado por numerosas fallas. Atraviesa las pizarras que, a falta de otros datos, considero precámbricas, pero no ha sido localizado dentro del granito de Alburquerque-Valencia de Alcántara. También dentro de esas pizarras aparecen frecuentes y pequeños diques de diabasas de grano muy fino.

3.º—Las rocas que integran este dique presentan tendencia al tránsito gabroide. No se localizan formaciones marginales de grano fino. Las partes centrales, que en el trabajo anterior considerábamos como melanodioritas horbléndicas (catedral de Plasencia, baldíos de Brozas) se continúa un tramo dominado a toda la masa del dique. Desaparecen los restos de olivino y la pigeonita, mientras que la dialaga, que antes se presentaba como subordinada, es ahora dominante y casi exclusiva. Podemos decir que a grandes rasgos se convierte en gabro según nos aproximamos al sinclinal o sinclinorio de La Codosera, donde este tipo de rocas es muy fuerte.

Laboratorio de Petrología
Universidad de Oviedo

REFERENCIAS

- (1) ALIA MEDINA, M. (1963): *Rasgos estructurales de la Baja Extremadura*. «Bol. R. S. E. de Hist. Nat.» (Ser. Geol.), t. LXI, núm. 2.
- (2) EGOZCUE, D. J. y MALLADA, D. L. (1876): *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres*. «Mem. de la Com. del Map. Geol. de España».
- (3) GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. (1963): *El dique diabásico del norte de Extremadura*. NOT. Y COM. INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 69.
- (4) HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1934): *Síntesis fisiográfica y geológica de España*. «Trab. Museo Nac. Cienc. Nat.», Ser. Geol., núm. 38.
- (5) HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1960): *El Terciario continental de Extremadura*. «Bol. R. S. E. de Hist. Nat. (Ser. Geol.)», t. LVIII, núm. 2.
- (6) HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1942): *El sistema Siluriano*. «Mem. Inst. Geol. y Minero de España», t. II.
- (7) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1941): *Explicación de la Hoja 702 (San Vicente de Alcántara)*.
- (8) — (1942): *Explicación de la Hoja 727 (Albuquerque)*.
- (9) — (1949): *Explicación de la Hoja 703 (Arroyo de la Luz)*.

- (10) — (1949): *Explicación de la Hoja 704 (Cáceres)*.
 (11) — (1950): *Explicación de la Hoja 701 (Valencia de Alcántara)*.
 (12) — (1954): *Explicación de la Hoja 750 (Gallina)*.
 (13) KOBER, I. (1942): *Tektonische Geologie*.
 (14) KRAUS, E. (1956): *Neue Überlegungen zum Bau der Alpen*. «Mitt. Geol. Ges. Wien 47».
 (15) TORRE DE ASSUNÇÃO, C. F. (1949): *Sobre uma intrusão dolerítica no Antracólito do Baixo Aentejo*. «Bol. Soc. Port. de Ciências Naturales», vol. II, 2.ª ser., fasc. 1.
 (16) — (1951): *Doleritas da região de Ajustrel*. «Bol. do Mus. e Lab. Min. e Geol. da Facult. de Ciências de Lisboa», núm. 19, 6.ª ser.
 (17) — (1951): *Os doleritos pigeoníticos de quimismo pacífico do Sul de Portugal*. «Bol. Mus. e Lab. Min. e Geol. da Facult. de Ciências de Lisboa», núm. 19, 6.ª ser.

Recibido el 17-VI-1964.

Y. RANGHEARD y G. COLOM

SOBRE LA EDAD DE LAS CALIZAS «URGONIANAS» DE IBIZA (BALEARES), COMPRENDIDAS ENTRE EL TITONICO Y EL VALANGINIENSE

RESUMEN

El estudio micropaleontológico de las calizas «urgonienses» recogidas en el sector Suroeste de la isla de Ibiza, ha permitido asignarles una edad comprendida entre el Titónico y el Valanginiense.

Su atribución a esta edad ha conducido inevitablemente a la modificación de la clásica interpretación estructural admitida hasta el presente; por tal motivo no es posible ya distinguir entre la ciudad de Ibiza y la de San Antonio, en particular la serie de escamas tectónicas que en ella se habían reconocido antes.

SOMMAIRE

L'étude micropaléontologique de calcaires «urgoniens» prélevés dans le sud-ouest de l'île d'Ibiza, a permis de leur attribuer un âge compris entre le Tiethonique et le Valanginien.

L'attribution de cet âge conduit à modifier l'interprétation structurale classiquement admise; elle ne permet plus, en particulier, de reconnaître, entre la ville d'Ibiza et celle de San Antonio les écaïlles que l'on y distinguait jusqu'à maintenant.

I. INTRODUCCIÓN

El Cretácico inferior no ofrece las mismas litofacias al Suroeste y al Noroeste de la isla de Ibiza.

En la región situada al Sureste y al Este, el Cretácico inferior descansa sobre las calizas del Jurásico superior. Está entonces formado por margas y calizas arcillosas con Cefalópodos pirotosos que van desde la base del Cretácico hasta el Albiense. De paso recordaremos que esta zona corresponde a la «serie de Ibiza» descrita por P. Fallot (1917, 1922) y reconocida también más tarde por E. N. Spiker y U. Haanstra (1935).

Según estos autores, existirían además otras dos unidades, tectónicamente inferiores: la «serie de Cirer-Rey» al Noroeste de la «serie de Ibiza», y la «serie de Aubarca», más septentrional aún. En esta última el Cretácico inferior empieza por calizas en grandes bancos, de grano fino, gris-parduzcas

o pardo-amarillentas, con vetas de calcita y más o menos zoógenas, atribuidas hasta el presente al Barremiense-Aptiense-Albiense de facies «urgoniana».

Durante el transcurso de los trabajos que uno de nosotros ha emprendido en la isla de Ibiza (Y. R.) a partir de 1961, se han reunido numerosos datos que han conducido a modificar la interpretación estructural clásica admitida hasta hoy, así como la edad de ciertos niveles litológicos, particularmente los concernientes a las calizas «urgonianas», sobre las cuales un estudio micropaleontológico les atribuye ahora una edad que no pasa del Berriasiense.

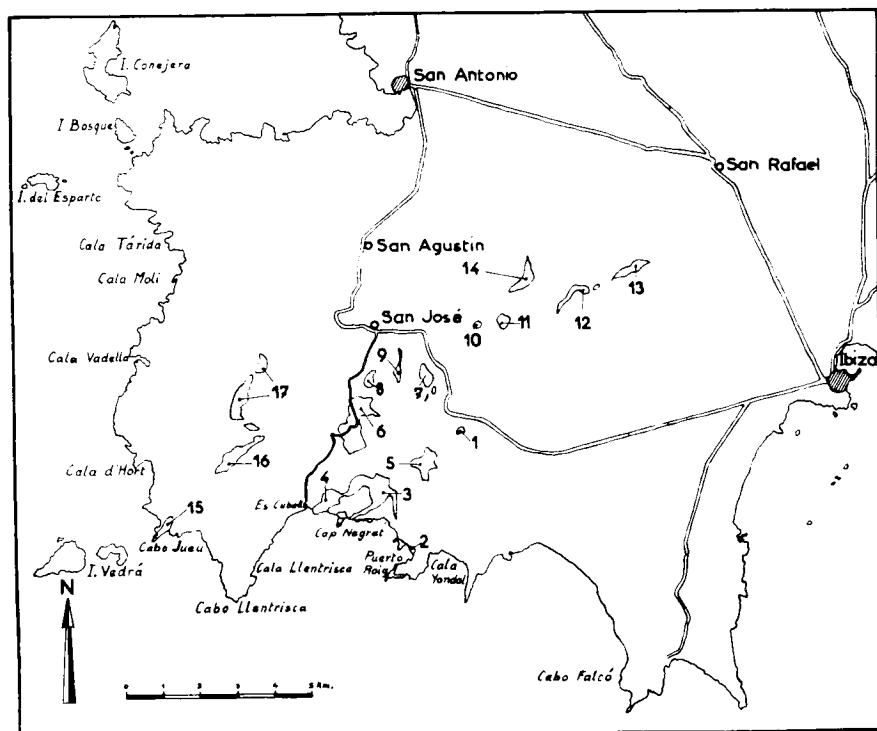


Fig. 1.—Afloramientos de calizas «urgonias», de edad titónico-berriasiense en el Suroeste de la isla de Ibiza: 1, Oeste de la Sierra de Sa Cova Santa, 2, Puerto Roig, 3, Cabo Negrete y N.-E. del Cabo Negrete, 4, Al E. de la Ermita de Cubells, 5, Puig Redó, 6, Sierra d'En Creveres y colinas situadas más al S, 7, Pit d'en Bocho, 8, Pit d'en Pau, 9, Ca'n Vergera, 10, Noroeste del Puig Suñer, 11, Puig Serra, 12, Pez, 13, Sierra de Sa Murta, 14, Puig Fiupeño, 15, Torre del Pirata, 16, Noroeste del Puig d'En Serra, 17, Rocas Altas.

II. SITUACIÓN DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS

Las muestras de rocas estudiadas han sido obtenidas en la zona Suroeste de la isla, donde estas calizas coronan la cúspide de no pocas de sus colinas. Los principales afloramientos de donde provienen las muestras han sido indicados en el mapa de la figura 1.

Desde el punto de vista tectónico estas calizas descansan, algunas veces, en serie normal, pero más frecuentemente en series invertidas sobre calizas estratificadas del Jurásico superior. Sobre ellas vienen, en continuidad estratigráfica, lechos margosos conteniendo Ammonites del Hauterviense, del Barremiense y del Albiense.

III. Micropaleontología

Se trata de calizas con un cemento constituido a base de calcita cristalina, conteniendo pequeños granos de cuarzo detríticos, pero en reducido número. El tamaño de estos cuarzos está en relación con el de los demás elementos detríticos, fluctuando los más diminutos alrededor de 100 micras y los mayores entre 200 y 300 micras. Les acompañan algunas pajuelas de muscovita. Las calizas contienen también variados elementos rodados de calcita criptocristalina, con una estructura más o menos granulosa, incluyendo numerosos restos de organismos (Políperos, Moluscos con esquirlas de Ostras y Gasterópodos, Equínidos, etc.), Foraminíferos con representantes de las familias *Textulariidae*, *Vulvulinidae*, *Miliolidae*, y géneros y especies como *Nautiloculina* sp., *Gaudryina* sp., *Pseudocyclammia* sp., *Trocholina alpina* (Leupold) (afloramientos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 14, 15), *Tr. elongata* (Leup.) (afl. 3, 5, 6, 7, 14, 15). Algunos de estos elementos rodados han revelado la presencia de raras *Calpionella alpina* Lor. (afl. 4, 7), *Globochaeta alpina* Lomb., escasos fragmentos de *Saccocomidae*, además de algunos radiolarios en moldes de calcita. Desde estas líneas agradecemos el concurso de Mr. J. Sigal y de Mme. S. Guillaume en el estudio de algunas secciones delgadas.

En otros casos estos depósitos contienen numerosos restos de algas, entre ellos los de *Cayeuxia* cf. *piat* (Loc. Puig Radó, 5, Mr. J. P. Lehmann, al cual desde aquí expresamos nuestro reconocimiento, se ha prestado a determinar las algas de algunas de nuestras secciones delgadas. En ellas se ha podido reconocer las siguientes especies: en las muestras provenientes del Noroeste del Cabo Negret (3), la *Thaumatoporella parvovesiculifera* Rainieri y *Clypeina jurassica* Favre; en las muestras del Puig Serra (11), se ha hallado *Cayeuxia* aff. *moldavica* Frollo, *Clypeina* sp. Otras muestras procedentes del Puig Fiupeño (14), engloban restos de los talos de *Cayeuxia moldavica* Frollo, numerosos fragmentos de verticilos de la *Clypeina jurassica* Favre, y secciones muy mal conservadas de *Bacinella irregularis* Raidoicé (lám. I, núm. 1) así como de *Bouenia* sp. (lám. III, núm. 2).

Una ligera incertidumbre puede subsistir en cuanto a la edad de esta formación, debido al hecho del profundo «rodaje» sufrido por todos los

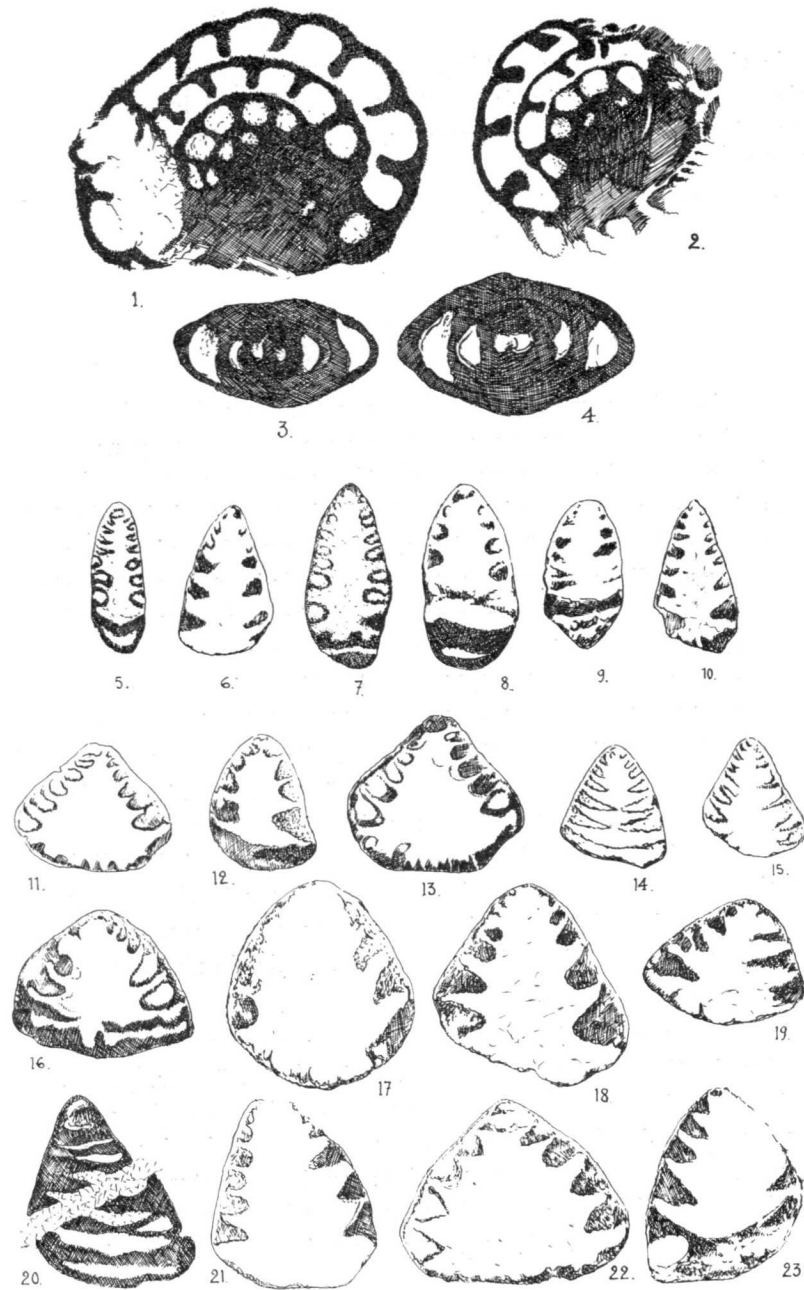


Fig. 2.—Números 1-4. Secciones de *Nautiloculina* sp. (1,3 4, del Puig Redó) (núm. 14): (2, del Puig Redó) (núm. 5): Aprox. X. 100.—Núms. 5-10. *Trocholina elongata* (Leupold). (6, 8, 10, de la Sierra d'En Creveres y colinas cercanas por el Sur (núm. 6): (5 y 7, del Puig Fiupeño (núm. 14): Aprox. X. 60.—Núms. 11-23. *Trocholina alpina* (Leudop). (11, 13, 16, del Puig Fiupeño), (núm. 14): (12, 15, 20, 21, del Cabo Negrete y al N. del mismo), (número 3): (14, 19, 22, 23, de la Sierra de Creveres y colinas cercanas por el S.), (número 6): (17, 18, del Pit d'En Bocho) (Núm. 7).

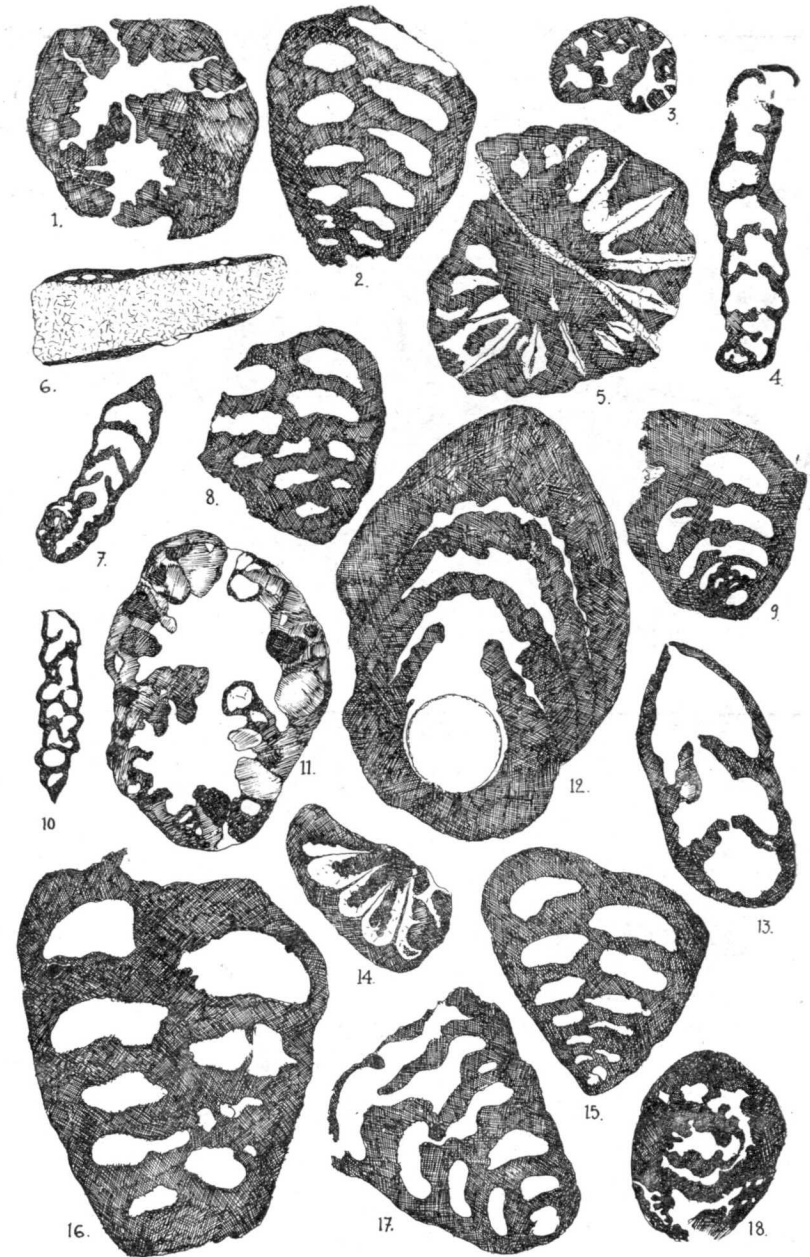
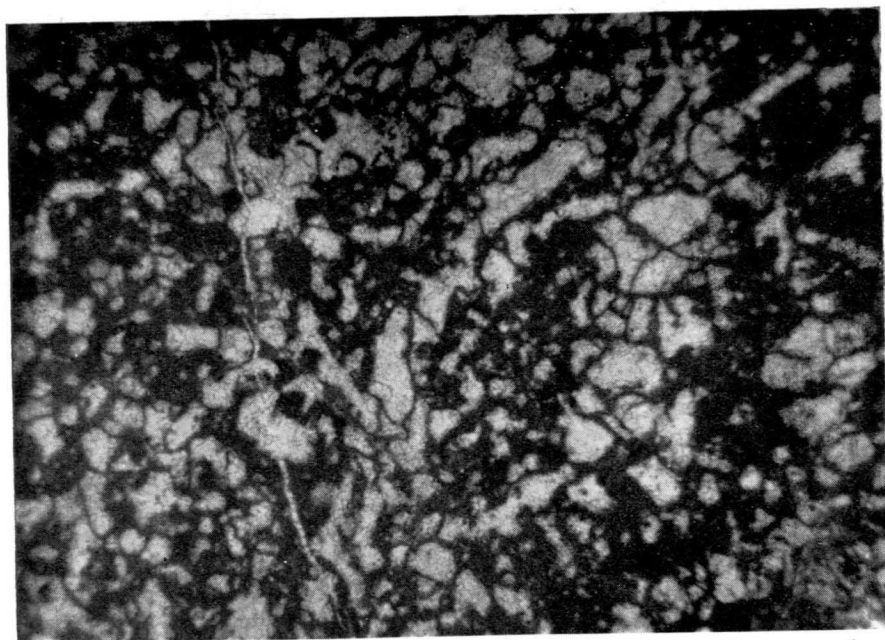
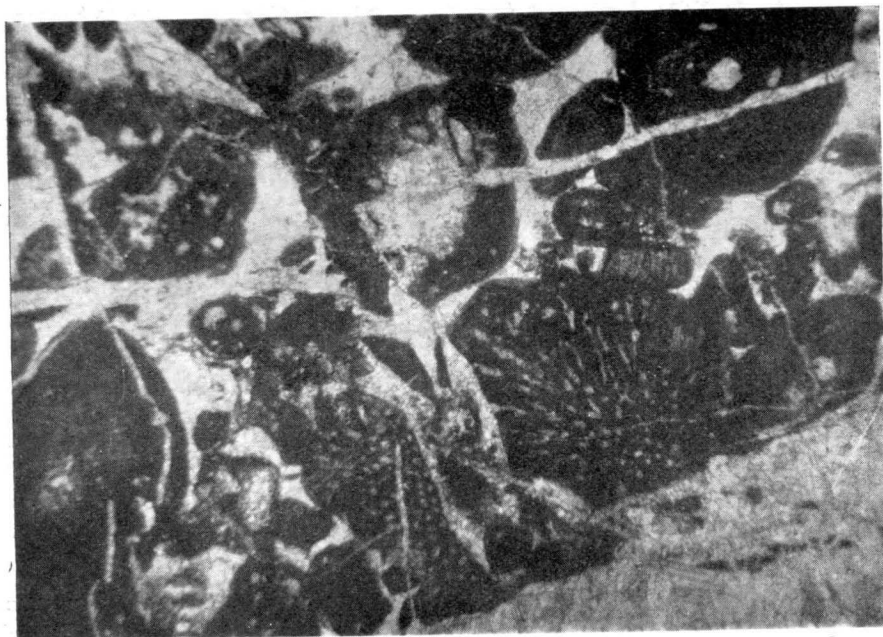


Fig. 3.—Foraminíferos de concha arenácea y varios verticilios de *Clypeina jurassica* Favre, las calizas «argonianas» de edad Titónico-Valanginiense: 1, 3, 11, 12, 18, secciones de diferentes especies de foraminíferos de este tipo; 5 y 14, *Clypeina jurassica* del Puig Fiupeño; 4, 7, 10, 13, secciones longitudinales de un *Ammobaculites* (?) sp.; 2, 8, 9, 15-17, de grandes «textularidos»; 6, foraminífero envolvente, adherido a una esquirla de molusco en gran parte recristalizada. En la porción izq. sup., se ven tres cámaras y dos en la porción central del lado inf. Aprox. X, 60.



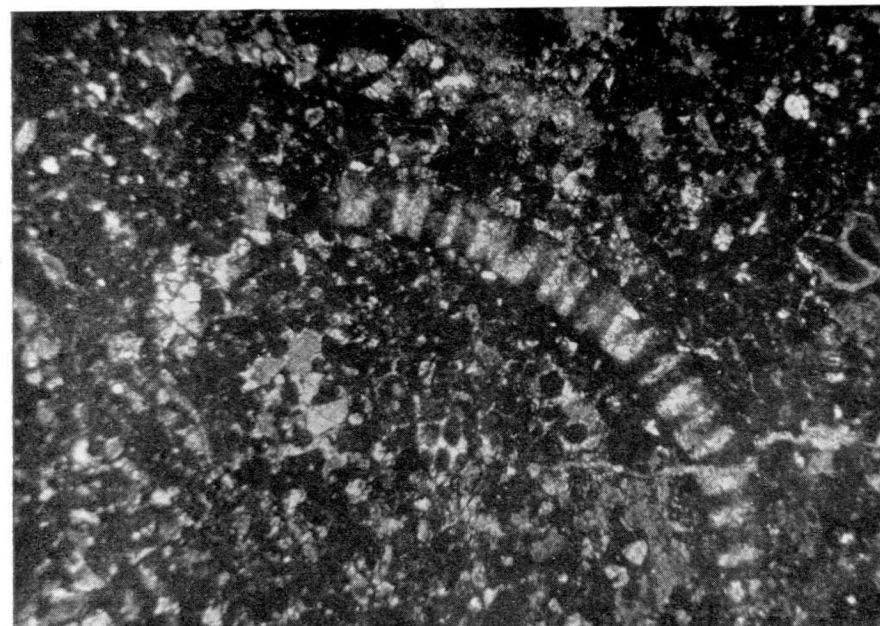
1



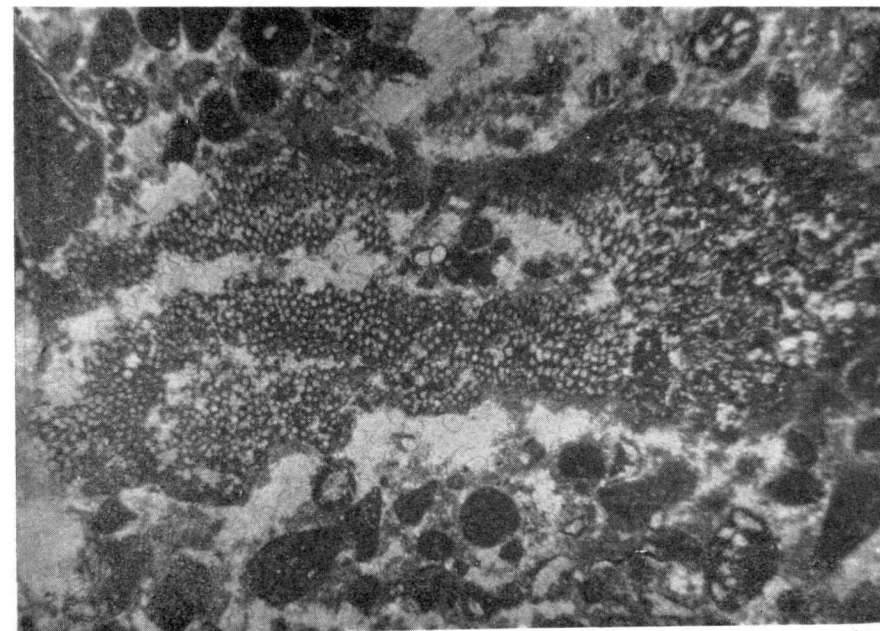
2

Fig. 1.—*Bacinella irregularis* Raidoicic. Puig Fiupeño (Ibiza). X. 40.

Fig. 2.—*Cayeuxia* cf. *moldavica* Frollo y restos mal conservados de Codiáceas (*Boucinia* ?), Puig Fiupeño (Ibiza). X. 40.



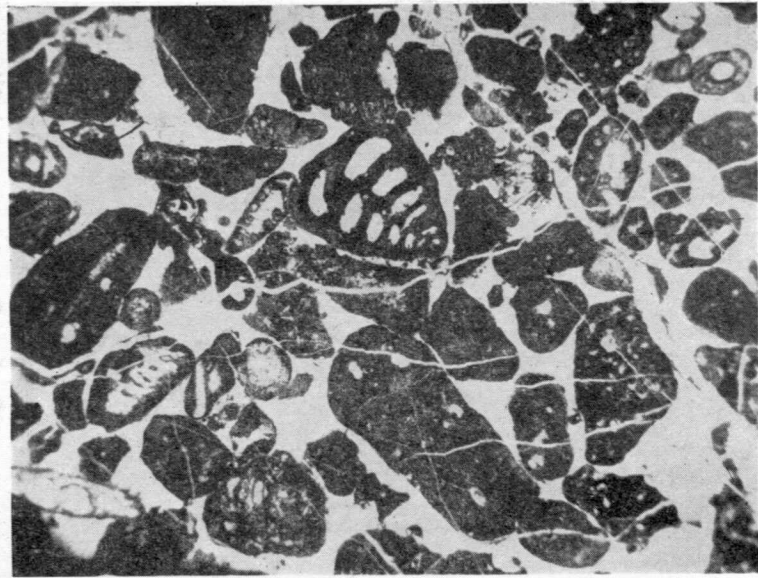
1



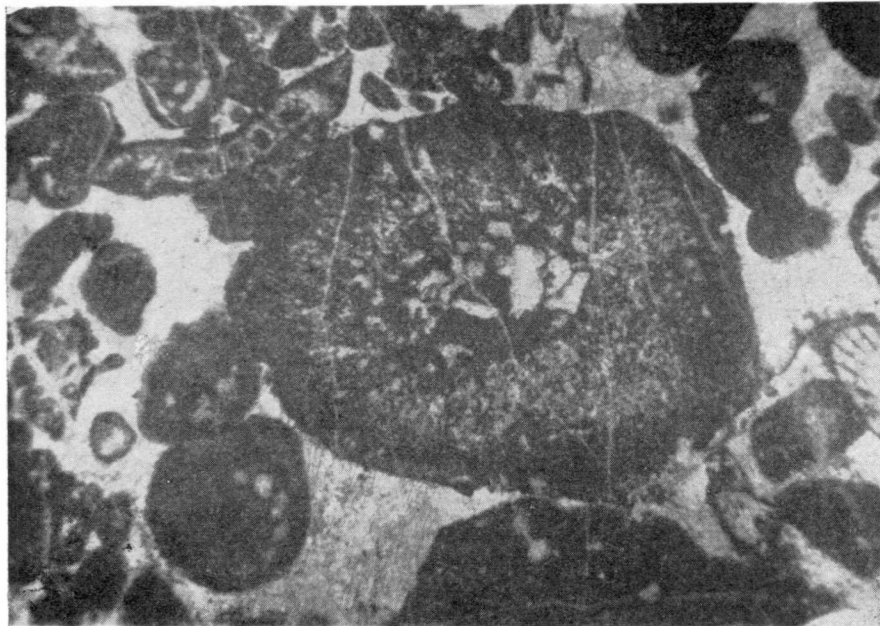
2

Fig. 1.—Fragmentos de Dasycladáceas indeterminables (*Salpingoporella* ?), Pit d'en Bocho (Ibiza). X. 40.

Fig. 2.—Fragmentos (sección transversal) de *Cayeuxia moldavica* Frollo, Puig Fiupeño, (Ibiza). X. 40.



1



2

Fig. 1.—Aspecto general de las calizas urgonianas con grandes «Textulariidos» y Trocnolinas (porción central sup.). Una *T. elongata* (Leup.), junto a un gran «textulariido». Puig Fiupeño. (Ibiza). X. 20.

Fig. 2.—Fragmentos de *Clypeina jurassica* Favre y de talos de una Codiácea (*Boueiina* ?). Puig Fiupeño. (Ibiza). X. 40.

elementos que la integran. No obstante, es muy probable que se trate de un rodaje contemporáneo de la sedimentación de estas calcarenitas.

Entre los organismos que acaban de ser mencionados, sólo un reducido grupo ofrece interés estratigráfico. Las *Trocholinas*, determinadas en las secciones delgadas, pertenecen a un grupo conocido desde la base del Malm hasta la cúspide del Valanginiense. Las algas presentan un sello muy típicamente jurásico: *Clypeina jurassica*, muchas veces representada, es conocida desde el Oxfordiense superior hasta el Berriasiense inferior. *Calpionella alpina* ha sido mencionada desde el Titónico superior a la base del Berriasiense. En conjunto, podemos referir estos materiales a una edad Titónica o Berriasiense. Debido al espesor de la formación (80 m. aproximadamente), no puede ser excluida la posibilidad que no contenga otros pisos algo más antiguos o ligeramente más recientes.

Dos hechos complementarios permiten apoyar esta asignación de edad. Las calizas dispuestas en finos bancos, estratigráficamente inferiores, pasando en continuidad a las calizas que ahora estudiamos, pertenecen al Kimmeridgiense (s. lat.), debido a una asociación de frecuentes restos de *Saccocomidae* y *Globochaeta alpina*. Las margas estratigráficamente superiores nos han dado Ammonites del Hauteriviense.

IV. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista estructural (Y. R.), la asignación de las calizas llamadas «urgonianas» a los niveles comprendidos entre el Titónico y el Valanginiense, trae inevitablemente grandes modificaciones en relación con las ideas clásicas: levantamientos cartográficos y cortes tectónicos se hallan profundamente modificados.

La presencia de las mencionadas series estratigráficas no permite ya el reconocimiento, entre la ciudad de Ibiza y la de San Antonio, de las dislocaciones que se habían descrito anteriormente. Al Sureste, el Jurásico calizo es seguido por un Cretácico inferior totalmente margoso: al Noroeste, entre la isla del Vedrá y San Antonio, el Cretácico inferior está, en lo esencial, representado por calizas con Orbitolinas de edad Aptiense y dolomías; entre estas dos series viene a situarse una serie inferior compuesta por calizas organógenas en la base (Titónico al Valanginiense), seguidas por margas que, en este lugar, pertenecen ya al Hauteriviense.

BIBLIOGRAFÍA ESTRATIGRÁFICA

FALLOT, P.: *Sur la géologie de l'île d'Ibiza*. (Baleares), «C. R. Acad. Scien.», Paris, 1917, t. 164, pág. 103.

- FALLOT, P.: *Sur le tectonique de l'île d'Ibiza* (Baléares). *id. id.*, 1917, t. 164, pág. 186.
 — —: *Etude géologique de la Sierra de Majorque*. «Thèse», Paris et Liège, 1922.
 SPIKER, E. N.: *Geologie von West-Ibiza* (Balearen). «Thèse», Utrecht, 1935, págs. 1-66.
 HAANSTRA, U.: *Geologie von Ost-Ibiza* (Balearen). «Thèse», Utrecht, 1935, págs. 1-62.

BIBLIOGRAFÍA MICROPALÉONTOLÓGICA

- COLOM, G.: *Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lias superior al Cenomanense-Turonense*. C. S. I. C., Madrid, 1947, 1 vol., núm. 5, 170 págs., Pl. I-XXVIII.
 GUILLAUME, S.: *Les Trocholines du Crétacé inférieur du Jura*. «Rev. de Micropaleont.», vol. 5, núm. 4, págs. 257-276.
 — —: *Les Trocholines dans la stratigraphie du Crétacé inférieur du Jura*. «C. R. Sean. Accad. Scien», Paris, 1962, t. 255, págs. 3447-3449.
 — —: *Données nouvelles sur la stratigraphie du Crétacé de la région de Lais (Jura)*. «Bull. Soc. Géol. France», 1959, 7me. Ser., t. 1, págs. 862-866.

Recibido el 18-VI-1964.

ESTEBAN MARQUEZ TRIGUERO

NUEVOS YACIMIENTOS DEL PALEOLÍTICO EN VALLECAS (MADRID)

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer nuevas localidades del Paleolítico inferior en la provincia de Madrid, con el hallazgo de una industria lítica muy interesante.

La zona investigada se halla situada al E. de Vallecas, y los útiles tallados proceden de los sedimentos pleistocenos que descansan sobre las margas verdes del Mioceno. El estrato más inferior, que se compone de marga amarilla, encierra pedernales de talla muy tosca, pero indudablemente humana, que atribuimos a *oolitos* proto-cuaternarios.

Sobre esta capa más antigua descansan las arcillas oscuras con abundante industria tallada, que comprende desde el Chelense al Musteriense. Destaca un grupo de puntas lanceoladas para el que proponemos la denominación de «valleciense».

Acompañan fotografías de diverso material encontrado y un croquis de las localidades de hallazgo.

RÉSUMÉ

Ce travail nous fait connaître de nouveaux villages du Paléolithique inférieur dans la province de Madrid et la découverte d'une industrie lithique très intéressante.

La zone qui a été l'objet de recherches est située à l'Est de Vallecas et les outils taillés procèdent des sédiments pléistocènes qui reposent sur les marnes vertes du Miocène. La strate la plus inférieure, qui se compose de marne jaune, renferme des silex très grossiers, mais qui sont indubitablement d'origine humaine. Nous les attribuons à des *oolithes* proto-quaternaires.

Sur cette couche la plus ancienne, reposent de sombres argiles avec une abondante industrie taillée qui va depuis le chélien jusqu'à l'époque mustérienne. Nous devons souligner un groupe de pointes lanceolées pour lesquelles nous proposons la dénomination de «valleciense».

Ci-joint des photographies du matériel qui a été trouvé et un croquis des villages où ces découvertes ont eu lieu.

SUMMARY

This work presents new areas of the low Paleolithic period in the Province of Madrid, with the discovery of a most interesting lithic work.

The area which was investigated is located East of Vallecas, and the carving tools proceed from the Pleistocene period sediments which rest on the marl of the Miocene

period. The lowest layer, composed of yellow marl, holds flint-stones crudely carved, but undoubtedly human, which we assign to proto quaternary *eolithic*.

Over this older layer, rest the dark clays with abundant carvings, which belongs to the Chelense and to the Mousterian. A group of lanceolated points are out-standing for which we suggest the name «valleciense».

Attached are photographs of various materials found and a rough sketch of the area of the discovery.

Con motivo de un estudio geológico que venimos realizando por encargo de Spainfo, Ingenieros Consultores, S. A., en el término de Madrid, hemos tenido ocasión de encontrar varios yacimientos, muy ricos e interesantes, del Paleolítico inferior, que, por sus típicas condiciones de hallazgo, tenemos a bien darlos a conocer.

Desde hace mucho tiempo han venido sucediéndose diversos hallazgos de industria lítica en los sedimentos del Cuaternario de la Meseta Central, principalmente en las terrazas del Manzanares próximas a Madrid, llevándose a cabo el estudio del famoso yacimiento de San Isidro y de otras muchas localidades que han desaparecido ya a causa de la explotación y aprovechamiento de los niveles característicos de arcillas y arenales. Estimamos, por otra parte, que en el interesante estudio del Paleolítico de esta región central de la Península, no han sido unificados los esfuerzos de cuantos investigadores han sacado a la luz gran número de hallazgos, incompletos muchas veces, sin que tengamos, hoy, un estudio exhaustivo de la Prehistoria matritense.

Entre todos los estudios realizados acerca de los yacimientos de esta comarca, destacan, por su constancia, los trabajos de H. Obermaier, P. Wernert y J. Pérez de Barradas. Conforme iban apareciendo elementos tallados en los típicos yacimientos de las márgenes del Manzanares, próximos a Madrid, eran simultáneamente estudiados. Sin embargo, los datos son insuficientes muchas veces para poder determinar la sucesión de los diversos niveles paleolíticos.

Así pues, aunque poseemos gran número de datos sobre la Prehistoria matritense, queda todavía por realizar, a nuestro juicio, un estudio de conjunto, serio y definitivo, sobre ella. A través de los muchos trabajos llevados a cabo, se observa, con frecuencia, una mezcla de caracteres, tanto en su tipología como en las condiciones de hallazgo, sin que se hayan podido coordinar los datos estratigráficos y equipararlos con otras regiones europeas mejor estudiadas.

No pretendemos, aquí, abordar, en ningún modo, este sugestivo problema, sino solamente exponer, de la manera más sencilla posible, la descripción de las localidades y de sus condiciones de hallazgo. Trataremos de colaborar, en lo posible, al conocimiento del «Paleolítico central», como jus-

tamente puede denominarse a la civilización prehistórica del Centro de la Península, que ofrece caracteres muy particulares en comparación con el resto de las demás regiones del Norte, Mediodía y Levante. Al mismo tiempo, haremos algunas consideraciones que estimamos de interés sobre este tipo de yacimientos.

Hasta ahora no teníamos conocimiento alguno de localidades paleolíticas en esta parte del término de Madrid. Con el estudio del Paleolítico de las trincheras del antiguo ferrocarril que iba desde Vallecas a Las Canteras, y con los del Tejar de Portazgo y otros puntos imprecisos en la región del Jarama, esperamos que nuestros hallazgos vengán a completar, aún más, los estudios de la Prehistoria en la parte E. de Madrid.

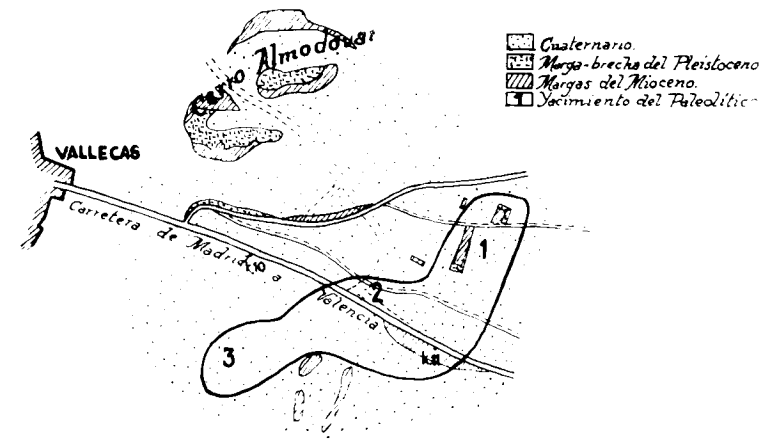


Fig. 1.—Localidades del Paleolítico inferior de Vallecas.

En el plano que acompaña puede observarse la región donde se hallan situadas las localidades en las que he encontrado el material del Paleolítico.

El terreno está constituido, en su conjunto, por las margas verdes del Mioceno —que se transforman en blancas por desecación superficial—, sobre las que descansan las arcillas oscuras, con elementos de arrastre, correspondientes a los depósitos del Cuaternario.

Sobre las margas magnesíferas, que estimamos de edad sarmatiense-pon-tiense, descansa, localmente, como puede apreciarse en el Cerro Almodóvar, en la trinchera de la carretera de Ribas de Jarama y en el corte de la excavación de la concesión minera 203B, una capa de marga amarilla, muy arenosa, que se transforma localmente en arenisca. Contiene elementos brechiformes de arrastre, de naturaleza silicea, entre los que hemos recogido, en la localidad núm. 1, algunos útiles de pedernal, de talla muy antigua, que atribuimos a *colitos* proto-cuaternarios. Se trata de piedras muy notables, fotos 1 y 3, que más adelante describiremos.

Sobre este manto margoso, que representa a la capa más inferior con gravas muy toscas y recubiertas de una pátina blanca de cal, yacen los terrenos arcillosos con cantos rodados de cuarcita y arenisca en la zona próxima a Vallecas, y con pedernales tallados hacia el E., como en la zona motivo de este estudio. Faltan aquí los tramos arenosos característicos de las proximidades del Manzanares, de los que procede la mayor parte de la industria encontrada hasta ahora.

Parece ser, por lo tanto, que aunque existe gran analogía entre los útiles encontrados por mí y los estudiados anteriormente, reúnen características de yacimiento muy diferentes, como son el origen y naturaleza de ambos depósitos.

Cuando las margas del Mioceno afloran, o están próximas a la superficie, presenta el terreno zonas arcillosas blancas en las que «flotan», por arrastre, los detritus de la terraza próxima. Esta, a su vez, se distingue fácilmente por una serie de isleos o manchones de color oscuro. Al realizar una investigación detallada de la superficie de estas típicas manchas arcilloso-húmicas, pueden recogerse, con éxito, algunos pedernales tallados que el arado ha puesto al descubierto.

LOCALIDADES DE HELLAZGO

En la zona investigada al E. de Vallecas, pueden reconocerse tres localidades diferentes, de las que procede el abundante material del Paleolítico, del que solamente he recogido aquellas piezas que he considerado más notables.

En el punto 1 existe una profunda excavación, orientada de NE.-SW. —y otra de menor importancia—, abierta en las arcillas del Mioceno para la explotación de las margas magnesíferas. En el corte de las capas, fig. 2, puede observarse la situación y características del estrato margoso amarillo protopaleolítico y de la arcilla superior oscura, muy húmica, con pedernales tallados.

En primer lugar, al referirnos al Mioceno, hemos de hacer constar aquí el hecho, muy notable, de la existencia de varias fallas en las capas arcillosas, así como un anticlinal, que denotan movimientos postmiocenos independientes de los fenómenos de hundimiento que pueda producir, como se ha dicho muchas veces, la hidratación de los yesos. Ofrecense las fallas en forma escalonada hacia el ramal Sur, indicándonos así la zona de hundimiento. Aparte estas líneas tectónicas principales, existe, además, una red de litoclasas, de edad posterior, que afecta no sólo al conjunto de capas del Mioceno, sino también al estrato superior de marga arenosa ama-

rilla con elementos atípicos de pedernal, siendo esta característica muy notable para estimar la edad de esta capa como más antigua que las terrazas cuaternarias de arenas y arcillas con útiles que empiezan en el Chelense.

Esta capa detrítica, a que me refiero, se compone de arenas silíceas y fragmentos angulosos de pedernal, con cemento margoso teñido de óxido de hierro, a causa de una sobreoxidación por el paso del agua filtrante. He recogido en ella varios elementos con talla muy tosca y antigua, pero indudablemente humana, que pueden representar a una industria eolítica de gran interés.

Entre los fragmentos y núcleos de pedernal existentes en la capa, presentan, algunos, planos de lascado y aristas muy finas, pudiendo haber sido usados como utensilios cortantes.

Las piezas más notables que he extraído de la capa son: Un hacha de mano, de pequeño tamaño, tallada por una sola cara, con grandes planos de

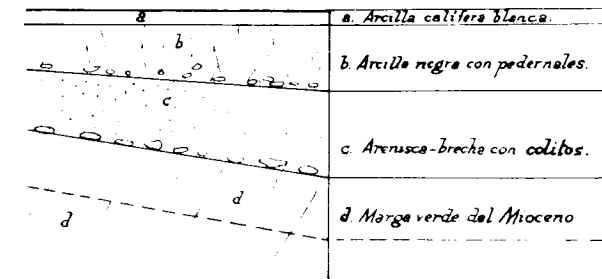


Fig. 2.- Corte del yacimiento 1 de Vallecas.

lascado y de forma amigdaloides, siendo precursora, tal vez, de las típicas del período chelense. En realidad se trata de una lasca gruesa tallada a modo de hacha. La cara inferior no ofrece talla alguna y presenta en su extremo puntiagudo un plano de percusión y el característico bulbo de fractura. No ofrece rodamiento alguno, con las aristas muy finas, y se halla recubierta de una pátina blanca de cal; más bien, de una costra de arcilla endurecida. (Foto 1 a).

Procede, también, del mismo yacimiento, un cuchillo de dorso grueso por un lado y por el otro muy fino y cóncavo (foto 1 b). Es interesante, igualmente, un raspador trapezoidal, tallado por una sola cara de una manera más perfecta que los útiles anteriores.

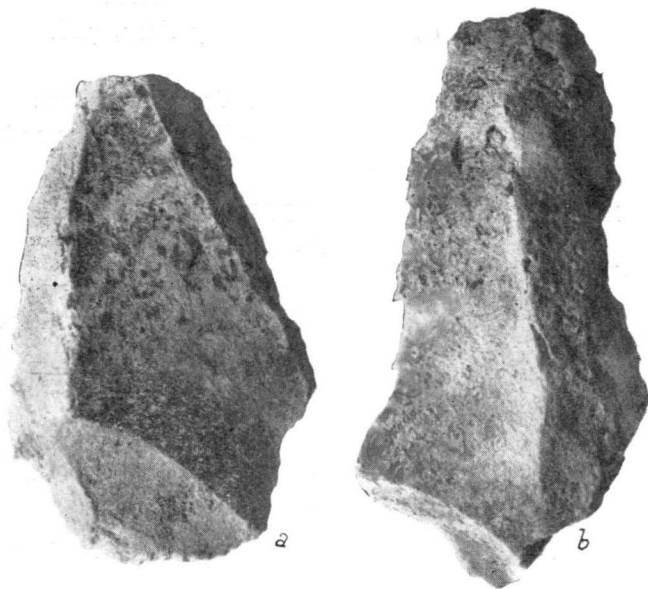
A la izquierda del camino que atraviesa la concesión minera, se ha puesto al descubierto, en una pequeña excavación, el techo de las capas arcillosas del Mioceno, presentando, igualmente, un corte de la marga arenosa. Forma aquí una verdadera brecha, entre cuyo material aglomerado he extraído una pieza muy notable. (Foto 3).

Se trata de un objeto discoidal, posiblemente un hacha de mano, con

talla bifacial, poliédrica, de grandes superficies concoideas, sin retoques y con los bordes sinuosos y cortantes. Está, igualmente, recurbierta de una doble costrificación de caliza.

Esta capa de marga arenosa con *eolitos*, que descansa sobre la arcilla magnesífera miocena, merece una excavación sistemática en diversos puntos de la comarca. Con ello podrá conseguirse un mayor número de este tipo de utensilios.

No es extraño que ciertos pedernales, muy toscos, pero evidentemente tallados por la mano del hombre, encontrados sobre el terreno en diversos



Fot. 1.—Eolitos proto-cuaternarios de Vallecas. 2/3 del tamaño natural.

lugares de esta zona, procedan de esta capa erosionada, pues el terreno es ligeramente ondulado.

Hasta ahora no han aparecido, que se sepa, restos óseos de fauna en este nivel eolítico. Ello nos ayudaría en gran parte a la determinación de su edad.

Sobre esta antigua capa amarilla con *eolitos*, se extiende en discordancia un manto de arcilla muy orgánica que aflora por toda la región a modo de típicos isleos y determina un paisaje de manchones oscuros, en contraste con los afloramientos de arcilla blanca miocena.

Ocupa una gran extensión de terreno laborable, en esta parte del término de Vallecas, y contiene una industria lítica muy peculiar. La denudación, por una parte, y, por otra, la acción mecánica del arado, han puesto al descubierto gran número de piezas del Paleolítico inferior. En conjun-

to, se trata de yacimientos típicos de superficie. Sin embargo, las excavaciones realizadas con miras al beneficio de magnesita y las obras de desmonte llevadas a cabo en la actualidad para el trazado de una carretera que afluirá a la de Valencia, me han proporcionado utensilios, recogidos unas veces *in situ* o procedentes del material de arranque.

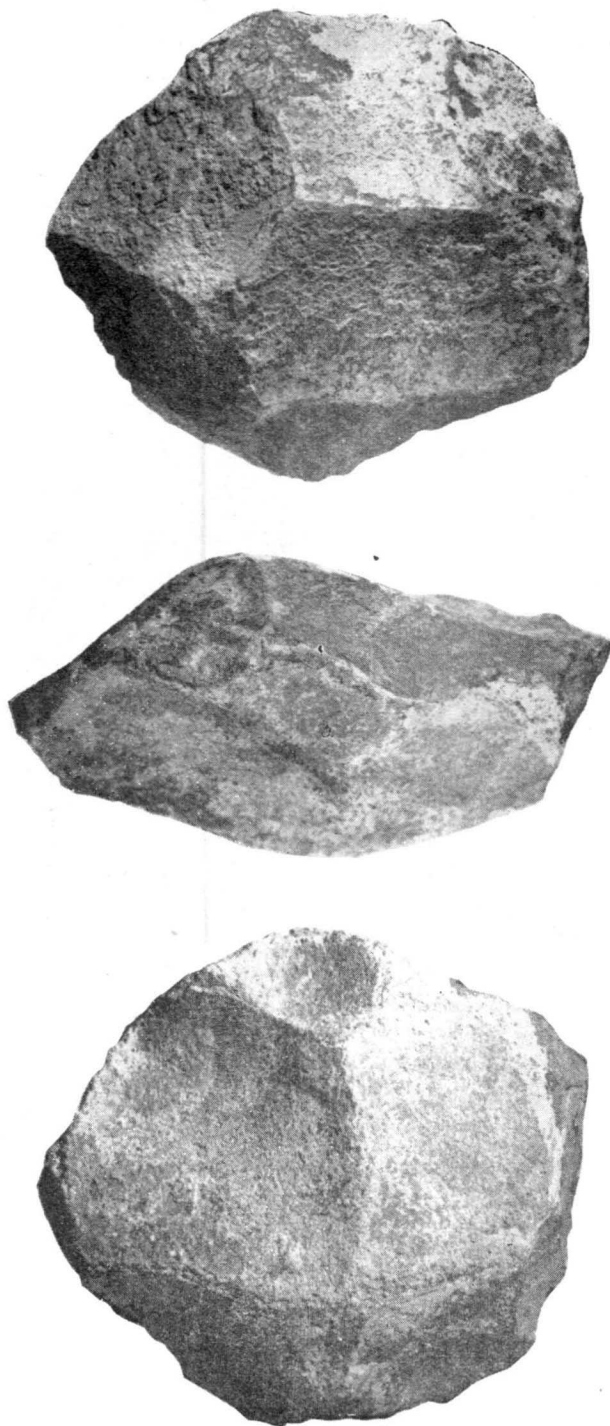
Aunque pueden recogerse pedernales tallados por toda la zona donde aflora la capa arcillosa que los contiene, pueden señalarse en esta región, como puntos de mayor interés, tres localidades diferentes, que determino en el plano de la figura 1 con los números 1, 2 y 3.



Fot. 2.—Puntas lanceoladas del Paleolítico de Vallecas. Tamaño natural.

Es de advertir que el manto cuaternario contiene, como elementos de arrastre, gran número de fragmentos de pedernal y ópalo, procedentes de los antiguos afloramientos o crestones de las capas originarias de dichos materiales, haciéndose necesaria una cuidadosa selección de las piedras que puedan ser auténticas. Por otra parte, se observa que en la capa de arcilla oscura los detritus se distribuyen por núcleos o zonas de mayor o menor concentración, existiendo lugares en que se halla desprovista de gravas y otros, como los señalados aquí, en que predominan los útiles tallados.

En la localidad 1, que es la de más interés, por el carácter y abundancia de las piezas, el estrato superficial de arcilla contiene gran número de utensilios, de los que he recogido buena muestra de ellos. Como el terreno se halla suavemente ondulado, formando aquí un cerro alargado en sen-



Fot. 3.—Eolito. Hacha de mano discoidal. 1/2 del tamaño natural.

tido E.-W., la capa ha sido erosionada en la ladera, que es accidentalmente donde se puede recoger mayor número de elementos tallados. En el corte producido por la excavación minera se observan con detalle las características del yacimiento, siendo en la zona de los alrededores, y principalmente al E. de la referida labor, donde he recogido la mayor parte del material.

Entre el gran número de piezas procedentes de este lugar, predominan las puntas lanceoladas, talladas por una sola cara y de perfil concoideo, que

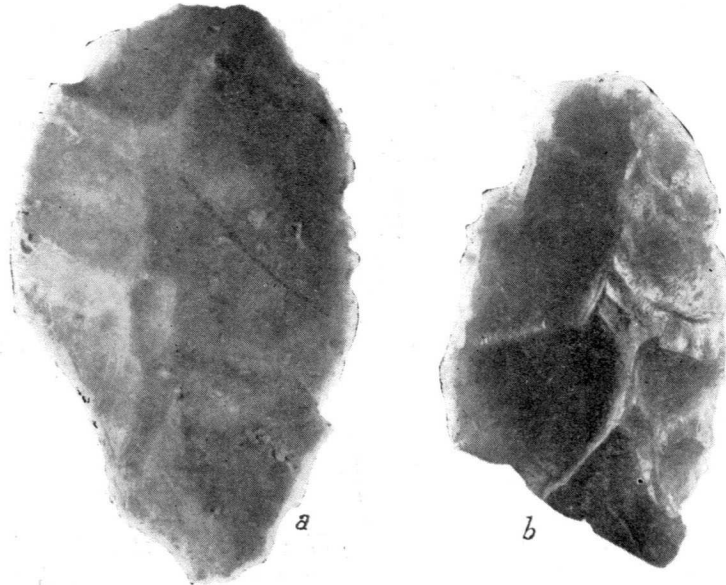


Fot. 4.—Punta lanceolada. *a*, dorso; *b*, perfil. Tamaño natural.

ofrecen un talón grueso y bordes muy finos y cortantes. (Fotos 2, 4, 5 y 6). Se asemejan mucho a las puntas del tipo de Levallois.

Como características generales de los utensilios de esta localidad, que constituiría un típico campamento del cazador prehistórico durante el Paleolítico inferior, se puede afirmar que todas las piezas están talladas por una sola cara, ofreciendo, sin embargo, gran diversidad de tipos y formas. Desde lascas amorfas con escotaduras, raspadores, buriles, cuchillos y raederas, hasta las puntas lanceoladas, muy bellas, que tanto abundan en este sitio, sin que, hasta ahora, hayamos encontrado otra localidad semejante en la que predominen con tanta profusión como aquí. Faltan por completo las típicas «hachas de mano»; aunque he recogido algunos cuchillos-hachas de forma triangular alargada y con el dorso muy grueso, similares a los eolitos de la capa inferior, de donde pueden proceder por erosión.

En la localidad 2 se están realizando diversas obras de desmonte para el trazado de una carretera de circunvalación que afluirá a la de Valencia, y, con tal motivo, se ha puesto al descubierto la capa de arcilla oscura, que contiene pedernales tallados, entre los que he recogido un conjunto de pequeños utensilios, principalmente raspadores y raederas. Procede también, de aquí, un buril-cuchillo de dorso muy grueso y talla muy tosca por una cara, sin retoques, con pátina de cal.

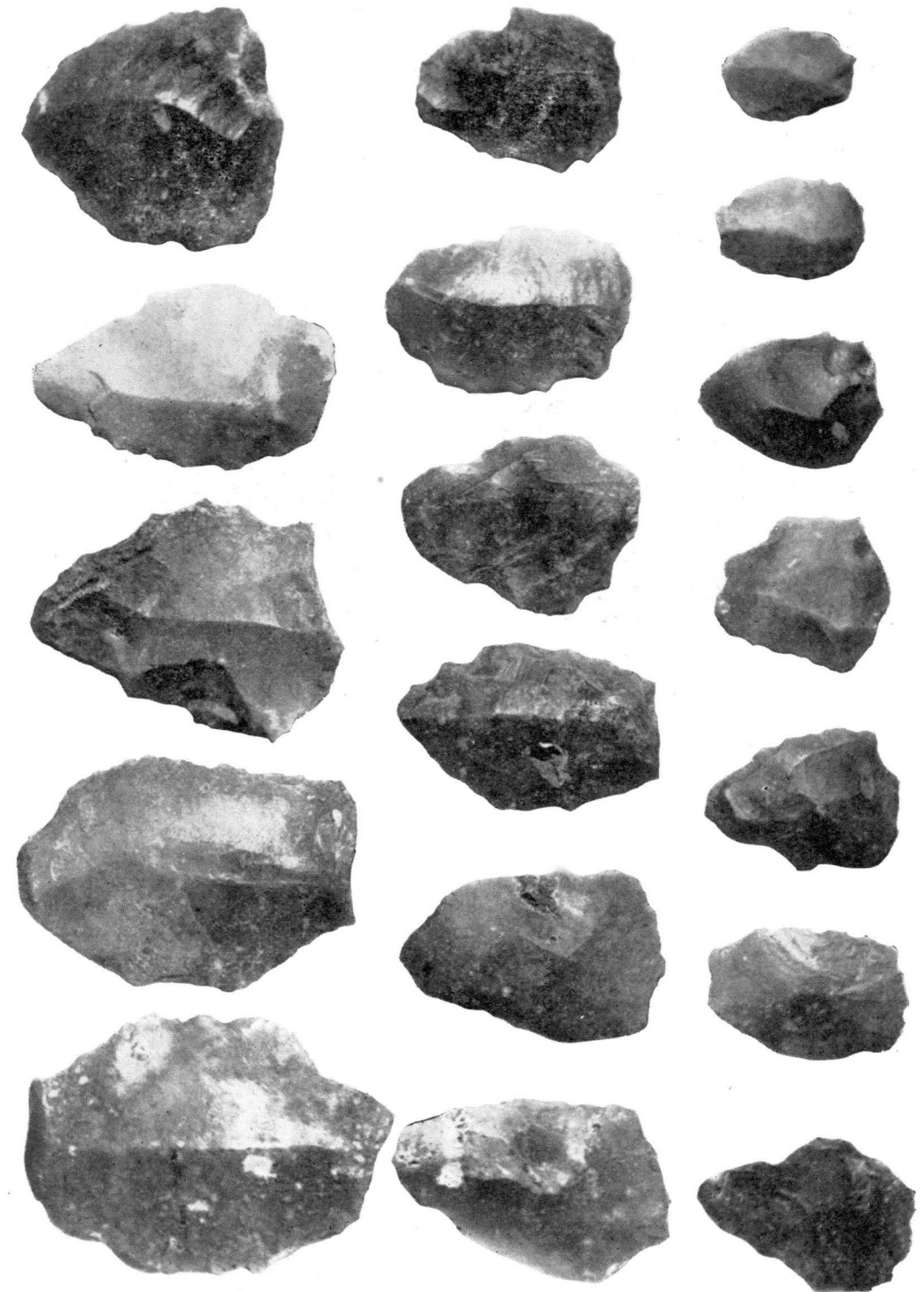


Fot. 5.—Puntas lanceoladas. *b*, tenuifoliada. Tamaño natural.

Procedente del material de desmonte que se lleva a cabo en la trinchera de la carretera, para su ensanche, entre los kilómetros 10 y 11, he recogido la única hacha chelense de este yacimiento de Vallecas. (Foto 7). Es de pedernal, con talla bifacial sin retoques; sus aristas y bordes, muy suaves; de forma redondeada en la base y con el extremo superior puntiagudo. Pudo haber sido ligada a un astil, para la práctica del quebranto, diferenciándose notablemente de las nachas aplanadas musterienses.

En la zona próxima a la carretera, subiendo al Alto del Retiro, he recogido igualmente algunos útiles tallados, procedentes de la capa arcillosa superior.

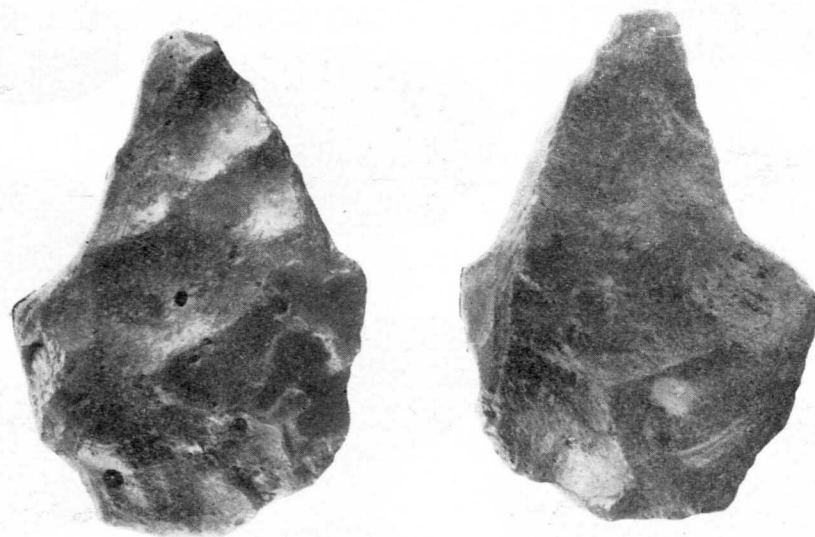
La localidad 3 forma un isleto del manto arcilloso, con pedernales, que se extiende sobre las margas blancas miocenas. Constituye un yacimiento de superficie, destacando por su típico aspecto de un manchón oscuro con diversos instrumentos tallados, entre los que sobresale una punta tenuifolia-



Fot. 6.—Puntas lanceoladas «vallecienses» del yacimiento de Vallecas. 2/3 del tamaño natural.

da (foto 4), de aspecto evolucionado, con analogía a las puntas del Sbaikien-
se, en el Musteriense ibero-mauritánico.

Aunque en el plano que acompaña, solamente hemos señalado aquella
zona de donde proceden los útiles tallados del Paleolítico inferior, que he-



Fot. 7.—Hacha de mano chelense. Yacimiento 2 de Vallecas. Tamaño 2/3.

mos recogido en esta región de Vallecas, estimamos, sin embargo, que el
manto cuaternario se extiende ampliamente hacia el Sur, para enlazar con
los yacimientos de las trincheras del antiguo ferrocarril de Las Canteras, y
por el Norte con los nuevos hallazgos de Vicálvaro y Coslada.

Recibido el 8-VII-64.

TIRSO FEBREL MOLINERO

SOBRE LA EXISTENCIA DE DOS CRUCEROS REPRESENTATIVOS DE DOS DISTINTAS DEFOR- MACIONES EN EL DEVONIANO-CARBONIFERO DE LA HOJA DE CALAÑAS N.º 959

ABSTRACT

In the study of the structure of Devonian and Carboniferous rocks, slates and vol-
canics principally, south of Calañas (Huelva) three different S-surface have been seen:
 S_1 = bedding, S_2 = slaty cleavage, S_3 = strain slip cleavage. There are also two linea-
tions: L_1 = intersection of S_1 and S_2 and L_2 = intersection of S_2 and S_3 .

S_2 is subparallel to the axial planes of folds in S_1 (overturned folds generally) and
 S_3 was developed subparallel to the axial planes of the chevron or kink folds in S_2 .

L_2 is almost parallel to fold axes (L_1) of the first movement.

INTRODUCCIÓN

Los tres planos estructurales principales de las pizarras y lavas del De-
voniano y Carbonífero de la Hoja de Calañas núm. 959, de la provincia de
Huelva son, por orden de formación, estratificación o bedding S_1 , pizarro-
sidad o slaty cleavage S_2 y strain slip cleavage (*) S_3 que impropriadamente puede
traducirse como crucero de fractura. La medida de la orientación de estos
tres planos es de gran ayuda en la resolución de estructuras geológicas de
mayor escala y para decidir sobre la posición normal o invertida de los es-
tratos en un afloramiento.

Aunque la pizarrosidad o slaty cleavage ha sido conocida y referida en
estas formaciones desde las primeras publicaciones que sobre ellas se hi-
cieron, aunque hasta hace poco tiempo fuera confundida con estratifica-
ción, el strain slip cleavage apenas si ha sido mencionado, y mucho menos
estudiado con detalle, incluso en las últimas publicaciones. Este sucinto

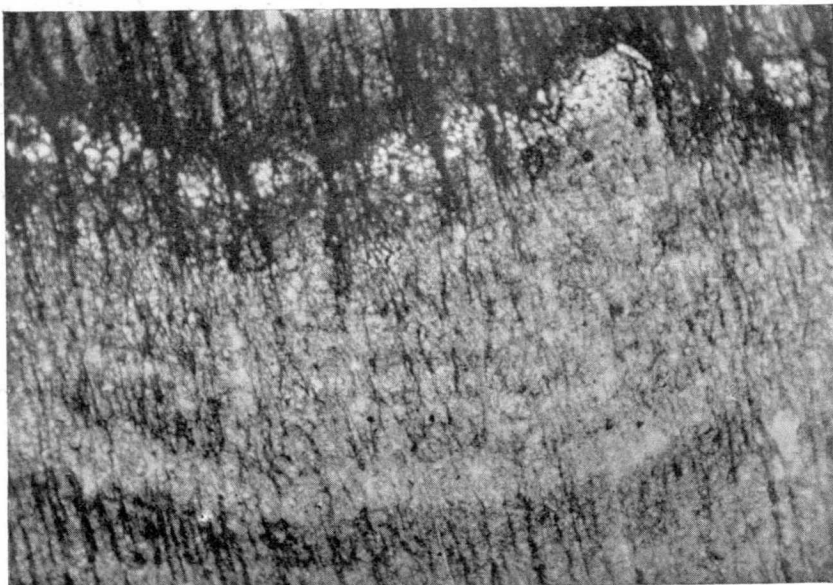
(*) El Prof. I. Rosso de Luna propone el vocablo castellano «clivo-deslizamiento» para
el «slip cleavage».

trabajo trata del estudio de esta estructura secundaria, que ha sido originada por movimientos posteriores, aunque no independientes (movimientos segundos) de los que determinaron la pizarrosidad (movimientos primeros).

Comencemos por hacer una breve descripción de las primeras acciones tectónicas observadas, para ocuparnos luego con más detalle de los movimientos segundos que originaron el strain slip cleavage y rizaron al slaty cleavage o pizarrosidad originado por los movimientos primeros.

MOVIMIENTOS DE LA PRIMERA FASE

La pizarrosidad es un plano estructural mucho más prominente y neto que la estratificación, unas veces coincidente y otras cortada por aquel plano.



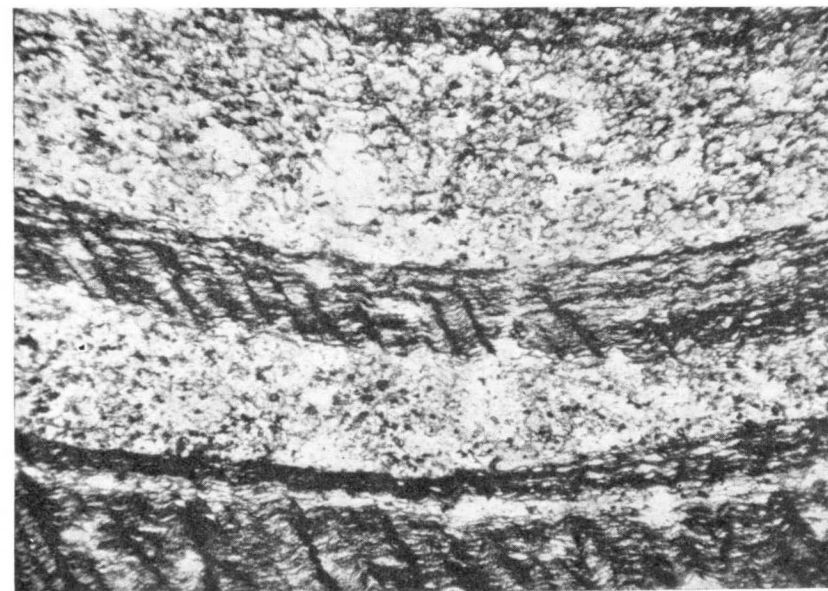
Microfotografía 1.— S_1 , de izquierda a derecha, cortado por S_2 , de arriba a abajo, mucho más penetrativo que S_1 . 23, sin analizador $\times 45$ (aumentos).

(Microfotografía 1). El crecimiento principal de minerales ha tenido lugar según la pizarrosidad.

En pizarras puede conocerse la orientación de la estratificación por fajas de distinto tono que la definen y traducen pequeñas diferencias de composición. Aunque en superficie de erosión no pueda observarse ese fajeado, es muy posible conseguirlo obteniendo una pequeña sección con el martillo al cortar a las pizarras en sentido transversal al cruceo. Incluso en las pi-

zarras que parecen más homogéneas, puede obtenerse la orientación de este plano por medio de láminas delgadas, donde se observa, mejor que en el afloramiento, las pequeñas diferencias de composición (Microfotografías 1 y 2).

No existe dificultad en reconocer ese plano en rocas rígidas, cuarcitas, areniscas, grauwackas, metavolcanitas o intercalaciones de rocas rígidas, como las mencionadas, y de otras plásticas, pizarras.



Microfotografía 2.— S_1 , de izquierda a derecha marcado por alternancias de bandas silíceas y arcillosas, S_2 subparalelo a S_1 y plegado por los segundos movimientos. S_3 , menos penetrativo que S_2 , de arriba a abajo. S_2 y S_3 , sólo aparecen en las bandas más arcillosas, 22, sin analizador $\times 45$ (aumentos).

Hemos proyectado en el diagrama de la figura 1 a 100 polos de planos de estratificación, cuya orientación fue tomada a lo largo de dos itinerarios transversales a la dirección regional: el ferrocarril San Juan del Puerto-Zalamea, y la carretera de Sotiel a Torerera.

La forma de los pliegues vistos en afloramientos de campo (fig. 2), queda reflejada en el diagrama obtenido, que presenta un máximo correspondiente a polos de planos que buzan hacia el Norte, lo que es la situación más frecuente, bien porque la rama que buza hacia el Sur es más corta que la que buza hacia el Norte, o porque el pliegue es volcado, o porque se encuentra fallado (las tres posibilidades se hallan representadas en la figura 2).

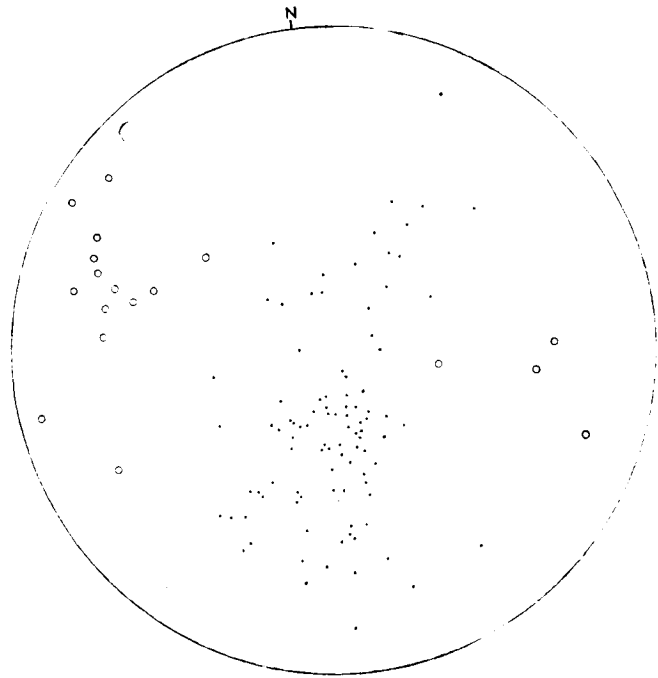


Fig. 1 a.—100 polos S_1 , (puntos) y 18 polos L_1 (círculos). Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior.

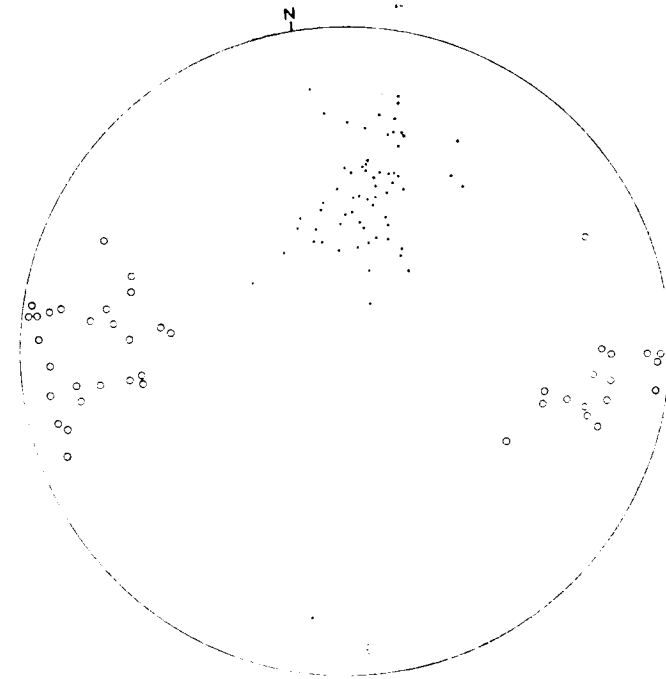


Fig. 1 c.—64 polos S_2 (puntos) y 42 polos L_2 (círculos). Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior.

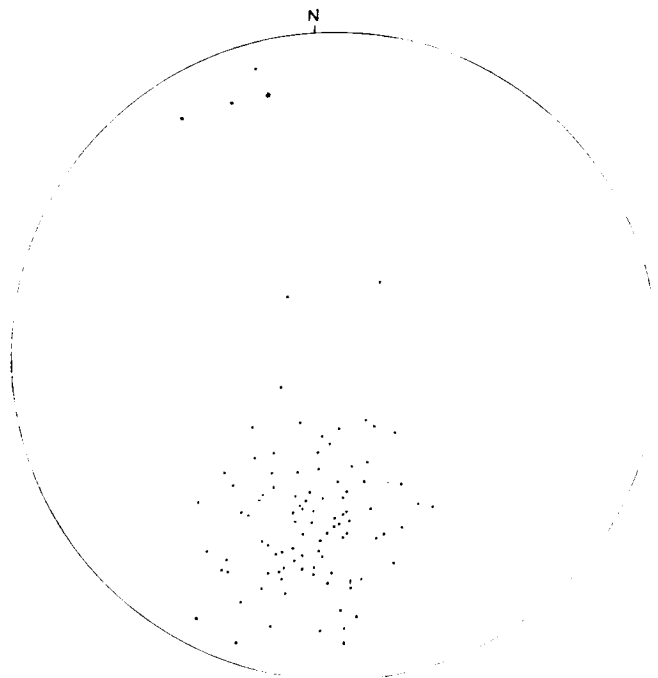


Fig. 1 b.—100 polos S_2 . Proyección de áreas iguales. Hemisferio inferior.

Estos pliegues del primer movimiento no parecen alejarse sensiblemente del modelo de pliegues cilíndricos, teniendo en cuenta la distribución de los polos de planos de estratificación, que indica forman parte de una estructura geológica de dirección Oeste Noroeste-Este Suroeste, lo que es también puesto de manifiesto por la orientación de las alineaciones L_1 , correspondientes a este primer movimiento (intersección del fajeado de color con la pizarrosidad S_2 , medida en este último plano), que también vienen representadas en ese mismo diagrama, y por la disposición de las formaciones marcadas en el plano geológico estructural (fig. 3). Como puede observarse, S_1 ha sido plegado por este primer movimiento en torno a ejes subhorizontales. El mayor número de polos de L_1 con buzamiento (plunge) Oeste, se debe a que en el itinerario de Sotiel-Torcerera, la estructura anticlinal representada en la figura 3, ha comenzado a cabecear al Oeste.

En el diagrama de la figura 1b, hemos proyectado 100 polos de planos de cruceo S_2 (slaty cleavage o pizarrosidad), medidos en los mismos itinerarios que los planos de estratificación. Se observa un máximo prominente dentro de la corona en que se encuentran distribuidos los polos de estratifi-

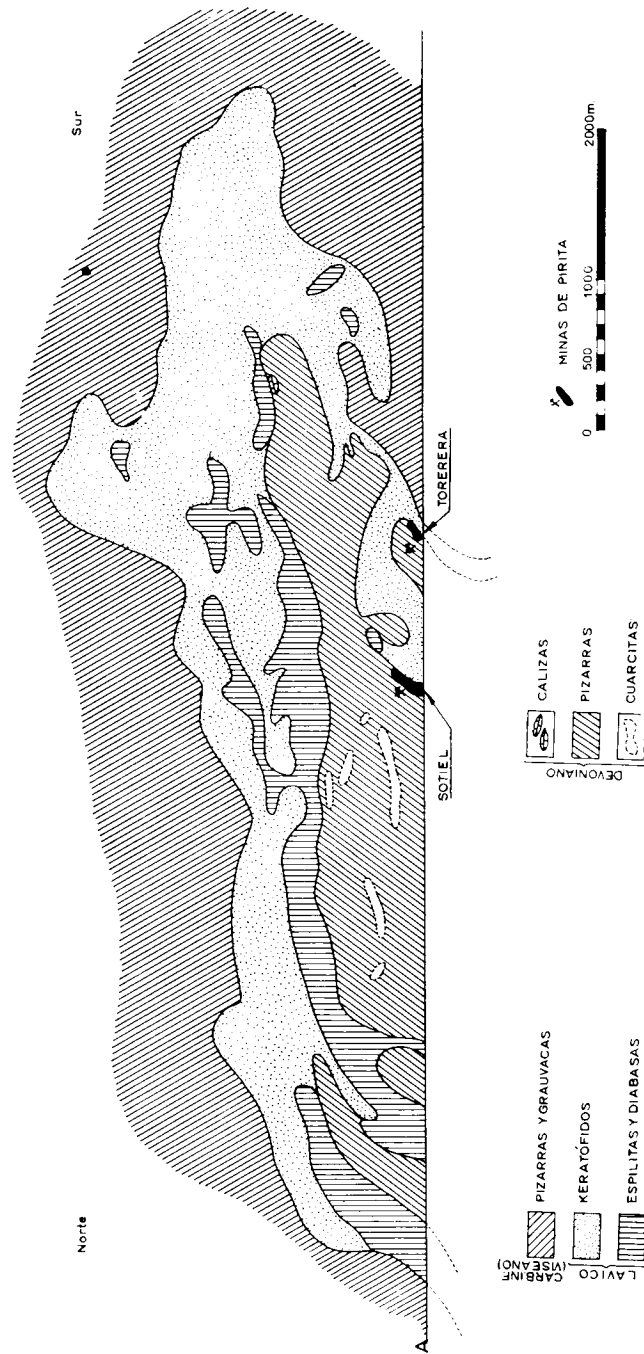


Fig. 1.

cación, ya que S_2 , que es paralelo al plano axial de los pliegues de S_1 , ha sido originado por los mismos movimientos que plegaron a S_1 .

El buzamiento general de S_2 es superior al de S_1 , y la situación más frecuente es la de encontrarnos, por tanto, en ramas normales de pliegues, es decir, con estratos en posición normal.

Si observamos en la figura 3 cómo S_2 tiene la orientación de planos axia-

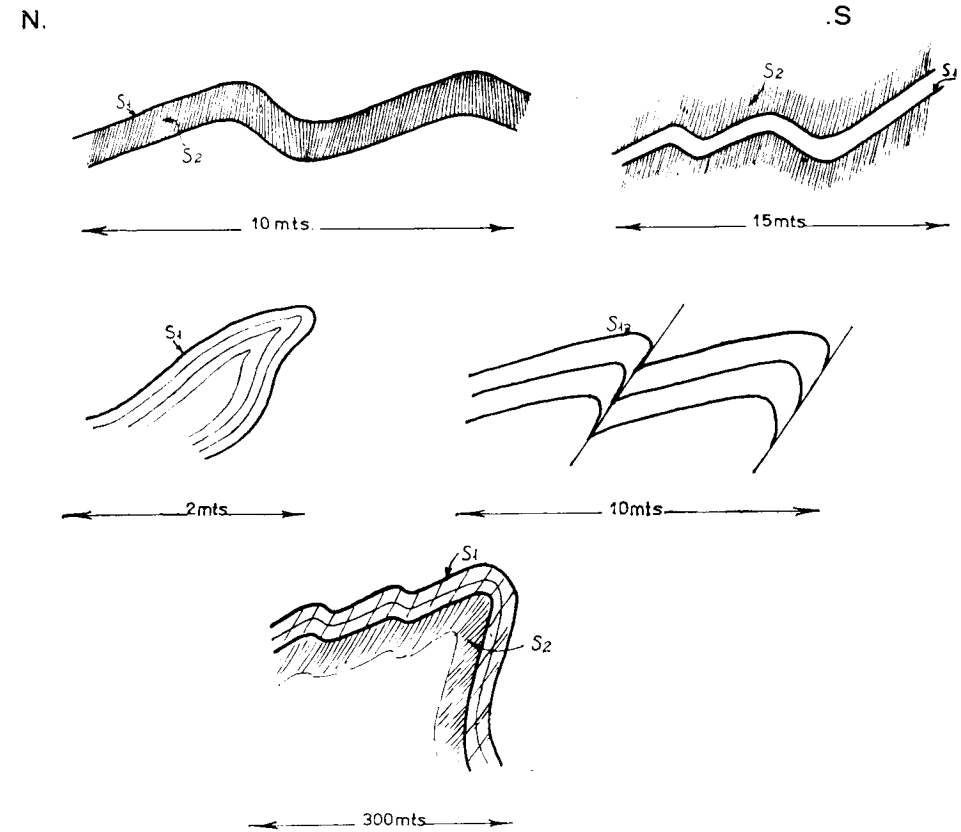


Fig. 2.—Pliegues del primer movimiento observados en el campo

les de mayores estructuras geológicas, convendremos con que S_2 y L_1 no han sido superpuestos a estructuras geológicas anteriores, sino que han sido originados por los primeros movimientos que ha sufrido S_1 .

STRAIN SLIP CLEAVAGE S_3

Aparte del cruceo pizarreño o pizarrosidad (slaty cleavage), existe en las formaciones de la Hoja de Calañas una segunda estructura secundaria: un

neto strain slip cleavage, reconocido en casi todos los afloramientos de la parte oriental de la Hoja, cuyo trabajo de campo efectuamos.

Comenzamos por observar cómo la pizarrosidad S_2 se hallaba ondulada y plegada por movimientos posteriores a los que originaron esa pizarrosidad y el plegamiento de la estratificación o bedding, pliegues estos últimos de los que ese crucero pizarreño constituye el plano axial. En seguida comprobamos que un segundo crucero estaba en relación con esas ondulaciones, y era paralelo al plano axial de las mismas (microfotografías 2 y 3).

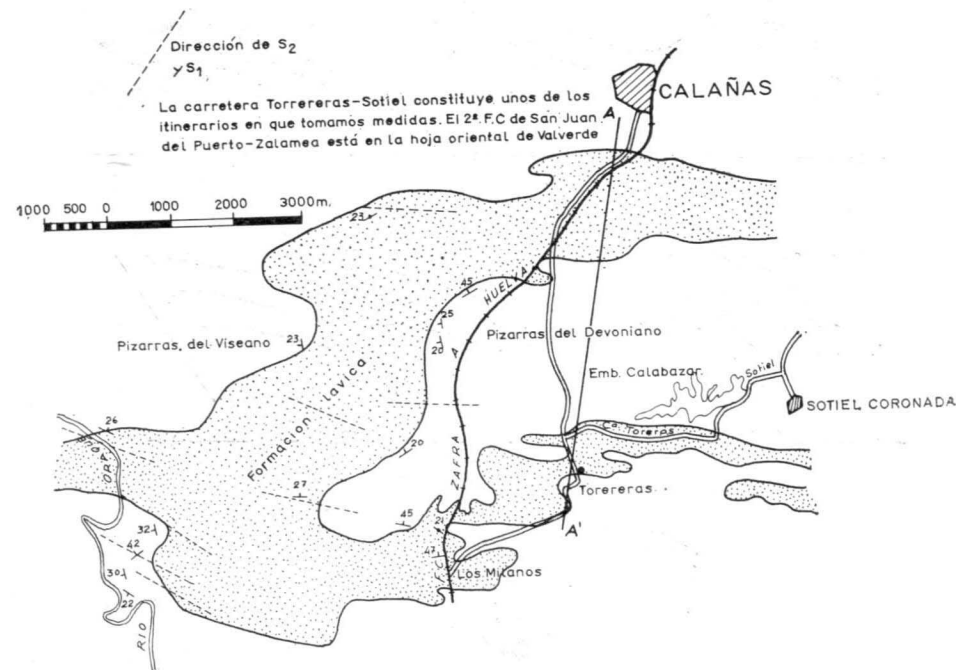


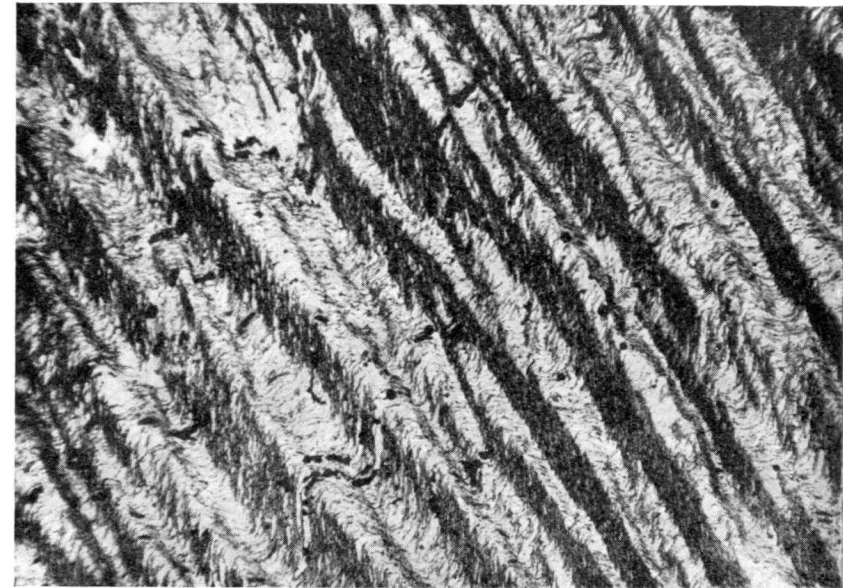
Fig. 3.—Estructura general del anticlinal del Sur de Calañas. Escala: 1: 50.000

No es tan penetrativo como el crucero S_2 , como puede deducirse en el campo y en láminas delgadas, por la densidad de ocupación de uno y otro, y es claramente posterior a S_2 , al que corta y desplaza. Debe ser denominado «strain slip cleavage», ya que se llama crucero de fractura al desarrollado en rocas homogéneas, y se reserva aquella designación para el crucero secundario que se origina en rocas que ya poseen una pizarrosidad o esquistosidad.

Su grado de desarrollo es muy diferente, ya que hay pizarras donde está bien desarrollado (microfotografía 3), y otras en que su formación es incipiente, y en lámina delgada se observan muy pocos planos de crucero por milímetro (microfotografía 2). Es un tipo de pizarras sericíticas, de co-

lores claros las más favorecidas por este crucero que está menos desarrollado en pizarras oscuras poco micáceas o en rocas competentes, areniscas o metavolcanitas. En las bandas más silíceas apenas si se observa, mientras que S_2 , aunque imperfectamente desarrollado, también aparece y origina una curiosa «refracción», al cortar a la estratificación con diferente ángulo, según atraviere bandas arcillosas o silíceas. En nuestro caso es mayor el ángulo en bandas silíceas.

Es un verdadero crucero de deslizamiento o slip cleavage, y prueba de ello son los movimientos habidos paralelamente a ese plano, atestiguados



Microfotografía 3.—Pequeñas ondulaciones en V de S_2 , que tienen por plano axial a S_3 , en la foto de arriba a abajo. 34 sin analizador $\times 45$ (aumentos).

por la curvatura de S_2 o los offsets en los contactos de bandas silíceas y arcillosas.

Mientras que la recristalización fundamental de micas y cloritas ha tenido lugar según S_2 , no existen crecimientos minerales según S_3 , que sólo origina al cortar a S_2 una rotación de las micas orientadas paralelamente a este último plano. Micas y cloritas que son posteriores a la formación de S_2 , pues están orientadas según este plano, son fundamentalmente anteriores a S_3 .

Es también distinto el tipo de pliegues en S_2 y S_3 . Los pliegues en S_2 o pliegues de la primera generación, son pliegues concéntricos o similares (fig. 2), según se trate de rocas rígidas o plásticas, de plano

axial subvertical con buzamiento hacia el Norte. Son pliegues que ocupan un afloramiento o parte del mismo, y que forman por integración estructuras como la representada en la figura 3. Los pliegues en S_3 o pliegues de la segunda generación, son pequeños rizos en V de S_2 , u ondulaciones de S_1 que corresponden al tipo de pliegues denominado similar, con atenuación

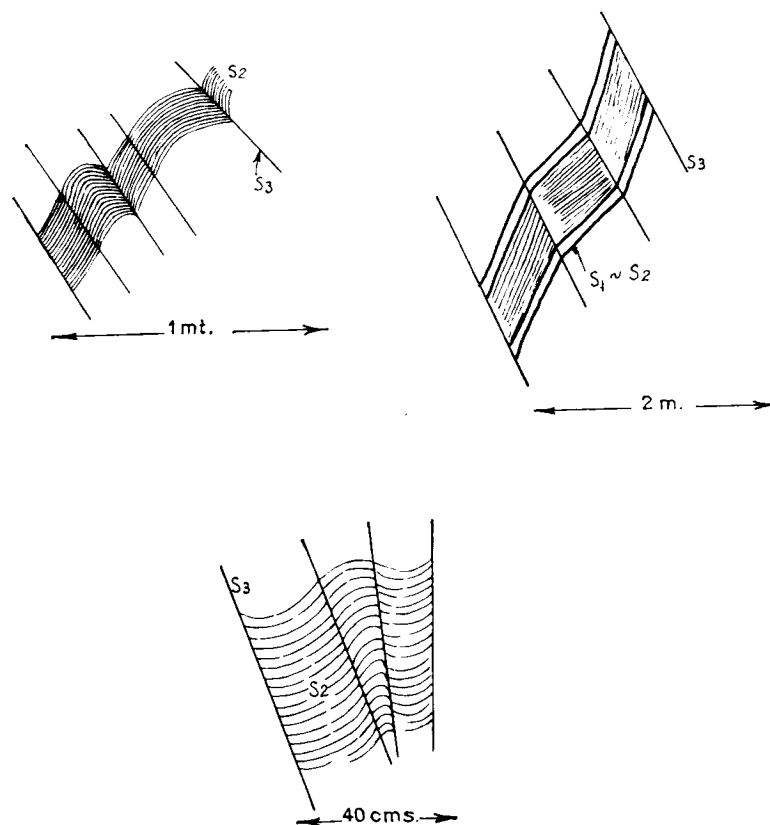


Fig. 4.—Ondulaciones y rizos del segundo movimiento, tal y como se observan en el campo.

en ramas y ensanchamiento en charnela. Este tipo de pliegues sólo se observa donde S_3 está bien desarrollado (fig. 4).

La orientación de S_3 está relacionada con la de S_2 . Tiene, como ya veremos, buzamiento general al Sur, pero mientras que si S_2 es sub-vertical, S_3 tiene un buzamiento hacia el Sur mucho más suave, si S_2 buza menos hacia el Norte, S_3 se empina y se dispone casi verticalmente. En los pocos casos en que S_2 buza hacia el Sur, S_3 lo hace hacia el Norte.

Una vez demostrada la posterioridad del strain slip cleavage respecto de pizarrosidad nos es dado, como desde el principio hicimos, denominar S_1 a

estratificación, S_2 a pizarrosidad y S_3 al strain slip cleavage, L_1 a la intersección de S_1 y S_2 , que es un verdadero eje B_1 y L_2 , a la de S_2 y S_3 , que es igualmente un eje B_2 .

La presencia del strain slip cleavage S_3 , prueba la existencia de deformaciones superpuestas. En lo que sigue probamos que son simétricamente constantes los movimientos tectónicos que originaron S_2 y L_1 , por un lado, y S_3 y L_2 , por otro.

MOVIMIENTOS TECTÓNICOS RESPONSABLES DEL STRAIN SLIP CLEAVAGE (Movimientos de la segunda fase)

Al diagrama de la figura 1c, hemos llevado la proyección de 64 polos de planos S_3 , cuya orientación tomamos en los mismos itinerarios anteriores. También al mismo diagrama hemos llevado la proyección de polos L_2 .

L_2 puede presentarse de dos formas diferentes:

a) En forma de pequeños rizos u ondulaciones paralelas a la intersección de los dos crueros.

b) En forma de varillas (pencils) paralelas a la intersección de los dos crueros.

Podemos observar en el diagrama de la figura 1c que el crucero S_3 tiene buzamiento general hacia el Sur, más suave que el de S_2 hacia el Norte, y que la dispersión de los polos de este plano es menor que la de los de S_2 , como corresponde a estructura más moderna y no plegada.

Es interesante observar que el máximo de S_3 no se separa sensiblemente de la banda Norte Noreste-Sur Suroeste, en que están distribuidos los polos de S_1 , ni L_2 tiene una orientación muy diferente de la de L_1 . Preciando más, podemos decir que S_3 rumba algunos grados hacia el Oeste más que S_2 , es decir, se dispone en dirección más Este-Oeste que S_2 , y algo análogo le sucede a L_2 respecto de L_1 .

Es esta segunda una deformación de eje subhorizontal, como la primera, y casi coaxial, con la diferencia ya expresada, con esta última. Por eso ha podido pasar fácilmente inadvertida, ya que las alineaciones que definen a una y otra, son prácticamente paralelas.

Resumiendo podemos decir:

a) El strain slip cleavage S_3 ha sido originado por movimientos tectónicos posteriores, pero relacionados simétricamente con los que originan el plegamiento de S_1 y el crucero S_2 . Ambos movimientos tienen el mismo plano de deformación o de simetría principal, un plano prácticamente vertical de dirección Norte Noreste-Sur Suroeste.

b) Los dos movimientos deformadores observados, por la coincidencia

de su plano de simetría, han originado pliegues de la misma orientación. El segundo movimiento origina micropliegues paralelos a los pliegues mayores, formados en el primer movimiento. Si las deformaciones son coaxiales, sus planos axiales correspondientes S_2 y S_2' no son paralelos y se cortan en ángulo próximo a los 90° , como puede observarse por la distancia que se para a los máximos de S_2 y S_2' .

c) En lo que sí se diferencian los movimientos es en la naturaleza de los pliegues que determinan: pliegues concéntricos o similares del primer movimiento y micropliegues de tipo similar u ondulaciones en V (crumpling), en el segundo movimiento. La escala de los pliegues también establece una diferencia entre ambos movimientos.

d) Una compresión N. NE.-S. SW., parece haber sido responsable de las estructuras de la primera fase. Es lo más probable que los rizos y ondulaciones de la segunda fase fuesen originados por una compresión vertical u horizontal, actuando en el mismo plano de la primera.

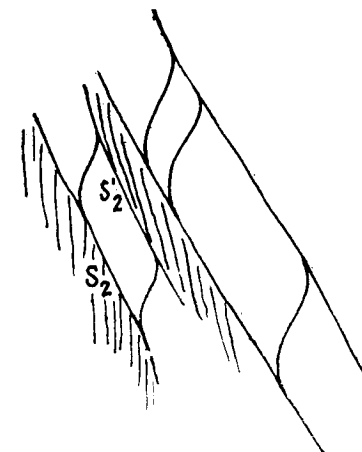
e) Es lo más lógico, dada la constancia en simetría, que los movimientos deformadores hayan acaecido en dos fases distintas de la orogenia herciniana que ha afectado al Paleozoico superior de la provincia de Huelva.

La primera fase es de edad postviseana, pues pliega a estratos viseanos con Posidonomías..

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA PUENTES, S.: *Estratificación y crucero* (Not. y Com. Inst. Geol. y Min.), 50, 1958.
 WILSON, G.: *The tectonic significance of small scale structures, and their importance to the geologist in the field*, «Ann. Soc. geologique de Belgique», t. LXXXIV, 1961.
 TURNER, F. J. and WEISS, L. E.: *Structural analysis of metamorphic tectonites*, «Mac Graw Hill, 1963.
 WEISS, L. E.: *Fabric analysis of a triclinic tectonite and its bearing upon the geometry of flow in rocks*, «Amer Jour. of Sci.», 225-236, 1955.
 — —: *Geometry of superposed folding*, «Geolog. Soc. Am. Bull.», 70, 91-106, 1959
 RAMASAY, J. G.: *The deformation of early linear structures in areas of repeated folding* Ramsay, «Jour Geol.», 68, 75-93, 1960.

Recibido 20 VIII 64.



$S_2' =$ crucero S_2 en areniscas.



Foto 1.—Refraacción del crucero S_2 al pasar de pizarras a estrechas intercalaciones de areniscas. S_1 es, en este caso, sensiblemente paralelo a S_2 . Devoniano de la carretera de Sotiel a Torerera.



Foto 2.—Alineación L_1 (paralela a lápiz) determinada en S_2 por la intersección con este último plano de S_1 . Devoniano del ferrocarril de Zalamea a San Juan del Puerto.



Foto 3.—Microplegues en V («kink folds») de S_2 que tienen a S_3 por plano axial (S_3 buza débilmente hacia la izquierda en foto). Devoniano de la carretera de Sotiel a Torrerera.

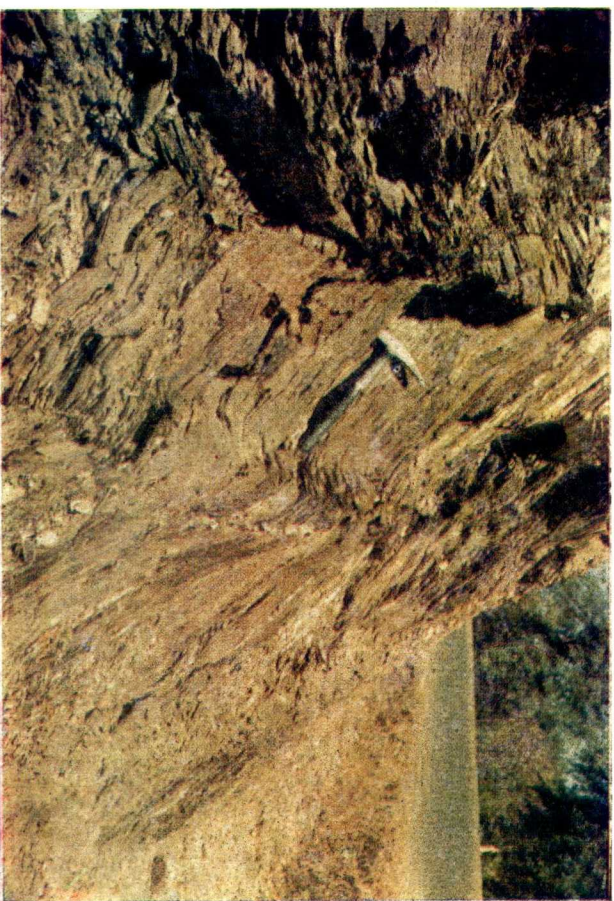


Foto 4.—Afloramiento de la foto 3 visto de perfil.

J. A. MARTINEZ ALVAREZ

NOTA SOBRE LA EXTENSION DE LA «CALIZA DE MONTAÑA» EN ASTURIAS

R E S U M E N

Se dan algunos datos geológicos que precisan la extensión del afloramiento de «caliza de montaña» de la margen derecha del valle bajo del río Narcea (Asturias), en la región astur.

Se añaden consideraciones generales respecto al área de extensión de estas calizas

S U M M A R Y

Some geological data are given stating accurately the extent of the «mountain limestone» outcrop on the right-hand side of the low valley of Narcea river (Asturias), in the Asturian region.

General considerations are added concerning the area of extent of these limestones

INTRODUCCIÓN

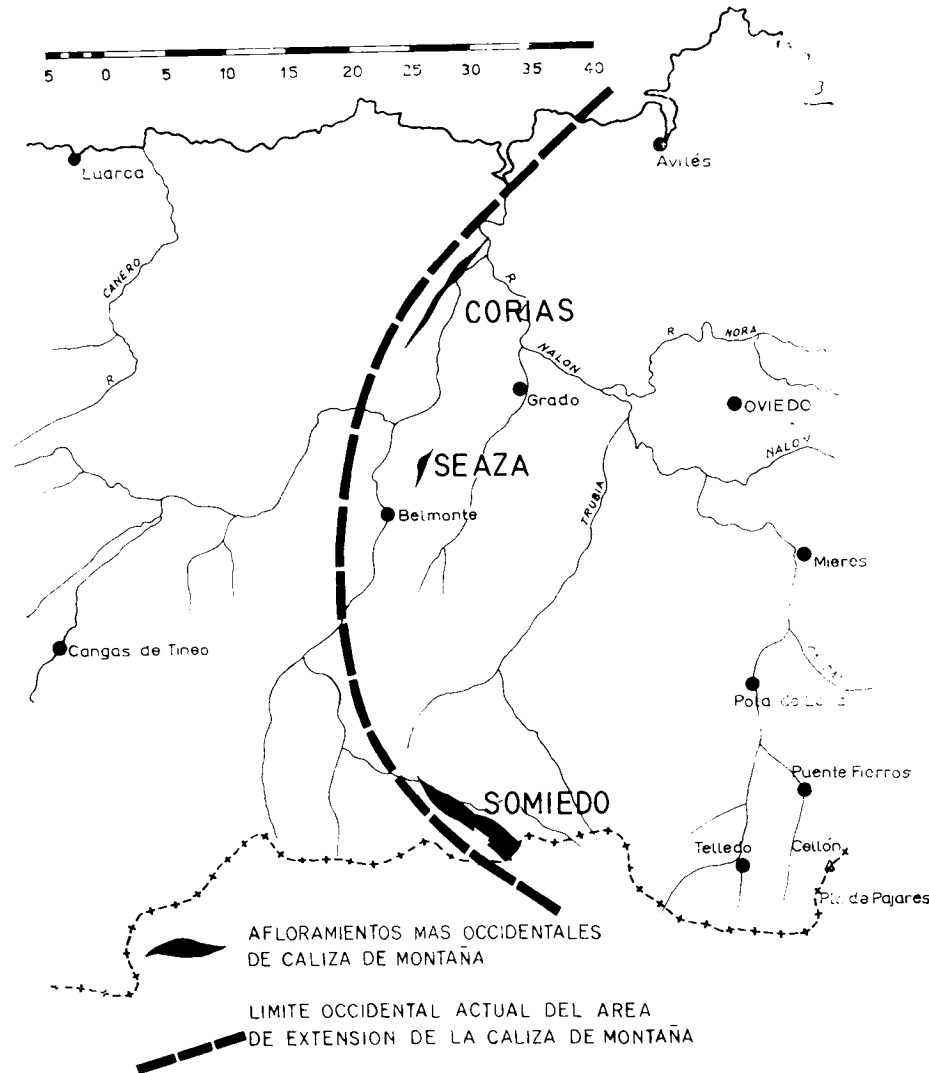
El límite occidental de extensión de la «caliza de montaña» en la región asturiana, estaba definido clásicamente por los asomos muy característicos de Somiedo, inmediaciones de Grado y playa de San Pedro en la región costera.

En la última edición del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, se representa además un amplio afloramiento que ocupa toda la parte baja del valle del Narcea, enlazándose después con las calizas de las inmediaciones de Grado.

Durante una serie de trabajos realizados entre Cornellana y Travia, tuvimos ocasión de reconocer, con cierto detenimiento, los afloramientos de «caliza de montaña» del valle del Narcea, habiéndonos cerciorado de diversos pormenores que no coinciden con lo expresado en la cartografía a gran escala de nuestro país. En la presente nota destacamos algunas de estas observaciones.

CARACTERÍSTICAS DEL AFLORAMIENTO DEL VALLE BAJO DEL NARCEA

A partir del kilómetro 31,500, aproximadamente, según la carretera de Pravia a Cornellana, se puede seguir gran parte de la extensión del asomo calizo de la región. En la altura del kilómetro 27 se adentra en la zona la-



teral del valle, pudiendo observarse su continuidad al oeste de Corias y Luerces. Después desaparece sin que, hacia el suroeste, encontrásemos afloramientos, dando la impresión de que se lamina, de la misma forma que en el extremo noreste.

El muro de la caliza grisácea es el conjunto de materiales rojizos que constituyen la denominada «serie griotte». Esta alcanza espesores de hasta 20 m. y, con laminaciones de detalle, constituye el típico ribete del tramo calcáreo. Se apoya sobre unas cuarcitas amarillentas en superficie y blanquecinas en sección reciente. Las mismas son semejantes a las consideradas en la zona central y oriental de Asturias como silúricas. Estos materiales se relacionan, por su parte inferior, con otros devónicos mediante un cabalgamiento complejo.

El techo de la caliza está constituido por un paquete de pizarras con intercalaciones de areniscas que, en la parte baja, tiene algunos lechos calcáreos. Este conjunto de materiales es perfectamente asimilable a las series que constituyen los distintos tramos del Westfaliense.

El afloramiento de calizas que se extiende desde Forcines hasta el W. de Luerces, siguiendo una dirección general NE.-SW., se corresponde por su situación estratigráfica y características propias con la denominada «caliza de montaña». Constituye uno de los afloramientos límite de su extensión occidental conocida en territorio astur y tiene carácter de elemento aislado por la tectónica, al menos en la margen izquierda de la parte terminal del valle del Narcea.

Aunque los contactos que limitan el afloramiento calcáreo están un poco mecanizados, no por eso deja de tener interés la circunstancia de que la caliza se apoya, por intermedio de la «serie griotte», sobre las cuarcitas. Esto solamente se daba, en relación con las observaciones del momento, en la zona más oriental de la provincia. Su interés geotectónico es indudable en el caso de que se precise mejor esta observación.

CONCLUSIONES

1. El afloramiento calizo que se extiende entre Forcines y Luerces se puede asimilar con toda seguridad a la denominada «caliza de montaña» que caracteriza el Carbonífero inferior asturiano.
2. El citado afloramiento se encuentra aislado tectónicamente en la margen izquierda del valle bajo del río Narcea. No tiene continuidad directa con otros asomos correspondientes al mismo período.
3. Constituye uno de los afloramientos que limitan occidentalmente el ámbito de extensión conocido de la «caliza de montaña» en Asturias. Este límite queda momentáneamente definido por la línea arqueada que pasa por las localidades siguientes: playa de San Pedro, inmediaciones de Corias de Pravia, inmediaciones de Seiza y altos de Somiedo. En todos estos afloramientos el tránsito a la «caliza de montaña» se hace a través del Devónico

calcáreo-pizarroso, circunstancia que no se da en el afloramiento que comentamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000.* Publicación del Ins. Geol. y Min. de España.
- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000.* Publicación del Ins. Geol. y Min. de España. Hoja núm. 52 (Proaza) y 77 (La Plaza-Teverga).
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Estudio geológico de la región del cabo de Peñas.* «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo. LXXII.
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. y TORRES ALONSO, M.: *Esquema geológico del valle del Narcea.* Inédito. 1964
- LLOPIS LLADÓ, N. y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Estudio hidrogeológico del Terciario de los alrededores de Grado (Oviedo).* «Speleon», año X, núms. 1-2.

Recibido 4-IX-64.

J. DOETSCH SUNDHEIM

EL VANADIO Y SUS MINERALES (*)

INTRODUCCIÓN

Han transcurrido ya unos cuantos años desde que di mi primera comunicación pública en este Centro. Fue en 1933 con motivo de celebrarse el centenario de la muerte de don Fausto Elhuyar, descubridor del volframio.

Hoy me cumple hablarles de otro Ingeniero de Minas, descubridor del elemento químico número 23, el Vanadio, que con el nombre de eritronio fue descubierto en 1801 por don Manuel del Río en los minerales de plomo de Zimapán, en Méjico. En un principio fue confundido con el cromo, hasta que en 1830 Selfström lo encontró en algunos minerales suecos.

Fueron estos grandes hombres, de altura real y objetiva, los que marcaron el rumbo ascendente del Cuerpo de Ingenieros de Minas con sus trabajos e investigaciones personales.

Plumas más autorizadas que la mía podrían hablarles a ustedes. Especialmente los Catedráticos de Química de esta Escuela Técnica Superior. Pero dados los caracteres de gran movilidad del Vanadio, junto con su tendencia o poder de fijación bajo forma de asociaciones minerales relativamente estables, en condiciones favorables, que precisamente constituyen la principal causa de la dificultad de concretar criaderos «primarios» desde el punto de vista geoquímico, me ha inducido a dirigirles estas palabras.

Por otra parte, este insigne Ingeniero de Minas dejó la Cátedra de Química para pasar a la de Mineralogía, pues ésta es la que verdaderamente centra el problema del conocimiento de las materias primas en todo el mundo y facilita, al que se adentre en sus dominios, la llave secreta de la esencia de muchas de las maravillas contenidas en el reino de las Ciencias Naturales.

Y como el Catedrático de Mineralogía, durante esta última década, es el que les habla en estos momentos, se ha visto gustosamente obligado a hacerlo.

(*) Conferencia pronunciada con motivo del 2.º Centenario del nacimiento de don Manuel del Río, descubridor del vanadio.

1. PROPIEDADES

A) *Físicas*

El Vanadio en polvo cristalino tiene color gris argéntico, y en barra es de color gris acero. Es un metal de extraordinaria dureza, el más duro de todos ellos. En la escala de Mohs vale 7,5. Sus principales características son:

Peso atómico	50,95
Peso específico.....	5,6
Punto de fusión.....	1.715° C
Calor específico a 0°.....	0,1153 cal/g/grado
Punto de ebullición.....	3.000° C
Resistencia eléctrica. 60 microlmhos/cm ²	

B) *Químicas*

El Vanadio tiene gran afinidad por el oxígeno, nitrógeno, carbono y silicio. Si está libre de óxido es inalterable al aire y al agua. No le atacan ni el ácido clorhídrico ni el sulfúrico. Lo disuelve el fluorhídrico, el nítrico y el agua regia. Los álcalis en solución no le atacan, pero fundidos forman vanadatos alcalinos. Las combinaciones del vanadio son, en general, tóxicas.

C) *Generalidades geoquímicas del Vanadio*a) *El elemento Vanadio en la corteza terrestre.*

En la tabla de los elementos químicos ocupa el número 23, como perteneciente al grupo V₅, donde hace compañía al Nb y Ta. En la columna horizontal de dicha tabla periódica preceden al Vanadio los elementos Sc (núm. 21) y Ti (núm. 22), y le suceden el Mn (núm. 24) y el Cr (núm. 25), pareciendo que tiene más afinidad geoquímica con el Ti y el Cr.

Dentro de su grupo es el elemento químico de mayor frecuencia. (Prescindimos deliberadamente del protoactinio.)

El Vanadio actúa como bi-tri-tetra y pentavalente. Las cinco valencias le sirven al Vanadio tan sólo para presentar cierta similitud con los ocupantes de la columna V₅, como, por ejemplo, con el arsénico. Su actuación como tetravalente le merece cierta importancia, debida al número de compuestos conocidos. Tanto el Nb como el Ta no presentan esta faceta.

Los radios iónicos siguientes (cuadro I y cuadro II) pueden dar luz para solucionar problemas geoquímicos: especialmente en los llamados procesos

«magmáticos», referentes a la asociación cristalina íntima de los compuestos de Cr⁺⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, V⁺⁺⁺ y Ti⁺⁺⁺.

CUADRO I

Radios iónicos del vanadio

V.....	1,30
V ⁺⁺	0,88
V ⁺⁺⁺	0,74
V ⁺⁺⁺⁺	0,63
V ⁺⁺⁺⁺⁺	0,59

CUADRO II

Radios iónicos de otros elementos químicos

Cr ⁺⁺⁺	0,63
Fe ⁺⁺⁺	0,64
Ti ⁺⁺⁺	0,69

b) *La abundancia del Vanadio en la naturaleza.*

En la *atmósfera* es extremadamente pequeña, 5,9 atm/10⁴ atm. Si (Sc el más raro, con 1,1 atm/10⁴atm. Si).

En el *Cosmos* es proporcionalmente más elevada, 2,5 atm/10⁴ atm. Si, del mismo orden que el germanio.

En la *corteza terrestre*, los tenores son del orden de 150 p. p. m., y así comprendidos entre el cromo, 200 p. p. m., y el zinc, 132 p. p. m., o sea, un tenor dos veces más elevado que el del cobre o del níquel y 10 veces más elevado que el del molibdeno.

Las demás características se pueden resumir así:

a) *Abundancia en rocas eruptivas.*

Ley en Vanadio de las rocas «ígneas» en función de su acidez (Goldschmidt):

1. Peridotitas.
2. Gabros.
3. Dioritas.
4. Grano-dioritas.
5. Granitos.

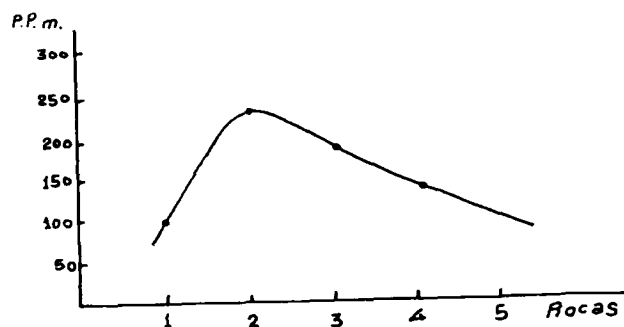


Fig. 1.

Ley en Vanadio de las rocas eruptivas, según Rankama y Sahama :

Peridotita	17 p.p.m.
Gabro	56 p.p.m.
Granito	17 p.p.m.

b) Abundancia en rocas sedimentarias.

Leyes medias de los grandes tipos de rocas sedimentarias según Jost:

Arcillas y sales	120 p.p.m.
Arenas	20 p.p.m.
Calizas y dolomías	10 p.p.m.

Cenizas de los carbones de Mendoza (Argentina)

Silice	13.70 %
Alúmina + Fe ² O ₃	18.76 %
K ² O, CaO, MgO	12.30 %
Acido sulfuroso	12.06 %
Acido fosfórico	0.71 %
Acido vanádico	38.22 %

Cenizas de petróleo

Del Irán	5.00 % de V ² O ₅
De Oklahoma	22.00 % de V ² O ₅

Fosfatos:

Los fosfatos de origen marino contienen frecuentemente concentraciones apreciables de V.

Minerales de hierro

Magnetitas titaníferas de Bihar (India)	8.00 % de V ² O ₅
Minerales oolíticos del Mosela	0.10 % de V ² O ₅

c) Abundancia en rocas metamórficas.

Leyes según Sahama

Esquistos ricos en alúmina	34.00 - 56.00 p.p.m.
Cuarcitas	5.60 - 34.00 p.p.m.
Rocas carbonatadas	1.70 p.p.m.

Es interesante señalar que la ley media de Vanadio disminuye durante el curso del metamorfismo de un sedimento.

d) El Vanadio en los minerales litogénicos.

Existen minerales clásicos que tienen la aptitud de concentrar cierto tenor de Vanadio. Así, en las rocas ígneas la *acgirina*, NaFe³⁺ [Si₂O₄], puede contener hasta el 4 por 100 del sesquióxido de Vanadio (Libby, Montana). Entre las rocas sedimentarias, concretamente en la *montmorillonita* d'Herival se ha demostrado que puede contener vanadinita. El Vanadio proviene también de un apatito vanadífero incluido en las areniscas permianas.

En conjunto, los minerales filtosos aparecen como particularmente aptos para concentrar Vanadio; lo mismo ocurre con algunos minerales arcillosos y nicas. Pero en algunos yacimientos bituminosos americanos los tenores en Vanadio son independientes de la fracción inorgánica del sedimento.

El *augito*, la *biotita*, el *rutilo*, la *magnetita* y la *ilmenita* pueden encerrar cantidades notables de Vanadio; en el curso de la descomposición de estos minerales, el Vanadio se asocia a hierro y se vuelve a encontrar en la limonita de los suelos limoníticos.

En algunos filones el *apatito* y la *ardenita* (silicato vecino a la familia epidoto-zoisita) pueden encerrar varias unidades por ciento de Vanadio pentavalente. Pero no es imposible que el Vanadio derive de la lixiviación de las rocas encajantes. En la *flogopita* de los yacimientos de apatito gabroico, el Vanadio está asociado a la alúmina con tenores del orden de 1.000 p. p. m.

II. PRINCIPALES ESPECIES MINERALES DE VANADIO

Las principales especies minerales se han reproducido en el cuadro III.

CUADRO III

Minerales de vanadio

Clase	Nombre	Composición	Procedencia
Sulfuros...	Patronita	V_2S_5	Mina Ragra (Perú).
	Sulvanita	Cu_3VS_4	Mina Burra (Australia); Katanga.
	Aesenosulvanita	$Cu_3(As, V)S_4$	
Óxidos...	Paramontrosita	VO_2	Finlandia.
	Karelianita	V_2O_3	Tago Superior (USA).
	Oere de vanadio	V_2O_5	Minas Bilra (India).
	Coulsonita	$(Fe, V)_3O_4$	
	Nolanita	$Fe \cdot V_8O_{18}$	
Hidróxidos..	Duttonita	$VO(OH)_2$	
	Navajoita	$VO(OH)_3$	
	Montrosita	$(V, Fe)OOH$	
Sulfatos.....	Minaragrita	$V_2[(OH)_2] \cdot (SO_4)_3 \cdot 15H_2O$	
Vanadatos ...	Pucherita	$Bi[VO_4]$	Colorado (USA).
	Huegelita	$PbZn[F \cdot VO_4]$	Colorado (USA).
	Fervanita	$Fe \cdot [VO_4] \cdot H_2O$	Santa Marta (España).
	Volbortita	$Cu_3[VO_4]_2 \cdot 3H_2O$	Katanga (Congo).
	Simplotita	$CaV_4O_9 \cdot 5H_2O$	Mottram (Inglaterra); (Austria).

CUADRO III (Continuación)

Clase	Nombre	Composición	Procedencia
Vanadatos.....	Sherwoodita	$Ca_3V_8O_{22} \cdot 15H_2O$	
	Vanadinita	$Pb_3[Cl] \cdot (VO_4)_3$	
	Desclozaita	$Pb(Zn, Cu) [OH] \cdot VO_4$	
	Mottramita	$Pb(Cu, Zn) [OH] \cdot VO_4$	
	Pirobelonita	$PbMn[OH] \cdot VO_4$	
	Tangeita	$CaCu[OH] \cdot VO_4$	
	Vesignietita	$BaCu_3[OH] \cdot VO_4 \cdot 1/2$	
	Steigerita	$Al[VO_4] \cdot 3H_2O$	
	Pintadoita	$CaH[VO_4] \cdot 4H_2O$	
	Brackebuschita	$Pb_2(Mn, Fe)[VO_4]_2 \cdot H_2O$	
	Fernandinita	$CaV_2[VO_4H_2] \cdot H_2O$	
	Melanovanadita	$Ca_2V_{10}O_{25} \cdot 7H_2O$	
	Hummerita	$K_2Mg_2[V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$	
	Rossita	$Ca[V_2O_6] \cdot 4H_2O$	
	Metarossita	$Ca[V_2O_6] \cdot 2H_2O$	
	Pascoita	$Ca_3[V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$	
	Hewetita	$CaH_2[V_6O_{17}] \cdot 8H_2O$	
	Metahewetita	$CaH_2[V_6O_{17}] \cdot 2H_2O$	
Vanadatos	Carnotita	$K_2[UO_2 \cdot VO_4]_2 \cdot 3H_2O$	Colorado (USA).
	Sengierita	$Cu[UO_2 \cdot VO_4]_2 \cdot 8 \cdot 10H_2O$	
	Tyuyamunita	$Ca[UO_2 \cdot VO_4]_2 \cdot 5 \cdot 8H_2O$	
	Meta-Tyuyamunita	$Ca[UO_2 \cdot VO_4]_2 \cdot 3 \cdot 5H_2O$	
	Cyanita	$(UO_2 \cdot V_6O_{17}) \cdot 15H_2O$	
	Rauvita	$Ca(UO_2)_2 \cdot V_{10}O_{28}] \cdot 16H_2O$	
Uranatos.....	Francevillita	$(Ba, Pb)O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 5H_2O$	Franceville (Gabón).
	Roscoelita	$KV_2[(OH)_2] \cdot MSi_3O_{10}]$	Urales (URSS); (USA).
Silicatos.....	(Mica vanadinífera)		
	Andenita	$Mn_4MnAl_5[(OH)_2] \cdot (V, As)O_4 \cdot (SiO_4)_5] \cdot 2H_2O$	
	Lawrowita	Variedad vanadinífera de la diópsida	

En estos últimos años se han llegado a obtener unas 3.000 toneladas de Vanadio metal en este Centro productor.

Referente a los criaderos españoles, hay que decir que el de Santa Marta (Badajoz) está prácticamente agotado. En él se presentaba la vanidinita y la desclozita. Los criaderos de Agrache, en el Sahara español, pueden ser quizá de bastante interés, pero están todavía en fase previa de investigación.

Recibido el 5-XII-1964.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

GEOLOGIA ANTARTICA (III)

R E S U M E N

Utilizando numerosas reseñas en que se ha dado cuenta de las investigaciones recientes en la Antártida y sus inmediaciones, se recogen aquí los últimos datos publicados acerca de la fisiografía (aparente y real), glaciología, tectónica cortical, dataciones por diversos métodos, principalmente radiactivos, sismología, vulcanología y exploración submarina en toda la región antártica.

S U M M A R Y

From many recently published records of geological investigations in the Antarctica have been here collected the last results about the apparent and real physiographic features of its territory, glaciological measures, seismical prospections, seismicity and volcanology, and submarine explorations in the surrounding areas.

Con un tesón laudable y sin reparar en incomodidades ni gastos, prosiguen los trabajos emprendidos por varias naciones en el continente antártico, que lo han transformado en un vasto laboratorio de investigación geofísica. No ha faltado quien se pregunte la oculta razón de ser de semejante sacrificio, difícil de justificar ante los contribuyentes que han de financiarlo; y aunque el tratado internacional firmado hace unos años excluye toda reivindicación territorial, no parece menos cierto que hay algún interés político apenas aparente, que aconseja a los Gobiernos a continuar haciendo allí acto de presencia. Hay sin duda otros motivos de utilidad universal, así en el orden práctico (meteorología, oceanografía...), como, sobre todo, teórico (geología, glaciología...).

Dos clases de trabajos se están realizando continuamente: los que podríamos llamar sedentarios con instrumentos de observación y medida en estaciones fijas, y los de campo en exploraciones sistemáticas de aquellas porciones que ofrecen especial interés geofísico, cuales son el mecanismo actual de sus gigantescos glaciares, los sondeos sísmicos, magnéticos y gravimétricos, las medidas geodésicas, etc. En particular se ha avanzado

mucho últimamente, aunque desde luego queda bastante por hacer en el «descubrimiento» de este sexto continente, tomando la palabra descubrir en su sentido literal, es decir, en la determinación geográfica y geológica del terreno propiamente tal, «cubierto» hoy y enmascarado por los hielos.

A primera vista pudiera creerse que para ello bastaría completar y hacer más tupida la red de rutas de exploración, cuyo recorrido total sobrepasa, al tiempo de escribirse estas líneas, los 30.000 Km., jalonados por numerosísimas prospecciones, principalmente sísmicas; pero la experiencia ha demostrado que no es así: las cifras obtenidas para el espesor de la gruesa capa helada son frecuentemente provisionales y dudosas, ya que los métodos de reflexión y refracción sísmicas, así como los demás procedimientos arriba citados, corresponden a una resultante global y valor medio de la densidad y demás caracteres de las capas subyacentes, imposible de discernir en cada caso; a lo más que puede aspirarse es a admitir una teoría plausible, capaz de explicar razonablemente los hechos: hay siempre algunas incógnitas ocultas en tales problemas.

Entre tanto se van publicando con la obligada lentitud, mapas cada vez más pormenorizados de todo el continente; a diferencia de los ordinarios en otras partes del globo terrestre, las cotas que en ellos figuran suelen constar de tres cifras: la primera expresa la altitud sobre el nivel del mar; la segunda el espesor del hielo, y la tercera la altitud, frecuentemente negativa, del suelo rocoso; independientemente y con un alcance superficial menos restringido, se determina el espesor cortical hasta la discontinuidad de Mohorovicic

Ya estamos familiarizados con la figura piriforme de la Antártida, cuyo apéndice superior se dirige oblicuamente hacia el extremo meridional de América del Sur; a su derecha, después del mar de Weddell, se suceden siguiendo la costa, las tierras de la Reina Maud, de Enderby, de la Reina Mary, de Wilkes y Victoria, hasta llegar así al mar de Ross, y completando el círculo a partir de éste, las tierras de Marie Byrd y de Ellsworth, terminando en la de Graham o Península de Palmer. En las cartas recientes, por razones obvias de claridad se conserva esta toponimia, a sabiendas de que algunas denominaciones consta ser falsas y acaso dentro de poco se probará serlo otras; así, por ejemplo, la «tierra» de Enderby es en realidad una isla de forma alargada y notablemente distante del macizo continental; la comunicación hace tiempo sospechada entre los mares de Weddell y de Ross, no solamente es un hecho, sino que toda la Antártida occidental queda reducida a una vasta extensión marítima donde afloran varias islas, entre las cuales predominan en extensión las correspondientes a la Península de Palmer y el territorio que limita por abajo el mar de Ross; las «tierras» restantes propiamente no existen, a no ser que se llame así a un suelo situado a varios kilómetros bajo el nivel del mar; se da la curiosa

circunstancia de que precisamente en esta porción del continente donde el suelo está más hundido, se encuentra la máxima altitud, la del macizo de Vinson, con la cumbre a 5.140 metros.

Esta diferencia entre las cartas geográficas aparentes y las reales se entienden naturalmente para el caso de desaparecer la capa de hielo que hora las nivela y anula, y en tal caso, antes de que una elevación bradisísmica del suelo le hiciese recuperar una parte del nivel perdido; tampoco hay que olvidar que los datos reseñados son siempre parciales e incompletos; todavía se esperan sorpresas de este género. Merece citarse el hecho de que en la gran meseta oriental también se han descubierto anomalías parecidas en forma de un dilatado mar interior que desde el polo geográfico llega casi hasta el magnético, cerca de la costa de la tierra Adelia; de modo que, en rigor, la estación polar de Amundsen-Scott es una estación costera (10).

Acercas de la bibliografía utilizada en esta reseña, conviene notar que aparte de los artículos citados en la lista alfabética, se han tomado numerosas notas sueltas de los resúmenes que mensualmente publica la Geological Survey en sus *Geophysical Abstracts*; de allí procede la mayoría de los datos recogidos y clasificados por materias; esto último no siempre es fácil, pues como se verá, los resultados de una misma investigación o exploración antártica pueden considerarse bajo diversos puntos de vista, tales como la topografía, espesor del hielo, fenómenos glaciológicos, etc. De la publicación mencionada disponemos al escribir estas líneas hasta el primer trimestre de 1964.

RELIEVE CONTINENTAL

La estructura general del continente antártico, de tal modo está influenciada por la capa de hielo superpuesta, que no le son aplicables exactamente las normas de análisis ni los procesos de formación geológica vigentes en otras regiones de la Tierra; por eso, a pesar de lo dicho acerca de su parte occidental, llamada también Antártida Menor, al calificarla geográficamente de archipiélago, y hasta lo indicado sobre el extenso mar interior de su porción oriental, geológicamente puede y debe llamarse continente; para explicar semejante paradoja bastará adelantar desde el principio estos datos: el zócalo que lo limita alrededor de sus costas es ciertamente de carácter continental, como también con algunas diferencias lo es el espesor cortical subyacente de cerca de 30 Km.; y como última razón para dar cuenta de tales anomalías, está el hecho recientemente comprobado con suficiente seguridad, de que a cada kilómetro de hielo, la subsidencia del suelo rocoso viene a ser de 330 metros; por tanto, los desniveles hoy comprobados no son propiamente «naturales» en el sentido geofísico y geo-

lógico de la palabra, sino más bien «violentos» y de índole catastrófica, como lo son analógicamente no pocas formaciones volcánicas.

Hay desde luego una marcada diferencia entre la constitución continental de la Antártida Menor y Mayor, no sólo aparente y superficial, sino real e interna, prescindiendo de la capa helada; hay entre ellas una línea divisoria de carácter geológico desde el cabo Adare a la tierra de Coats, que se dirige hacia la costa del Pacífico. Como resultado de una expedición aerotransportada a lo largo de un perfil comprendido entre el monte Murphy y los montes Hudson, en que se hicieron numerosas medidas sísmicas y magnéticas, se ha comprobado que la roca está a 1.000 metros bajo el nivel del mar y que la depresión del terreno tiene una prolongación o ramal desde el mar de Ross hasta la tierra de Marie Byrd y continúa hacia el mar de Amundsen; la accidentada topografía de este suelo es la causa probable de las irregularidades externas en la superficie helada, coincidencia que también se ha notado en otros parajes, como si el hielo se adaptase en cierto modo al relieve subglacial: esto evidentemente simplifica la ardua labor cartográfica, al menos en primera aproximación, ya que el relieve superior es más fácil y rápido de determinar que el inferior.

Los estudios gravimétricos permiten deducir la profundidad de la discontinuidad de Mohorovicic; las anomalías son en general menos acusadas cuanto mayor es el espesor del hielo y mayores cuanto más cercana está la costa. Otra expedición en la tierra Victoria, siguiendo el límite entre ambas Antártidas, ha dado entre otros resultados el descubrimiento de una cordillera a la que se ha dado el nombre del Instituto Artico, y del glaciar de Rennick: el espesor del hielo es allí bastante uniforme, del orden de 2.000 metros, y asimismo en la superficie exterior se observa bastante correspondencia con los desniveles del suelo rocoso. Otra ruta de 1.700 kilómetros al S. del mar de Bellinghausen y del estrecho del rey Jorge VI, fue jalonada con 26 estaciones sísmicas y determinó gran parte de la topografía subglacial: aquella «península» resulta ser una isla separada de los montes Sentinél hacia el S.: la depresión constituye una prolongación de la cuenca de Byrd, de modo que, sin hielo, no solamente resultarían unidos los mares de Weddell y Ross, sino que la base de la supuesta península tendría solamente 200 Km. de anchura, en vez de los 400 actualmente aparentes.

Conforme a las observaciones aeromagnéticas realizadas por los rusos en la región oriental, y que han cubierto una zona de 4.200 Km², la presencia superficial de zonas de fracturas corresponde a grietas subglaciales, confirmando así la hipótesis de que la estructura geológica de la Antártida obedece a un sistema de fallas. A su vez, las exploraciones de diverso género en la Menor, que han verificado la existencia de un gran canal con profundidad máxima de 2.500 metros bajo el nivel del mar, entre el de Ross y el de Bellinghausen, en contraste con la falta de depresiones importantes

entre el de Ross y el de Waddell, confirman la teoría de que aquel canal divide a la Antártida Menor en dos provincias geológicas, con granito y rocas sedimentarias al Este y Sur, y rocas volcánicas, al NW.

El más ambicioso programa de esta clase de observaciones ha sido hasta ahora el realizado durante la campaña de verano de 1962 a 1963 por treinta técnicos representantes de diez entidades científicas de los Estados Unidos, en una expedición de carácter principalmente geológico que comenzó en el extremo meridional de Chile y llegó hasta el estrecho de McMurdo, en el borde inferior del mar de Ross; sus principales resultados se reseñan en diferentes secciones de este artículo. Así la isla de Ross se sabe ahora que está separada del continente por un canal de más de 500 metros de profundidad; la refracción sísmica da a la capa submarina una velocidad de 3,14 kilómetros por segundo para las ondas P, y debajo de ella hay probablemente otra de basalto. En la isla (sumergida) de Roosevelt, el lecho rocoso es llano y notablemente regular, situado entre los 100 y los 400 metros bajo el nivel del mar; el espesor del hielo que la cubre es en el centro de 750 metros y el ritmo de acumulación anual, en equivalente de agua es de unos 25 cm.

CRUCEROS EN AGUAS ANTÁRTICAS

Se admite ya hoy sin dificultad que el océano glacial antártico es un verdadero océano con individualidad propia, aunque no responda al tipo clásico de un mar definido por tierras que rodean su cuenca; en vez de ello se señala con alguna indeterminación un límite marcado por la llamada Convergencia Antártica, donde la temperatura y salinidad sufren una alteración brusca, coincidiendo con el máximo de velocidad de flujo, entre los 50 y los 60 grados de latitud; la Convergencia Subtropical alcanza a los 40° y marca el límite aproximado de la aportación de hielos hacia el Norte (algo así como si en nuestro hemisferio llegasen los témpanos hasta las costas portuguesas). Si se admite esta última frontera, la extensión superficial de este océano sería de unos 75 millones de kilómetros cuadrados, casi seis veces la del continente antártico. El banco de hielo que lo rodea lo hace inaccesible por mar casi por todas partes durante nueve meses por año, y en algunos sitios durante los doce; en la estación fría este banco llega a duplicar la superficie helada del continente (6).

La Academia rusa de Ciencias realizó dos cruceros en estas aguas en la región del Índico y obtuvo importantes datos topográficos en el fondo del mar de Davis y a partir de los glaciares continentales en un área muy extensa al W. de la cordillera submarina que va desde las Kerguelen a Gaussberg, efectuando sondeos acústicos a lo largo de decenas de miles de millas marinas; en particular exploró una amplia zona de actividad volcánica

reciente en la porción citada, donde extrajeron cilindros sedimentarios de 16 metros de longitud, muestras de sedimentos y datos sísmicos de los mismos en varias capas de 100 a 1.200 de profundidad bajo el fondo; se estudió asimismo la composición y distribución de partículas en suspensión. Un mapa en relieve, resultado de estos trabajos, a escala de 1:20.000.000 permite apreciar tres clases de fondos alrededor de la Antártida: 1) planos abisales de acumulación marina; 2) elevaciones y crestas con superestructuras de carácter volcánico, y 3) expansiones más homogéneas del mismo origen.

De especial interés bajo el punto de vista geológico han sido los numerosos cruceros del navío estadounidense «Eltain» en diversas épocas de estos últimos años, a cargo de la National Science Foundation y con abundante personal técnico y un programa preparado por el Observatorio geológico de Lamont. La principal región explorada ha sido la que desde Chile hasta la Antártida constituye el lazo de unión entre el Pacífico y el Atlántico; numerosos cilindros del fondo sedimentario servirán de valioso complemento a los que forman hoy la colección de ellos en Palisades; en una cresta rocosa cercana al Banco de Sars se extrajeron corales fósiles enteramente diferentes de los superficiales, y concreciones de manganeso, así en forma nodular como de revestimientos rocosos, se sacaron de una región bien definida al Norte de la Convergencia Antártica, así como curiosos ejemplares erráticos aportados sin duda por los témpanos, de composición sedimentaria o volcánica (3) (4).

La geología submarina en aguas antárticas ha encontrado siempre obstáculos de orden práctico, así por lo duro del clima y difícil navegación, como por ser aquellas rutas poco o nada frecuentadas, lejos de las vías comunes de comunicación; sin embargo, últimamente se ha completado bastante el trazado hipsométrico de los fondos y se han prolongado suficientemente las líneas de fractura corticales, crestas oceánicas, etc., en las que se observa una tendencia especial a mantenerse todos estos accidentes sistemáticamente alejados del continente propiamente dicho, en el que rigen normas diferentes del resto del hemisferio. El proceso de sedimentación también es peculiar, por ser debido en gran parte a las aportaciones de los glaciares, cuyos témpanos van descargando por fusión en enormes extensiones del fondo marino; son naturalmente más abundantes en las cercanías de los mismos glaciares, como, por ejemplo, se midieron hace poco espesores de 1.325 y 754 metros en la región oriental del mar de Ross, sondeo verificado a través del mismo hielo, de modo que la profundidad total del suelo rocoso era allí de 1.951 y 1.354 metros, respectivamente.

En cuanto al espesor de la corteza en porciones oceánicas próximas a la costa, resulta siempre menor para las cuencas más profundas; los métodos empleados para esta clase de investigaciones son mixtos, de sondeo sísmico a bordo y de registro de dispersión de ondas Rayleigh desde el continente;

por cierto que las últimas experiencias y comprobaciones revelan un amplio margen de incertidumbre en los resultados; la razón probable de tales errores la indicaremos más adelante. También se ha hecho notar recientemente que, a pesar del aparente aislamiento de la Antártida respecto del resto del planeta, su influjo geofísico y especialmente climatológico sobre todo él, principalmente bajo el punto de vista oceanográfico, con tan dilatada masa de aguas frías, justifica los trabajos y gastos de las actuales y futuras exploraciones.

Con buen éxito se ha venido completando en estos últimos años el difícil mapa geológico de las regiones polares del Sur, mediante la exploración más accesible de las islas suficientemente cercanas al continente polar, cuales son, entre otras, las Kerguelen (S), que en tiempos pasados sirvieron sucesivamente de refugio a balleneros y cazadores de focas, y hasta de asilo estratégicamente oculto durante los conflictos bélicos mundiales. Hoy su carácter principal es parecido al de la Antártida, en cuando constituyen una base científica casi tan útil como ella, sin algunos de sus conocidos inconvenientes. A pesar de su latitud no muy elevada en absoluto, participa de sus ventajas para el estudio geofísico de problemas comunes: se trata de un archipiélago con una superficie total de 7.000 kilómetros cuadrados y estructura sumamente fraccionada, pues cuenta unas 300 islas e islotes agrupados en torno de la isla principal, cuyas costas describen caprichosos accidentes a lo largo de 1.800 kilómetros en ella sola.

Conforme a lo dicho, a pesar de que su latitud austral equivale a la septentrional del Canal de la Mancha, posee un campo de hielo antártico a escala reducida, denominado de Cook en honor del famoso explorador; profundos fiords, numerosos glaciares, torrentes y hasta un volcán, el de Ross, que en tiempos pasados modificó profundamente la topografía local, donde no faltan montañas de cierta importancia. De aquella fase volcánica general queda hoy la cresta oceánica de que forman parte las Kerguelen, pasando por la isla Bouvet, por debajo del cabo de Buena Esperanza y las del Príncipe Eduardo, Marion y Crozet. Para la de Mauricio se estima que la fase volcánica comenzó hacia el principio de la era Terciaria, a consecuencia de una grieta cortical del Océano Índico, que edificó así una elevada cresta submarina, origen de casi todas estas «islas intermitentes».

Estudios y análisis petrográficos muy recientes, en especial los de F. Chayes en los Estados Unidos, tienden a determinar a escala mundial los caracteres propios de las lavas correspondientes a estas islas, llamadas también intraoceánicas, en oposición a las circumoceánicas más comunes; todo ello en orden a la famosa cuestión actual del origen y evolución del Océano Índico; pero no está de más advertir que semejante trabajo se encuentra muy a los principios: las Kerguelen se conocen todavía poco y otros archipiélagos, como el de Crozet, prácticamente nada. Uno de los problemas que

tales exploraciones contribuirán a resolver, es el de la posible deriva continental y desmembramiento de la hipotética Tierra de Gondwana. Entre otros datos interesantes están los de orden paleontológico, mediante una explicación adecuada de la presencia de fauna y flora, que únicamente por supuestos puentes o más fácilmente por una verdadera continuidad continental tendrían razón de ser (9).

TERREMOTOS Y VOLCANES

Instalar una estación sismológica sobre hielo flotante tiene en cierto modo parecidos inconvenientes a los que resultarían de llevar los sismógrafos a bordo de un buque; y sin embargo, tal es el caso para el observatorio geofísico de la bahía de Halley, aunque allí no se trata del campo de hielo marino de pocos metros de espesor, sino del aportado por glaciares potentes, y por tanto de cien veces más grosor, tal como suele ser en las cercanías de la costa. Aún así, el registro sismográfico está sujeto a molestas perturbaciones, así por factores locales como por los inevitables defectos de transmisión: casi la única fase clara es el P inicial y la agitación microsísmica es muy marcada (2).

Preseñando de los útiles resultados, ya reseñados en estas páginas, del registro de terremotos lejanos desde diferentes estaciones antárticas, la sismicidad propia del continente es muy pequeña y en los últimos años apenas se ha podido apreciar terremoto alguno que superase el grado tercero de magnitud absoluta; son en cambio frecuentes y aun diarias las sacudidas que en la base Scott dan sismogramas con una diferencia S-P de 3 a 38 segundos, la mitad de los cuales se mantienen entre los estrechos límites de 4-6, correspondiente a la distancia que la separa del único volcán activo, el Erebus, lo que significa tratarse de fenómenos volcánicos ordinarios. En muchos sismogramas hay una fase singular de la que se deduce una velocidad de propagación extraordinariamente reducida, de 0.6 Km./s.; si en estaciones terrestres constituye con frecuencia una incógnita la modificación introducida en los registros por el subsuelo inmediato, aquí es conocida en general la causa, pero no es del todo conocido el mecanismo de la perturbación.

Durante una travesía polar de 2.100 Km. realizada por los rusos desde la estación de Mirny hasta el polo de la inaccesibilidad, y en la que como de ordinario se hicieron numerosos y profundos sondeos sísmicos, la velocidad de las ondas reflejadas en el suelo rocoso era en su mayor parte de 3.7 ± 70 Km./s., y en la roca subyacente de 5.5 a 5.8; este perfil cruza una cordillera que a 1.700 metros de Mirny se eleva a 3.000 metros; el máximo espesor del hielo es de 1.060 y el espesor medio de 2.200. En general

no existe diferencia esencial de estructura interna entre ambos sectores continentales: a pesar de ser tan diversa la topografía, bajo este otro aspecto de las velocidades de transmisión de ondas sísmicas refractadas, los resultados son muy semejantes.

En cuanto a la actividad microsísmica en la citada estación de la base Halley, el factor local preponderante son los fuertes vientos y su natural efecto en la barrera helada que se le opone; durante el largo invierno la formación de esta clase de ondas está amortiguada sobre el mar por la enorme extensión del banco polar, y se acentúa (al revés de lo que ocurre en otras partes) en la estación estival, de diciembre a febrero. En la base Scott se suelen registrar dos clases de tempestades microsísmicas: la de 1,0-3,5 segundos y la de 4,0-10,0; los de invierno tienen prevalentemente de 6,0 a 10,0 y los de verano son de período más corto, pero de mayor amplitud, cercana a los siete micrones; como su transmisión está supeditada al medio que atraviesan, de naturaleza bastante uniforme, cual es el hielo, hay bastante uniformidad y diríase que los mismos períodos vienen ya seleccionados por este factor; su causa primera parece ser la mar gruesa a distancias relativamente grandes de la costa en aquellas aguas siempre agitados por los ciclones periféricos, cuyos efectos llegan hasta el mar de Ross, y por tanto la génesis de esos microsismos está combinada con su paso por los hielos gruesos procedentes de los glaciares; esta teoría queda confirmada parcialmente por la correspondencia y relación de 1:0,5 entre los períodos de las ondas marinas y las microsísmicas.

En las regiones próximas al continente y que tienen con él suficiente relación geológica, se encuentran casi todos los volcanes de que se tiene noticia; porque además del Erebus es fácil que haya otros extinguidos ocultos bajo el hielo. En total hay 13 de actividad diversa: siete con erupciones históricas, tres en fase de solfatara o fumarola, y en tres islas se han encontrado señales de campos de esta última clase de fenómenos volcánicos no pertenecientes a cono alguno bien definido. Once de ellos están concentrados en el Arco de Escocia, que se extiende desde el extremo meridional de Sudamérica a través de las islas Sandwich y Shetland del Sur, hasta la tierra de Graham en la misma Antártida; dos pertenecen al sistema de falla de la tierra Victoria y las islas Balleny; recientemente se descubrió al S. del monte Weaver, cerca del polo, un volcán extinguido, medio invisible por la erosión, identificado por los basaltos de olivina, turbas amarillas y brechas de turba.

DATAACIONES

Pese a la intrínseca dificultad de estudiar la cronología antártica por los métodos directos de análisis de rocas en su mayor parte inaccesibles, abun-

dan los resultados de esta clase de investigaciones aprovechando las escasas circunstancias favorables de terrenos que afloran sobre los hielos o en las costas. Entre los de carácter general son notables las 120 dataciones realizadas por Krylov y su equipo de técnicos rusos; se han determinado así no menos de ocho ciclos tectomagnéticos e intrusivos con fechas escalonadas entre los 20 y los 1.500 millones de años, distribuidos de este modo: 20, 165, 335, 460, 585, 735, 1.090 y 1.440; otro período semejante ha obtenido el equipo de la Sociedad Geológica de Bélgica por el método K-Ar desde los 20 a los 1.800 millones de años. Hasta hace poco se consideraba a la Antártida como un escudo precámbrico flanqueado por un cinturón circumpacífico de orogénesis mesozoica y cenozoica; ahora parece más bien que hubo entre ellos otro de orogénesis paleozoica, más favorable a la conocida teoría de Du Toit relacionada con la deriva continental. Otras dos dataciones de granitos en la tierra Adelia han dado por el procedimiento Rb-Sr una antigüedad de 1.543 y 1.530 millones, más de lo obtenido en Mirny para las tierras de la Reina Maud y Victoria, de donde se deduce que hay en ese borde antártico algo del núcleo precámbrico no influenciado por orogénesis posteriores.

Por lo menos cuatro glaciaciones principales durante el Cuaternario se han podido comprobar en la región del estrecho de Mc Murdo; dataciones de C 14 en algas secas o estanques drenados y sepultados, indican una antigüedad mínima de 6.000 años para el último avance de los hielos. Por otra parte, 35 nuevas dataciones de K-Ar en rocas ígneas y metamórficas en varias partes de la región oriental, confirman apreciaciones anteriores de un ciclo tectónico durante el Paleozoico primitivo. Por el mismo método se han analizado rocas de gneis y dioritas procedentes de las islas Windmill, en la costa de Budd, y las cifras oscilan entre los 950 y los 1.120 millones de años, comprobadas independientemente en uno de los gneis por Sr-Rb; tales datos indican un período de orogenia de alto grado de metamorfismo, contemporáneo con la orogénesis de Grenville al E. de Norteamérica.

Durante el máximo de la invasión de los hielos correspondiente a la última glaciación entre los diez y los treinta mil años, el mar de Ross estaba lleno de estos hielos, de modo que los pingüinos colonizaron por entonces esa porción de costa; para la edad de uno de estos animales que se halló helados en la base de un depósito de restos orgánicos en el cabo de Hallet, el C 14 dio 1.120 ± 70 , y aquel criadero estuvo probablemente frecuentado por pingüinos de la especie Adelia entre los años 400 y 700 de nuestra era, durante un período de clima relativamente templado, y no hay señales de que hubiera sido abandonado entre los años 1.600 y 1.750, en que hubo un fuerte recrudecimiento del frío en el Norte.

Las rocas y minerales diversos de todo el continente pueden clasificarse en dos grupos cronológicos: de unos 500 millones de años en la costa

oriental de la bahía de Lützen-Holm con toda la región de Mirny hasta la porción occidental del estrecho de Mc Murdo, y de 900 a 1.100, hacia la parte de costa de Knox y Budd; la máxima edad del granito corresponde al del oasis de Langenesset con 1.525, y el último episodio metamórfico en la tierra de la Reina Maud, determinado por Rb-Sr en biotitas y otras rocas ígneas, es de 475; en las metamórficas, analizadas en 12 dataciones, admitiendo un semiperíodo de 50.000 millones para el Rb-Sr, los valores oscilan entre los 455 y los 506. Resultados semejantes (425 a 524) de rocas procedentes de la región de Mc Murdo sugieren la posibilidad de dos períodos de actividad metamórfica: uno al final del Cámbrico y principios del Ordovicense (510 ± 25) y otro al final de este último y principios del Silúrico (440 ± 25). En total, las dataciones realizadas en diversos territorios de este sector entre los 450 y los 550 millones de años, se elevan a fin de 1963 a 65.

Una clase especial de dataciones de gran interés para reconstruir la historia de este continente es la técnica isotópica aplicada al mismo hielo. La mayor parte de las moléculas de vapor de agua atmosférico están formadas por oxígeno 16 e hidrógeno 1 normales; pero no falta una proporción moderada de oxígeno 18 e hidrógeno 2 (deuterio); cuando se forma el hielo por precipitación en las nubes, las moléculas pesadas tienden a helarse antes, y al enfriarse la nube, por ejemplo, cuando asciende por la ladera de una montaña, la concentración de esos isótopos pesados tiende a disminuir; de aquí la variación del contenido isotópico con los diferentes factores de latitud, cambio estacional, etc. Tales comprobaciones han servido de mucho para el estudio cronológico de Groenlandia en hielo antiguo de hace unos 800 años a 300 metros de profundidad, donde ya se han borrado las huellas de otros tipos de estratificación; de aquí la ventaja de esta nueva técnica que permite retroceder hasta el millar de años, utilizando este tipo de hielo a temperatura «fósil» como valioso indicador; el sistema tiene sus dificultades, que se espera vencer en la Antártida (hasta ahora solamente en Groenlandia ha sido aplicado): la principal de ellas es que no suministra sino un valor relativo, pues la formación del hielo no representa más que un aspecto parcial del proceso evaporación-precipitación en condiciones climatológicas diferentes de las actuales. Más provechoso parece el método del C 14 aplicado a las burbujas de CO₂ incluidas en la masa helada; hacen falta varias toneladas de hielo para cada datación, de las que ya se hicieron en el Norte, con fechas máximas obtenidas del orden de 3.100 años, con un error por exceso o defecto de 150; la temperatura a que fue depositado fue en Groenlandia de $-30,6^{\circ}$ C, cual se encuentra actualmente a unos 460 Km. de la costa. Se ha anunciado el comienzo de esta clase de análisis en la Antártida, pero aún (1964) no se han

publicado los resultados; incluso se habla de trasladar a este continente los instrumentos de perforación empleados con éxito en los hielos groenlandeses.

EL CASQUETE POLAR

La investigación de la enorme masa que gravita sobre el suelo antártico, a fin de someterla adecuadamente a número, peso y medida, es el problema fundamental, cuya solución es al mismo tiempo la clave de otros muchos; pero si en un principio se creyó relativamente fácil de resolver mediante la prospección sísmica principalmente, la experiencia posterior ha demostrado que implica serias dificultades en cuanto a la exactitud de los resultados; la reflexión de estas ondas no se puede registrar por razones obvias en el mismo lugar de la explosión, sino algo lejos de él; el suelo reflector no siempre es horizontal, y por tanto llegan en ángulo variable y algo incierto de determinar; las mismas clases de ondas son también diversas, ya que la masa sólida transmite casi todas las que ocurren en los sismogramas por vía terrestre cortical, y como ellos la complicación de la gráfica es considerable.

A esto se añade la densidad también variable de la nieve en las capas superficiales; en la mayor parte del continente la temperatura ambiente no se eleva lo bastante para fundir en verano la que cae durante el invierno, sino que paulatinamente se va endureciendo en esa fase llamada *névé* o *firn* hasta llegar a un estado sólido a cierta profundidad: su densidad es de 0.3 a 0.4 arriba y entre los 50 ó 100 metros ya es de 0.82; la presión reduce cada vez más su primera consistencia porosa y ya se puede técnicamente llamar hielo. Aún contiene algunas burbujas menores, y a los 150 metros o más, adquiere por fin los caracteres de hielo legítimo y puro; en general este crecimiento en densidad es más rápido cuando más cerca se halla de la costa.

La velocidad de las ondas sísmicas es aproximadamente proporcional a la densidad, y ésta sólo es conocida, por lo dicho, con alguna incertidumbre en cada caso; de suerte que el resultado de cada exploración sísmica viene a ser una ecuación con varias incógnitas, claro está que multiplicando las explosiones y las estaciones registradoras se lograría eliminarlas, pero a un costo prohibitivo y no siempre con la necesaria seguridad; la principal razón de ello es que la trayectoria de cada onda se curva naturalmente al pasar por medios de densidad variable, y hasta ocurre que los sondeos por reflexión se convierten a distancias relativamente pequeñas en sondeos por refracción, porque esta segunda clase de ondas llegan al sismógrafo antes de las primeras, y desde luego sin haber llegado al fondo ni traer por consiguiente el dato requerido de su profundidad. Añá-

dase a ello lo dicho sobre el molesto ruido de fondo microsísmico, de amplitud frecuentemente mucho mayor que el de las ondas de la explosión, y ello precisamente durante el verano antártico, como queda indicado más arriba, que es cuando las expediciones suelen y pueden hacerse allí, y se tendrá idea de los obstáculos técnicos de tales observaciones.

Se ha logrado sin duda superarlos en gran parte, pero nunca del todo; ese hielo blando absorbe mucha energía, que no es siempre dado aumentar desmedidamente en esos terremotos artificiales, y por otra parte el registro es tanto más útil cuanto mayor sea la distancia al foco; si la mayor parte del camino recorrido lo es a través de hielo profundo y por consiguiente de densidad uniforme y conocida, con un poco de suerte respecto de la perturbación microsísmica, se han obtenido resultados aceptables y con ellos a la vista se han suplido los defectos de gráficas dudosas. Uno de los factores decisivos es la temperatura, unas veces medida y otras calculada, de las capas conductoras más someras hasta el primer centenar de metros; tales cambios originan lo que podríamos llamar microsismos internos; es decir, sacudidas probablemente debidas al colapso gravitacional de esas capas, con el consiguiente desarrollo de energía traducido asimismo en ondas superficiales.

El autor de la reseña que aquí estamos resumiendo (11) habla por experiencia propia al enfrentarse con este problema, y concluye que son de fiar las cifras logradas en parajes de altitud inferior a los 2.000 metros, correspondientes a la periferia del continente hasta unos 200 Km. hacia el interior, así como también para casi toda la Antártida Menor; en el resto se ha adoptado la medida, aunque laboriosa y costosa, de provocar las explosiones a unos 30-60 metros de profundidad, reduciendo así mucho los inconvenientes citados.

Complemento de los sondeos sísmicos suelen ser los gravimétricos y magnéticos, estos últimos más fáciles y rápidos de practicar con instrumentos aerotransportados; los gravímetros de precisión, por su parte, en el caso de uniformidad del lecho de roca subyacente, son capaces de apreciar diferencias de menos de 15 metros en el espesor del hielo, lo que corresponde a cambios del valor de la gravedad del orden de uno por un millón; claro está que la ambigüedad subsistiría con sólo una diferencia de nivel del suelo de unos tres metros, que originaría esa misma diferencia en el registro; pero no es difícil multiplicar esta clase de observaciones entre límites muy reducidos, lo que basta para asegurar los resultados en la mayoría de los casos. Otra causa de error es el posible cambio de densidad de las rocas, por ejemplo, cuando impensadamente sucede a un lecho macizo de roca dura un terreno formado por morrenas, tan frecuentes en los glaciares actuales o antiguos.

Veamos ahora algunos resultados numéricos de exploraciones parciales.

El mar de Ross, al que confluyen los principales glaciares con salida al océano represada por la configuración del terreno, que lo convierte en un gran golfo, tiene un espesor comprendido entre los 700 metros al SE. y 250 cerca del borde exterior, a diferencia del mar libre estacionalmente helado, que por la acción de las aguas reguladoras suele ser de pocos metros nada más; al comienzo de su curso el hielo está sometido a fuertes tensiones horizontales, que explican tal variación gradual de espesor a lo largo y ancho de una superficie de 507.640 kilómetros cuadrados: los valores extremos del espesor van aquí desde algo menos de 100 hasta más de 400 m. En algunos parajes este banco está anclado en protuberancias rocosas del fondo, tales como la llamada isla de Roosevelt; cuando la corriente glaciar se vuelve a unir, pasado este obstáculo, la compresión horizontal origina anticlinales de tensión, cuyos ejes aparecen cortados por grietas torsionales, a semejanza de lo que ocurre con los estratos de tierra firme: la analogía es útil para la observación y explicación de esta clase de procesos.

La comparación de datos sísmicos y gravimétricos suscita la cuestión de si esta gran masa de hielo está o no isostáticamente compensada: así parecen comprobarlo los perfiles explorados desde Little America hasta Pionerskaya, a través de las bases de Byrd y Mirny; y el hecho de que el zócalo continental sea en la Antártida 200 Km. más profundo que el de otros continentes, coincide con el valor medio del espesor de hielo, de 600 a 700 metros, a partir de la costa hasta adentrarse unos 50-70 kilómetros en el continente.

Los máximos absolutos de este espesor obtenidos en diversas travesías, son los siguientes: al W. de la tierra de la Reina Maud (Gran Bretaña, Suecia y Noruega), 2.450 metros; a los 70° S. y 32° E. (Australia), 2.700; durante la famosa expedición de Fuchs (Gran Bretaña y Nueva Zelanda) hasta el polo, 2.490; de Mirny al polo de la inaccesibilidad (URSS), 4.060; en la base de Byrd 3.000; desde la de Dumont d'Urville (Francia) hasta la de Charcot, 2.800; ya se sabía por los sondeos de Fuchs que la capa de hielo crecía desde el mar de Weddell hasta el polo geográfico y desde éste se iba reduciendo hasta el mar de Ross, y ahora los rusos han comprobado que el suelo de roca va también subiendo hacia el polo de la inaccesibilidad hasta alcanzar la cota máxima de 2.950 metros (760 sobre el nivel del mar). La velocidad de las ondas P, debida a la diferente densidad del hielo según la profundidad, crece entre la base Syowa y los montes Yamato más aprisa que desde el mar de Ross hasta la tierra de la Reina Maud; además se han descubierto a lo largo de este perfil sísmico de 270 kilómetros tres valles profundos (1.600-2.000 m.) en la misma roca, probable origen del glaciar Shivase, entre los 42° E.-70,5° S. y los 36° E.-71,2° S.

Ahora la cuestión más interesante es sin duda la integración global de todos los resultados de varios años de investigación en orden a valorar exactamente la cantidad de hielo que gravita sobre el casquete polar: las cifras se han hecho paradójicamente más dudosas a medida que se han ido completan-

do las exploraciones: los treinta o más millones de toneladas admitidas hace un par de años, las reducen algunos a poco más de veinte, y el espesor medio de los 11,5 millones de kilómetros cuadrados ha de quedar forzosamente en unos dos mil probables.

LOS GLACIARES

El gran banco helado del mar de Ross es el mayor de todos los conocidos y a él confluyen los más importantes glaciares, cuya aportación ha sido medida recientemente; una línea de jalones se estableció a lo ancho de los siete principales: cada uno de aquellos consistía en un tubo de aluminio de 10 cm. de diámetro y tres metros de longitud, un tercio de la cual se hincaba sólidamente en el hielo y una banderita señalaba su posición; fue tan difícil la operación, que en algunos parajes de mayor desnivel exigió arriesgadas maniobras de los técnicos, ayudados por helicópteros; aunque a veces las enormes grietas y otros accidentes servían ellos mismos de señal suficientemente clara para obtener las medidas topográficas, desde luego siempre laboriosas, y que periódicamente se iban repitiendo para comprobar los movimientos del hielo. A la triangulación ordinaria se añadía frecuentemente otra adicional, ventajosamente facilitada desde aviones, como se hizo sobre todo con el glaciar de Byrd, el mayor de todos.

Es de notar ante todo que aquí como en casos arriba mencionados, el espesor es un dato probable, pero nunca conocido con certeza, por lo cual los resultados están expresados generalmente en medidas superficiales; así en el glaciar de Byrd la contribución anual es de 19 kilómetros cuadrados, equivalente a la suma de todos los demás que desembocan en el mar de Ross. Con ser tal su importancia, apenas era conocido ni recibió su nombre hasta 1960, mientras que otros ya figuraban en los mapas hace medio siglo; asimismo, aunque algunas corrientes heladas le superan en velocidad, entre los glaciares de valle es el más rápido de todos, apenas superado por alguno de Groenlandia; su cuenca de drenaje viene desde varios centenares de kilómetros tierra adentro, y en su comparación sus compañeros son bastante reducidos y sólo añaden juntos algo menos de la aportación de Byrd.

La porción flotante del de Skelton en la tierra Victoria, parece moverse como un bloque sólido a velocidad constante de 88,7 m./año y la variación de espesor durante su curso es del orden de 20 m./Km. En la parte oriental del Filchner este flujo es más rápido y la pérdida en la región frontal excede a la actual acumulación y aportación continental; medidas practicadas durante dieciocho meses indican que la región comprendida entre el borde de la barrera y los primeros 15 Km. del de Ross tienen un espesor medio de

250 metros con decremento progresivo de 3-4 m./Km. hacia la barrera. Combinando las medidas de variación anual de espesor debidas a la acumulación, desplazamiento, fusión en el fondo, cambios de temperatura estacionales en la superficie y demás factores, se ha confirmado que pierde en potencia la capa de hielo a razón de 1.08 m./Km., lo que corresponde a una elevación de la porción flotante de unos 18 cm. Otras medidas semejantes se han hecho en las demás regiones.

Los puntos de referencia más sencillos son los nunatacs o picos rocosos que asoman en el campo de hielo, junto a los cuales, como si hicieran oficio de frenos, la velocidad suele reducirse y casi hacerse uniforme, de 15 metros por kilómetro; la mínima ocurre naturalmente a lo largo de llanuras dilatadas horizontales, de sólo 7, donde la ablación es menor. En la tierra Adelia, el glaciar Astrolabio desde hace varios años se mueve a razón de 90-150 cm./día, sin variación estacional sensible; teniendo en cuenta la probable fusión inferior y superficial, su flujo hacia el mar resulta ser de 20.000 toneladas por metro y año: hay allí exceso de acumulación sobre el flujo y a pesar de ello ha habido recesión desde el borde hacia adentro, de tres kilómetros por siglo desde que se descubrió esta costa en 1840, bastando para explicarlo una ablación de 40 cm./año. En la Antártida oriental, donde el espesor total alcanza fácilmente los 3.000 m., el flujo suele ser muy rápido, de casi un kilómetro por año y la ablación en el suelo rocoso de cinco centímetros por año, como el de un río a través de un llano.

Estos y otros muchos resultados numéricos, tan difíciles de sintetizar y promediar como los relativos a la cantidad actual de hielo, conduce lógicamente a plantear un problema semejante para el futuro: ¿está creciendo o disminuyendo el casquete polar del Sur? Teóricamente la solución es sencilla, pues depende de dos clases de datos correlativos: la aportación pluvial y la descarga en el mar; la primera se conoce con alguna aproximación, aunque una parte de ella sea arrastrada al océano y algo se evapore, si bien la mayor parte se almacena en forma de nieve con un espesor de 10 a 20 centímetros, correspondiente a uno o dos billones de toneladas anuales. Por otra parte, las líneas de nivel que ya aparecen relativamente correctas en los mapas antárticos, revelan un declive hacia el mar casi por todos lados; aunque estuvieran explorados y medidos todos los glaciares, cosa todavía lejana, hay formas de pérdidas, cual es, por ejemplo, el desprendimiento de grandes bancos de hielo de la costa que se incorporan al banco flotante general. Las últimas cifras propuestas oscilan entre una ganancia anual de 1,32 billones de toneladas a una pérdida de 0,41; tal diferencia equivale a hacer oscilar la cantidad de precipitación almacenada entre 13 cm. anuales por exceso o defecto, siendo así lo que lo calculado al presente se estima entre los 30 y los 60 de nieve caída: margen, como se ve, sumamente amplio, donde caben sobradamente los 13 citados, y conviene recordar que en el mejor

de los casos el error de apreciación del espesor por vía sísmica es por lo menos de cinco a diez metros.

No faltan procedimientos indirectos con que obviar este inconveniente: teóricamente bastaría medir el aumento observado en los océanos, sabiendo que la mayor parte de los glaciares *responsables de ello* son los antárticos (se calcula que casi el 90 por 100); pero nuevamente aparecen motivos de duda respecto de las palabras que se acaban de subrayar: hay otros factores poco explorados, entre ellos los orogénicos y volcánicos o sísmicos actuales, capaces de levantar considerablemente el fondo del mar, lo que explicaría el crecimiento de nivel que de hecho se ha venido observando desde principios de este siglo, en que tales medidas han sido de más precisión. Respecto de los mismos glaciares antárticos, no bastan los cálculos ordinarios ya citados para entender todo su mecanismo de carga y descarga: el factor térmico combinado con la presión sobre sus cauces, y el hecho de que su curso no siempre es regular, sino que a veces se produce una especie de oleaje (surge) o avalanchas exteriormente imprevisibles, desconcierta a los glaciólogos.

Otro método indirecto de conocer este proceso consiste en la observación estadística de los hielos flotantes, que como queda dicho, se extienden hasta latitudes bastante bajas en el hemisferio Sur. Como resultado de ello (7) se ha obtenido la cifra de $0,85 \pm 0,46 \cdot 10^{14}$ gramos/Km./año como valor de flujo medio de masa en la periferia antártica, con un espesor medio de este hielo de 350 ± 175 , correspondiente a un movimiento del orden de 285 ± 155 m./por año. Pero es de notar, particularmente por las medidas hechas entre los 7° y los 92° de longitud W., que semejante aportación no es cronológicamente uniforme, sino que se ha observado una periodicidad sistemática; por ejemplo, de largo plazo, de 1923 a 1932 (las observaciones abarcan sesenta y dos años), y otras menores superpuestas, cuatrienales: éstas se han relacionado fácilmente con células ciclónicas persistentes sobre el mar de Weddell, con superabundancia de precipitación helada; las más prolongadas, con bajas temperaturas de las capas atmosféricas que se hicieron sentir, aunque con menor intensidad, hasta más arriba de la Convergencia Antártica.

GEOTECTÓNICA

La estructura cortical bajo el continente antártico, pese a algunas divergencias que a continuación se harán notar, es algo relativamente más fácil de determinar que los pormenores topográficos o la distribución de los hielos sobre ellos, ya que por ser rasgos más generales, suele bastar un conocimiento adecuado de lo que ocurre en un sitio para deducir fundamentalmente lo que sucederá en otro; por la misma razón los procedimien-

tos aplicables a un territorio en gran escala, son válidos para una extrapolación prudente.

Hay circunstancias favorables que permiten obtener resultados muy concretos y pormenorizados, como, por ejemplo, en el glaciar de Robert Scott, junto a la cordillera de la Reina Maud, se ha podido describir una sucesión de areniscas, pizarras y carbón correspondiente al Paleozoico posterior, y en las montañas de Ellsworth un notable plegamiento de 12 kilómetros de roca sedimentaria con moderado metamorfismo y de composición principalmente elástica, aunque con gruesas capas carbónicas en la base. Han aparecido oportunamente antiguas playas levantadas, que hoy se hallan a 100 metros sobre el nivel del mar, lo que indica claramente que en tiempos pasados el aplastamiento del terreno bajo la masa de hielo fue todavía mayor que en la actualidad. Y en el fondo del océano cercano a la costa se ha comprobado la presencia de una serie de crestas en sentido circular que la rodea desde una distancia de 18° de meridiano: abultamiento por el que se manifestó la compensación y desplazamiento plástico de los materiales del manto bajo el continente oprimido.

Desgraciadamente, el procedimiento más eficaz para reconstruir la disposición cortical, cual es la refracción sísmica, requiere, como se indicó más arriba, un despliegue logístico capaz de arruinar los más generosos presupuestos; para un registro eficaz, el instrumento ha de instalarse a una distancia horizontal tres o cuatro veces mayor que la vertical sondeada, lo que exige a un tiempo largos recorridos y aparatos suficientemente potentes y sensibles; y cuando se trata de estratos superpuestos, si están en declive fácilmente falsean los datos registrados, y eso puede ocurrir en las capas corticales, sin posibilidad de deducirlo exteriormente en aquella región. Por estas y otras causas fácilmente comprensibles, hasta ahora no se han hecho sino poco más de una docena de tales operaciones de importancia, relativas a la tectónica cortical.

Desde la cordillera Sentinel, en la porción occidental, hasta la Tierra Victoria en la oriental se ha logrado penetrar varios kilómetros hacia dentro y se han identificado por sus velocidades de transmisión sísmica, con suficiente seguridad, los diversos materiales que forman la corteza antártica, admitiendo a partir del hielo, la siguiente correspondencia entre velocidades y estructuras geológicas:

2,2 Km./s.	=	sedimentos no consolidados, marinos o de los glaciares.
4,2-4,5	»	= rocas consolidadas.
5,2-5,5	»	= metasedimentos de rocas cristalinas.
5,7-6,1	»	= roca cortical de granito.
6,3-6,5	»	= » » diorítica.
6,8	»	= ¿basalto?

El espesor cortical hasta la discontinuidad de Mohorovicic en algunos sitios se ha determinado con mucha precisión (5); en otros con menos, y por sistemas ya clásicos en sismología, analizando las ondas Rayleigh y Love al registrar terremotos lejanos. Siempre aparece la sistemática diferencia entre la Antártida Mayor y Menor, con unos 50 Kg. para la primera y 30 para la segunda, que en algunas circunstancias oscilan en varios kilómetros; en las cercanías de las costas a veces la diferencia está mucho más marcada, como, por ejemplo, entre Mirny y Komsomolskaya, en que llega a 10 kilómetros (30 y 40, respectivamente). La compensación isostática, que también ponen de manifiesto las medidas gravimétricas y magnéticas (1), viene a veces a completar el cuadro; y si, como parece, en la Antártida comenzó la primera glaciación hacia la mitad de la era Terciaria, se hubo de llegar a dicha compensación en unos 20 millones de años nada más, y probablemente en menos. En cuanto al espesor cortical bajo aguas antárticas, las cifras obtenidas son normales: entre cinco y diez kilómetros.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BEHREND, J. C.: *Aeromagnetic studies in West Antarctica*. «Proc. AGU», v. 44, número 3, págs. 792-797, septiembre, 1963.
- (2) BEVRLY, P.: *Research on the Antarctic*. «Science», v. 140, núm. 3.566, págs. 474-475, mayo, 1963.
- (3) CRAVY, A. P.: *The Antarctic*. «Sc. Am.», v. 207, núm. 3, págs. 60-63, septiembre, 1962.
- (4) — — et al.: *US Antarct. Res. Progr.: Summer 1962-1963*. «Proc. AGU», v. 44, núm. 3, págs. 827-838, septiembre, 1963.
- (5) DEWART, G. y TORSÖZ, M. N.: *Crustal structure in East Antarctica*. *Ibid.*, v. 45, número 1, pág. 94, marzo, 1964.
- (6) KORT, V.: *The Antarctic Ocean*. «Sc. Am.», 207, núm. 3, págs. 113-131, septiembre, 1962.
- (7) MIRSKY, A.: *Polar Geology*. «Science», v. 143, núm. 3.611, págs. 1196-1197, marzo, 1964.
- (8) NOUGER, J.: *L'archipel Kerguelen*. «La Nature», núm. 3.340, págs. 313-321, agosto 1963.
- (9) OSTAPOFF, F.: *Antarctic Oceanography*. «Proc. AGU», v. 44, núm. 2, págs. 479-485, junio 1963.
- (10) REBEYROL, Y.: *L'Antarctique*. «La Nature», núm. 3.339, págs. 273-279, julio 1963.
- (11) SWITHINBANK, C. W.: *Ice movements of glaciers*. «Science», v. 141, núm. 3.580, páginas 523-524, agosto 1963.

Recibido 3-VI-1964.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS

FERTILIZANTES NITROGENADOS

La producción mundial de abonos nitrogenados en 1963-64 ha aumentado en un 12 por 100, totalizando 12,5 millones de toneladas de nitrógeno puro, frente a 13,5 millones de toneladas en 1962-63. El consumo ha excedido ligeramente a la cifra de producción y la confiada actitud de las empresas productoras sobre una intensificación del volumen de pedidos se ha reflejado en el aumento de los stocks. Los incrementos de la producción han sido los siguientes:

	Incremento %	Millones de toneladas N
Países industriales	8,5	10,45
Países de Europa Oriental	19,6	2,72
Países subdesarrollados	23,0	2,03

El aumento de la capacidad productora estimada para el periodo considerado hará posible el mantenimiento del equilibrio logrado recientemente, después de varios años de predominio de la oferta.

FOSFATOS MINERALES

En la primera mitad del año 1964 la demanda de fosfatos minerales se ha incrementado extraordinariamente. Las exportaciones han crecido en un 19,6 por 100, frente a las efectuadas en igual periodo del año anterior, situándose en 25,5 millones de toneladas.

El aumento del 10 por 100 en los precios del fosfato mineral introducido el primero de julio por la mayoría de los países suministradores afectó a la mayoría de los compradores, aunque en algunos casos el nuevo precio no entrará en vigor hasta la expiración de los contratos existentes. A pesar de que las presiones de la demanda han disminuido ligeramente, los precios se mantienen firmes.

MINERAL DE HIERRO

La Alta Autoridad de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero ha decidido conceder los siguientes cupos de importación a un reducido arancel de 5 por 100 para mineral de hierro procedente de países no miembros:

Alemania Occidental	71.000 toneladas
Bélgica y Luxemburgo	25.000 "
Francia	10.000 "
Italia	161.000 "
Países Bajos	10.000 "

La Alta Autoridad ha informado a los países concesionarios de dichos cupos, que no deben discriminar entre los Estados no miembros vendedores de mineral.

La decisión de la Alta Autoridad ha sido tomada tras el acuerdo del Consejo de Ministros el mes de febrero de 1964, de imponer un gravamen específico de siete dólares por tonelada sobre las importaciones de mineral de hierro procedentes de países no miembros.

COTIZACION DE METALES

M A T E R I A S	30-12-59	4-1-62	3-1-63	3-12-64	4-2-65
CINC					
Nueva York (centavos por libra)...	12,50	12,50	11,50	14,50	14,50
Londres (£ por Tn.).....	95 1/4-95 1/2	71 3/8-71 1/2	67-67 1/8	130 1/2-131	118-118 1/4
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra) . .	28,10	26,—	22,50	24,50	24,50
Londres (£ por Tn.).....	187	186	180,—	196,—	196,—
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramo)	212-214	191-193	186-189	480-500	485-495
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.).	72	59	61,50	140,—	170.—
VOLFRAMIO					
Londres (£ por Tn.).....	147-152	104-107 1/2	63-69	169-174	190-200
PETROLEO					
Nueva York (£ por barril). East Texas, crudo, en pozo....	3,05-3,25	3,05-3,25	3,10	3-3,10	3-3,10
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra)...	98,75	120,62	113,12	171,—	159,75
COBRE					
Nueva York (centavos por libra). Electrolítico.....	26	31	28,50	64,50	44,50
Londres (£ por Tn.).....	256 1/2-257 1/2	229 1/2-229 3/4	234-234 1/4	502-510	364-365
PLOMO					
Nueva York (centavos por libra)...	12	10,25	10,—	15,—	15-16
Londres (£ por Tn.).....	74 1/4-72 1/2	59 1/4-59 3/8	54-54 1/4	141-142	133 1/2-133 1/2

PRODUCCION DE PETROLEO EN ANGOLA

En los dos años últimos aumentó notablemente la producción de petróleo en Angola. En 1963 fue de 800.000 toneladas, o sea, el décuplo de la de 1961; pero, no obstante, no cubrió las necesidades angolanas de este combustible, por lo que fue necesario importar petróleo del Congo ex belga. Con sus 28 pozos en explotación, cuya capacidad total de producción asciende a 1,2 a 1,5 millones de toneladas anuales de crudos, Angola ocupa el tercer lugar en este aspecto en el continente africano, detrás de Argelia (23 mill. t.) y Libia (18 mill.), y seguida de Nigeria (1 mill. t.) como cuarto país productor.

PRODUCCION ESPAÑOLA DE CARBON EN 1964

En 1964 el carbón extraído en España alcanzó la cifra de 14.469.200 toneladas, producción más pequeña que en 1963, que fue de 15.385.400 toneladas. El Plan de Desarrollo establecía para el año 1964 la cantidad de 18,5 millones de toneladas. Los sectores de consumo menor han sido principalmente los ferrocarriles, la navegación y el uso doméstico.

PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO

La producción mundial de acero (excluidas la Unión Soviética y la China comunista) alcanzará la cifra de 455 millones de toneladas en el año 1970, mientras que a finales de 1964 se han registrado 360 millones de toneladas, según informaciones de la C. E. C. A.

Según el citado estudio, el incremento en los próximos seis años será de un 4 por 100, a diferencia del período 1960-1964, en que ha sido de un 5,5 por 100, y del período 1956-1960, en que fue de un 5,6 por 100.

PRODUCCION DE MINERAL DE HIERRO

La producción de mineral de hierro en España durante 1964 ha sido un poco superior a 1963. El total ha sido de 5,2 millones de toneladas. Los meses de mayor producción fueron abril y septiembre, y el de menor, noviembre.

ECONOMIA

SAL COMUN

La Comisión del Mercado Común ha autorizado a la Unión Económica belgo-luxemburguesa para importar 160.000 toneladas de sal común con derecho nulo.

MEMORIA DE LA JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR

Recientemente ha visto la luz un interesante libro en el que se recogen las actividades de la Junta de Energía Nuclear durante el bienio 1962-1963. Por lo que respecta a los apartados de Geología y Minería, damos a continuación algunos datos que sirven para reflejar los trabajos llevados a cabo por esta División de la JEN.

— Las reservas españolas de uranio superaban el 31 de diciembre de 1963 las 6.000 toneladas.

— A finales de 1963 se encontraba completada la investigación geológica del Sector de Andújar, muy avanzada la del Sector de Ciudad Rodrigo y más retrasada la del de Cáceres.

— En el conjunto de todas las minas, pero principalmente en las del Sector de Andújar, se han arrancado y extraído 67.700 Tms. de mineral.

— En trabajos mineros de investigación y preparación se han hecho 4.800 metros lineales de labores.

MERCURIO

Las importaciones inglesas en los ocho primeros meses del año 1964 fueron de 4.300 frascos, es decir, el doble del año anterior en igual fecha. De este volumen, España ha suministrado 2.500, e Italia, nuestro más importante competidor, 1.700.

Los precios se mantienen con firmeza.

HULLAS COQUIZABLES

Ha quedado prorrogado nuevamente, hasta el 31 de diciembre de 1964, la suspensión del 90 por 100 de los derechos arancelarios aplicables a la importación de hullas coquizables con destino a la industria siderúrgica.

GRANOS DE ANTRACITA

Se ha prorrogado hasta el 5 de febrero de 1965 la suspensión total de los derechos establecidos el 31 de enero de 1963 para la importación de un contingente de 500.000 toneladas de granos de antracita.

ABONOS NITROGENADOS

A partir del 19 de noviembre de 1964 queda suspendida la aplicación de los derechos arancelarios a la importación de nitrato amónico, de sulfato amónico y de sulfonitrato amónico. El nivel actual de los precios exteriores en relación con los de la producción nacional aconsejan esta medida.

SUPRESION DE LOS DERECHOS COMPENSADORES PARA LOS ABONOS NITROGENADOS

A partir del 7 de octubre del presente año quedan suprimidos los derechos compensadores establecidos por decreto de 2 de junio de 1960 («B. O.» 86), a la importación de abonos nitrogenados. Los derechos compensadores ahora suprimidos consistían en un recargo específico de cuatrocientas veinte pesetas por tonelada métrica. La razón aducida para la supresión es la elevación del nivel de precios en el mercado internacional.

CARBÓN

La industria alemana del carbón ha anunciado el propósito de cerrar 36 minas que representan el 25 por 100 de la capacidad de producción de hulla. La minería del carbón de Alemania Occidental ha venido perdiendo terreno durante los últimos años en favor de otros combustibles, en especial el petróleo y el gas natural. Desde 1958 la producción de hulla ha disminuido anualmente en 41 millones de toneladas hasta llegar a la cifra actual de 142 millones de toneladas al año.

INVERSIONES EN MINERIA

El Decreto de 10 de diciembre («B. O. E.» 29-XII) admite una mayor colaboración del capital extranjero en la minería, habida cuenta del interés existente en modernizar este sector. Se declara libre la inversión de capitales extranjeros en la minería española, pero se prohíbe que la inversión o actividades sean realizadas por Estados o Gobiernos extranjeros.

COMPLEJO SIDERURGICO ITALIANO

Ha iniciado sus actividades en Tarento el cuarto gran complejo estatal siderúrgico creado en Italia, siendo los otros tres ya en funcionamiento los existentes en Cornigliano, Bagnoli y Piombino. Trabajarán en él 4.500 obreros, y en 1965 su capacidad de producción será de 2,5 millones de toneladas anuales de acero, la cual, elevando de dos a seis el número de altos hornos de que dispone el complejo, podrá incrementarse hasta seis millones de toneladas. Este complejo siderúrgico es uno de los que cuentan con una instalación más moderna y tiene un mayor rendimiento en el mundo.

TERCERA CENTRAL NUCLEAR EN ITALIA

Ha comenzado a funcionar en Trino Vercellese la tercera central nuclear italiana, denominada Enrico Fermi. Las otras dos se encuentran en Latina y Garellano. La nueva central, construida por la «Società Elettro-nucleare Italiana» con la colaboración de otras empresas italianas y norteamericanas, ha sido financiada con un préstamo de 34 millones de dólares (2.040 millones de pesetas) del Banco de Importación y Exportación de EE. UU., y su coste se ha elevado a 45.000 millones de liras. Su capacidad de producción de energía eléctrica es de 2.000 millones de kw/h anuales. Usará uranio enriquecido, y es la central mayor del mundo que utiliza este tipo de combustible.

LA DEMANDA DE URANIO

En la tercera conferencia atómica, celebrada en Ginebra, se ha expresado el temor de que no quede suficientemente atendida la demanda de uranio para 1980. Las reservas actuales de minerales de uranio, estimadas en 600.000 toneladas, no pueden garantizar que se logre satisfacer las necesidades de uranio hasta esa fecha. La producción mundial actual de 20.000 toneladas anuales es insuficiente para cubrir la demanda de este elemento, que se producirá con la entrada en funcionamiento de un gran número de centrales nucleares a

partir de 1970. Hacia 1975 se calcula que será de 30.000 toneladas por año, y en 1980, de 40.000 a 60.000 toneladas.

REACTOR EXPERIMENTAL EN ALEMANIA FEDERAL

La «Gesellschaft zur Verwirklichung von Atomkraftwerken von Baden-Württemberg» ha acordado construir en Obrigheim, orillas del Neckar, un reactor experimental de agua pesada de 282 megavatios. En la República Federal Alemana funcionan ya el reactor atómico experimental instalado en la central «RWE Bayernwerk», de 237 megavatios, y otro en Lingen, de 240.

CENTRAL MAREOMOTRIZ DE ST. MALO

Están a punto de terminarse las obras de construcción de la primera central mareomotriz del mundo, situada en la bahía de St. Malo (Francia). Mediante un dique oblicuo se habrá cerrado la desembocadura del río Rance, para poder utilizar el flujo y el reflujo de las mareas en la producción de energía. Las 24 turbinas instaladas en él producirán 240.000 kw de energía eléctrica. Las centrales mareomotrices sólo son rentables donde la amplitud de las mareas sea muy grande, situación que sólo se da en Europa en las costas de Gran Bretaña, Francia y Unión Soviética.

DEMANDA DE ENERGIA EN 1985

El presidente del Consejo de Administración de la «Standard Oil Company», de Nueva York, ha declarado que la demanda del mundo occidental para todas las formas de fuentes de energía será en 1985 doble que la de 1963. De ella, el petróleo y el gas natural cubrirán los dos tercios, en comparación con el 61 por 100 actual, y el consumo de estas dos fuentes de energía en 1985 será dos veces y media la de 1964.

GASEODUCTO EN EL PAKISTAN

El Banco Mundial ha concedido a la sociedad pakistani «Sui Northern Pipelines Ltd.» (SNPGL) un préstamo de 900 millones de pesetas para la construcción de un gaseoducto de 512 kilómetros, que transportará el gas natural de los yacimientos de la parte meridional y central de Pakistán occidental a la región norte, facilitando así el desarrollo industrial en ella y ahorrando una considerable cantidad de divisas invertidas actualmente en la importación de combustibles.

LAS RESERVAS MUNDIALES DE PETROLEO

Según un informe de la OCDE, las reservas mundiales de petróleo cuya existencia ha sido plenamente comprobada, durarán unos treinta y seis años al ritmo actual de consumo. El informe apunta que éste ha aumentado en proporciones equivalentes al incremento de las reservas detectadas, por lo que no es de esperar en un período de tiempo previsible una disminución que dé lugar a un estado de escasez de petróleo en el mercado mundial. El consumo mundial de petróleo ascendió de 1.000 millones de toneladas en 1952 a 1.200 en 1962, y el gas natural, de 430.000 millones m³ a 560.000 millones.

REPERCUSIONES DEL HUNDIMIENTO DE REOCIN

En el mercado de metales se acusa cierta inquietud respecto a la situación de los suministros de cinc. Hay una buena demanda por parte de los consumidores que no cuentan con existencias suficientes para cubrir sus necesidades y las disponibilidades se ven afectadas por la huelga de la Mount Isa y, sobre todo, por la situación de la Real Compañía Asturiana de Minas, a consecuencia del reciente hundimiento de la mina de Reocín. Si bien es cierto que la refinería de la ASARCO en Corpus Christi ha reanudado sus actividades una vez terminada la huelga, la situación del mercado es delicada.

SHELL AUMENTA SUS INVERSIONES EN VENEZUELA

El presidente de la Compañía Shell de Venezuela, C. C. Procock, ha manifestado en una conferencia de prensa que los gastos de la Compañía en explotación en Venezuela durante el presente año se elevarán a 326 millones de bolívares. Los gastos del año anterior fueron de 276 millones.

JAPON CONSTRUIRA UNA ACERERIA EN BRASIL

La Compañía Nippon Usiminas espera completar una acerería para sus proyectos conjuntos en Brasil, aproximadamente hacia el verano. El intento se realizará con seis meses de retraso, a causa de las dificultades financieras, que solamente se resolvieron la semana pasada. Tendrá una capacidad anual de 500.000 toneladas.

AUMENTA LA PRODUCCION DE COBRE EN CHILE

Las minas de cobre de Chile han producido un total de 527.561 toneladas durante el último año, en relación con las 507.430 toneladas en 1963, anuncia el Departamento del Cobre. La producción de diciembre fue de 50.849 toneladas, frente a las 47.155 toneladas de noviembre.

CONTROL JAPONES DE UNA MINA DE COBRE CANADIENSE

Un grupo empresarial japonés ejercerá control sobre una nueva compañía minera constituida para poner en explotación una mina de cobre en la costa noroeste de Vancouver. La nueva empresa llevará el nombre de Minoca Mines. La Compañía japonesa tendrá el 51 por 100 de los intereses de la Compañía e invertirá 950.000 dólares en el equipo de la sociedad minera. Se espera alcanzar una producción de 250 toneladas diarias, a partir del próximo mes de junio.

CRECEN LAS GANANCIAS DE LA UNITED STEEL CORPORATION

La United Steel Corporation ha aumentado sus ganancias durante 1964. En ese año ha obtenido 236.300.000 dólares, mientras que en 1963 obtuvo 203.500.000 dólares.

EL EJERCICIO DE CEPSA

En el pasado año, la CEPSA ha incrementado sus productos de explotación, desde 7.155 millones de pesetas hasta 7.554 millones. El movimiento de crudos y de refino ha pasado de 11,38 a 12,39 millones de toneladas.

CREDITO DEL EXPORT IMPORT BANK

El Export Import Bank, de Washington, ha concedido un crédito de veinticuatro millones y medio de dólares a la Unión Eléctrica Madrileña para la construcción de la primera central nuclear española, que será construida en Almonacid de Zorita (Guadalajara). Esta central abastecerá a Madrid y sus alrededores con mil millones de kilovatios-hora anuales. Se espera que entre en servicio a finales del verano de 1967.

SONDEOS DE AYOLUENGO

El ingeniero-jefe de Campsa, ha declarado que la explotación del pozo número 4 del campo petrolífero de La Lora será más productiva que la del primer pozo, ya que en los ensayos efectuados su rendimiento ha sido de 100 toneladas diarias, lo que supone más del doble que el Ayoluengo 1.

CONSIGNACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA ESTUDIOS EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR

La prensa española se ha hecho eco a mediados del pasado mes de enero de haberse otorgado por el Fondo Especial de las Naciones Unidas para el Desarrollo Económico, de una importante cantidad, concedida por primera vez a España, para realizar estudios de carácter hidrogeológico en el valle del río Guadalquivir, según un anteproyecto, del que es autor el Ingeniero de Minas, Director del Instituto Geológico y Minero de España, Antonio Almela Samper.

FRANCIA COMPRA URANIO EN CANADA

Francia proyecta comprar grandes cantidades de uranio al Canadá con destino a su programa de desarrollo nuclear, al mismo tiempo que espera ampliar sus propias minas de uranio en ese país.

Según fuentes industriales, el Comisariado francés de la Energía Atómica sería el beneficiario de los 100 millones de libras de uranio que Desinon Mine's Limited espera vender a clientes europeos en los próximos veinticinco años. Dicha venta se realizaría entre Desinon y la Furatom.

CANADA, PRINCIPAL EXPORTADOR DE MINERAL DE HIERRO

Según informaciones del Canadá Imperial Bank of Commerce, Canadá es actualmente el principal país exportador de mineral de hierro de todo el mundo. De todos modos, las

Compañías canadienses importan todavía más del 60 por 100 de sus suministros de mineral. Se espera la concesión de bajas tributarias al objeto de desarrollar las reservas de mineral de baja calidad.

ESPAÑA IMPORTA PLOMO

El aumento del consumo nacional de plomo, junto con una gran disminución de la producción del mismo (de 79.000 toneladas de plomo metal obtenido en 1961 se ha pasado a 57.000 toneladas en 1964), ha hecho que nuestro país, tradicional exportador de plomo, tenga que realizar en 1965 importaciones del orden de 18 a 20.000 toneladas de plomo extranjero para cubrir las necesidades interiores.

REUNION DE LA COMISION DEL CARBON DE LA O. I. T.

A finales de octubre de 1964 se reunió en Ginebra la Comisión del Carbón de la Organización Internacional del Trabajo. Los dos puntos técnicos examinados por la citada Comisión han sido la supresión del polvo en las minas de carbón y los efectos en las condiciones sociales de los adelantos tecnológicos. Al final de las reuniones se señalaron la necesidad de proseguir la lucha para suprimir el polvo en las minas, recurriendo para ello a todos los procesos de la técnica, así como al descender el volumen de mano de obra, aunque se eleven las producciones, se debe preparar a la mano de obra excedente para que actúe en otros puestos de trabajo.

PERFORACIONES PETROLIFERAS EN GERONA

Para este año se anuncian diversas perforaciones petrolíferas en la provincia de Gerona, especialmente en las zonas alta y baja de La Garrotxa, en las cercanías de Olot. La mayoría de estas perforaciones estaban concedidas desde hace mucho tiempo y no se realizaban por diversas causas, pero la aparición de gas en las que ahora se efectúan en Ridaura, ha animado a los concesionarios a realizar las perforaciones.

LA INDUSTRIA FRANCESA DEL CARBON

En el informe de la empresa nacionalizada «Carbonnages de France», correspondiente al año 1963, se señala que, después de una ininterrumpida expansión iniciada hace una década, la industria del carbón de aquel país, ha alcanzado su punto culminante en lo que se refiere a su volumen de producción.

La industria del carbón francesa cierra una época para iniciar otra bajo el signo del creciente aprovechamiento de este combustible como materia prima en los procesos químicos basados en las técnicas desarrolladas por Fischer y Bergius en Alemania durante el período que medió entre el estallido de la primera guerra mundial y el fin de la segunda.

La decisión del Gobierno francés de reducir la producción de carbón, cerrando, como ha ocurrido en Gran Bretaña, Holanda y Bélgica, las explotaciones poco rentables, data del año 1959, en el que la producción carbonífera total del país ascendía a 58,7 millones de toneladas. En los cinco años transcurridos desde entonces la producción creció hasta 1962 para disminuir luego, alcanzando en 1963 la cifra de 50,5 millones de toneladas. Estas cifras corresponden a las minas nacionalizadas, que producen el 85 por 100 del total de las de todo el país.

Las medidas se fueron adoptando escalonadamente y desembocaron en la reducción del 16 por 100 del personal obrero empleado en las explotaciones subterráneas, reducción que se ha visto compensada con un aumento del 21.5 por 100 en la productividad. De todos modos, aunque desde 1959 a 1963 el precio de venta de la tonelada de carbón pasó de 63.13 a 70.12 fr., la subida experimentada por el coste de la mano de obra en dichos cuatro años (33.7 %) determinó que los costos pasaran de 66.46 francos por tonelada a 84.77 francos, lo que para «Charbonnages de France» representó una pérdida de 14.65 francos por tonelada de carbón extraída. Ello ha desembocado en que «Charbonnages» haya cerrado el año con un déficit de 283 millones de francos, mientras que en 1962 se registró un superávit de 106 millones.

La solución es la mejora del tratamiento químico del carbón para sacar partido de su considerable valor como fuente de materias primas, y, concretamente, la de montar, en las regiones de Lorena y El Saar, una refinería para el tratamiento de los productos líquidos y gaseosos. Esta política exigirá, a la vez, según se señala en el informe, que el Gobierno autorice a «Charbonnages de France» a importar aquellos tipos de carbón extranjero más adecuados para algunos de estos procesos, ya que hasta la fecha dicha empresa tiene que limitar sus compras, según las disposiciones legales a carbones nacionales.

PLANES DE PRODUCCION PARA LA INDUSTRIA QUIMICA SOVIETICA

En el periodo comprendido entre los años 1959 y 1963 se construyeron 35 nuevas fábricas químicas —si bien el plan de desarrollo preveía la construcción de 140—, modernizándose o iniciando la elaboración de nuevos productos en otras 250 factorías. A este respecto se destacan las dedicadas a la producción de superfosfatos, fertilizantes nitrogenados, neumáticos y caucho sintético, situadas en las regiones del Cáucaso, Ucrania, los Urales, el Volga, Asia Central y Siberia.

El último plan de desarrollo (1964-1970) de la industria química, adoptado en diciembre de 1963 en la reunión plenaria del Comité Central del Partido Comunista, incluye la construcción de 200 fábricas químicas y la modernización de 500, para lo cual se han previsto unas inversiones que alcanzan la cifra de 25.000 millones de rublos. La producción química total al final del periodo considerado, si se llevan a cabo las realizaciones proyectadas, será de tres a tres veces y media la de 1963.

LA INDUSTRIA NORTEAMERICANA DEL PETROLEO

Las nuevas técnicas de extracción de petróleo, aplicadas a la explotación, hasta ahora no rentable, de yacimientos de pizarras bituminosas, tanto en los EE. UU. como en Venezuela, podría dar lugar a una profunda modificación de las actuales valoraciones de las reservas petrolíferas norteamericanas. Los cálculos realizados sobre las existentes en los yacimientos de arenas bituminosas de California, Kansas y Misouri cifran en 4.500 millones de toneladas la riqueza de éstos, cantidad que iguala a las actuales reservas comprobadas de petróleo susceptible de extracción con los métodos normalmente utilizados.

En Venezuela se calculan las reservas de petróleo de los esquistos bituminosos en una zona de la cuenca del Orinoco extremadamente rica, en 28.000 millones de toneladas, volumen del orden de diez veces al de las restantes reservas comprobadas en aquel país.

Las experiencias obtenidas en las perforaciones realizadas en la región del lago Athabasca

(Canadá, cuyas características geológicas son similares a las de la zona de los EE. UU. y Venezuela, han suscitado un gran interés por esta clase de explotaciones en varias grandes compañías petrolíferas norteamericanas. La futura explotación de los yacimientos bituminosos de Venezuela, por ejemplo, correrá a cargo principalmente de la Compañía «Shell», que recientemente ha firmado un contrato en este sentido con la «Compañía Venezolana del Petróleo» y el Ministerio de Minas e Hidrocarburos de aquel país, eliminando así los riesgos políticos consecutivos a la obtención de concesiones que en el pasado crearon dificultades a las firmas norteamericanas.

El Dr. Tugendhat estima que los Estados Unidos en un futuro no lejano, una vez comenzada eficazmente la explotación de las grandes reservas mencionadas, tendría la oportunidad de modificar el actual equilibrio en el mercado internacional del petróleo, anulando prácticamente sus importaciones, que realizan para economizar las propias reservas y recuperando a continuación el primer lugar entre los principales países exportadores del mundo.

LA INDUSTRIA SIDERURGICA FRANCESA (*)

En 1964, la producción de las fábricas de acero de Francia ha superado en unos dos millones de toneladas (12 por 100), a la de 1963, que fue del orden de los 17,5 millones, mientras que el incremento, con respecto a este último año, de los pedidos recibidos por la industria en el año actual, se calcula entre el 17 y el 19 por 100.

No sólo en 1964 los beneficios de la industria siderúrgica serán superiores a los obtenidos en 1963, sino que las perspectivas económicas, tanto a largo como a corto plazo, son francamente esperanzadoras. En el primer caso, gracias a la expansión industrial alemana, italiana y norteamericana y, en el segundo, a que de aquí a unos años se cosecharán los frutos de las grandes inversiones en instalaciones y maquinaria, para las que se ha contado con la ayuda del Gobierno.

Para poder consolidar esta situación francamente favorable, era preciso contar con la colaboración decidida de la industria privada y del Estado.

Es preciso ir a una mayor concentración y simplificación de las estructuras, con objeto de poder seguir compitiendo en los mercados internacionales, y desarrollar una intensa campaña de propaganda sobre los usos actuales y posibles del acero.

Por su parte, el Estado ha de contribuir a este impulso adoptando una serie de medidas, tales como la armonización de las condiciones de venta y constitución de precios, la unificación de los aranceles del acero en todos los países del mundo, el apoyo a las inversiones y la rebaja de los precios del coque y del carbón de coque, que hoy, «son en Francia un 15 por 100 más altos que los de dichos productos importados de Estados Unidos y puestos en puerto francés».

La sociedad de financiación de dicha industria, llamada «Groupement de l'Industrie Siderurgique» (GIS), había contratado un nuevo empréstito de 600 millones de francos, que es el más cuantioso lanzado hasta ahora en este campo. El de 1963 ascendió a 315,5 millones y el de 1962 a 465 millones.

En este empréstito, que es el duodécimo desde la fundación del GIS, participan veintete empresas siderúrgicas francesas, cifra que supera a la de 1963 año en el que participaron en la operación tan sólo 14 empresas.

El empréstito del año 1964, que como todos los anteriores es al 5 por 100 y amortiza-

(*) De las declaraciones del Presidente de la Cámara Sindical de la Siderurgia.

ble a veinte años, tiene la particularidad de que una parte de los fondos por él proporcionados constituirán el capital fundacional de una nueva sociedad «holding», la «Société de Gestion de Valeurs Sidérurgiques». En el programa de amortización anual de las obligaciones del empréstito se hará donación de una acción de la nueva sociedad de gestión por cada diez obligaciones redimidas. Como, por otra parte, los obligacionistas ya percibirán un interés por las acciones de la nueva sociedad aún antes de que se amorticen sus obligaciones, se calcula que el interés que recibirán los que acuden a cubrir este empréstito será del orden de 5,7-6 por 100.

NO DESCENDERA LA PRODUCCION DEL ORO

Informan de Johannesburgo (África del Sur), que no se prevé una disminución en la producción de oro en África del Sur durante los próximos cinco años, según han declarado los expertos que siguen al día el debate internacional sobre el regreso al oro patrón. Indican también que la explotación de nuevas minas durante los próximos años alejará casi en forma permanente cualquier perspectiva de agotamiento de la producción sudafricana, que sigue siendo la más importante del mundo.

C A R B O N

La producción de carbón en Asturias presenta un gran desfase entre lo previsto por el Plan de Desarrollo y los resultados reales de explotación. La causa principal de este desfase radica en la falta de mecanización de las minas. En 1964 para compensar la pequeña producción y satisfacer la demanda, fue preciso adquirir carbón extranjero en cifra superior a los 2,5 millones de toneladas.

EL MERCADO MUNDIAL DEL CINCO

La producción minera se encuentra en rápida progresión como consecuencia de las aportaciones del Canadá. Se ha tratado en 1964, por parte de los productores de cinc, de estabilizar sus cotizaciones gracias a las exportaciones hechas desde Rusia. Para 1965 se prevé que la demanda será superior a la oferta, aunque la diferencia tiende a verse aminorada.

DECRETO DEL MINISTERIO DE HACIENDA

El Ministerio de Hacienda ha dispuesto por decreto 97/1965, del 14 de enero, que se remitirá con carácter transitorio en el 50 por 100, los tipos de impuestos sobre tráfico de Empresas que corresponde satisfacer a la primera transmisión o entrega de carbón mineral de hulla, según la naturaleza de la operación.

EL ALUMINIO EN GUAYANA

Ya ha sido publicada la licitación para la construcción de la gran empresa de Guri (salto Macuina), cuya capacidad hidroeléctrica será inicialmente de 1,5 millones de Kw/hora,

para llegar a un máximo de 4 millones de Kw/hora en el futuro. Con esta licitación cobró un interés particular para la Guayana hacer una comparación entre la mena bauxítica doméstica con la de Jamaica, con la cual la Compañía Reynolds empezará la reducción de la alúmina a aluminio virgen.

La planta de tratamiento para la mena bauxítica de Jamaica de la Reynolds Metals C., está situada en Corpus Christi (Texas - USA). Esta planta, trata diariamente 2.000 toneladas de bauxita, produciendo 1.000 toneladas de alúmina, y ésta es transportada luego a la planta reductora de San Patricio.

Como esta planta ya está en funcionamiento, creemos que la Reynolds se limitará en Guayana a importar alúmina para su planta reductora, situada en la región industrial del Caroní, en lugar de traer la bauxita cruda de Jamaica.

LABOR DE LAS REFINERIAS ESPAÑOLAS EN 1964

En 1964 el consumo interior de productos petrolíferos correspondientes a la Península fue de 8,7 millones de toneladas, con un aumento sobre el año anterior del 18 por 100. La casi totalidad de las necesidades de productos petrolíferos se cubrieron con la producción de las refinerías nacionales, ya que las importaciones de productos sólo fueron de unas 211.000 toneladas.

Fue necesario tratar crudos en un volumen total de 12,7 millones de toneladas, cifra superior en un 7 por 100 a la prevista en el Plan de Desarrollo. Las adquisiciones de primeras materias representaron 191,3 millones de dólares, de las que corresponden 9,8 millones a la adquisición de productos y el resto a la de petróleo crudo.

POSIBLE FUSION DE LOS GRANDES ORGANISMOS ECONOMICOS EUROPEOS

Es muy probable que en la próxima reunión del Consejo de Ministros del Mercado Común, que se celebrará a principios de marzo del año actual, se tome la decisión de fusionar las tres comunidades europeas más importantes, es decir: Mercado Común, Euratom y Comunidad Europea del Carbón y del Acero. El presidente de la Comisión Ejecutiva del Mercado Común, profesor Hallstein, ha manifestado que espera que esta fusión sea una realidad en 1966.

AUMENTA LA DEMANDA DE PETRÓLEO

En 1964 la demanda de petróleo, fuera de los Estados Unidos, se ha incrementado en el 10 por 100, llegando hasta una cifra, para los países occidentales, del orden de los 13,5 millones de barriles diarios. El mayor aumento se ha registrado en el Japón, donde se ha llegado a un consumo de petróleo superior en un 20 por 100 al correspondiente a 1963. En los Estados Unidos el incremento ha sido del 3 por 100.

DECLARACIONES A LA PRENSA DEL MINISTRO DE INDUSTRIA

Con objeto de informarles acerca de la «Coyuntura Industrial en 1964», el ministro de Industria recibió a finales de enero a los periodistas.

Indicamos a continuación algunas de las cifras expuestas por el ministro, comparándolas con las del año 1963:

	1963	1964	% diferencia 1964/1963
Hulla (miles de Tm.)	10.171	9.240	- 9,2
Antracita (miles de Tm.)	2.792	2.661	- 4,7
Lignito (miles de Tm.)	2.584	2.542	- 1,6
Mineral de hierro (miles de Tm.)	5.193	5.307	+ 2,2
Piritas (miles de Tm.)	2.027	2.347	+ 15,8
Mineral de cinc (miles de Tm.)	167.379	168.245	+ 0,6
Mineral de plomo (miles de Tm.)	93.466	87.728	- 6,1

CONSUMO DE PRODUCTOS DEL PETRÓLEO

El consumo de productos de petróleo en la Península se calcula en 8,7 millones de toneladas, que supone un crecimiento relativo, con relación a 1963, del orden de un 18 por 100.

SOLICITUD PARA AUMENTAR EL PRECIO DEL ESTAÑO

En el próximo Consejo Internacional del Estaño, Bolivia solicitará un aumento en el precio de este metal, a pesar de que la cotización media del mismo en Londres, en diciembre de 1964, fue superior en un 29,1 por 100 respecto a la del mismo mes de 1963.

EVOLUCION DE LA ECONOMIA ESPAÑOLA EN 1964

El Servicio Sindical de Estadística ha elaborado unos resúmenes sobre la evolución de la Economía Española referidos a los nueve primeros meses de 1964. Por lo que respecta a la Industria, los datos son los siguientes:

— Se ha rebasado el ritmo de producción previsto en el Plan de Desarrollo en 8 sectores: energía eléctrica, piritas, tejidos de lana, calzado de cuero, abonos nitrogenados, destilación de petróleo, material de transporte y cementos.

— Se han alcanzado producciones comprendidas entre el 90 y el 100 por 100 de las previstas en el Plan en: hilado de algodón, tejidos de algodón, tejido de lana, papel, ácido sulfúrico, sosa cáustica, superfosfatos de cal, rayón, viscosilla, pastas celulósicas, acero, aluminio y cinc.

— Se han conseguido producciones entre el 80 y el 90 por 100 de lo previsto en seis sectores: hulla, antracita, lignito, potasas, celulosa textil, plomo en barra.

— En ningún caso ha habido producciones inferiores al 80 por 100 de lo previsto en el Plan de Desarrollo.

ENSEÑANZA

CURSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

En la ciudad holandesa de Delft ha tenido lugar, entre el 17 de octubre de 1963 y el 17 de septiembre de 1964, organizado por la «Netherlands Universities Foundation for Inter-

national Cooperation» (N. U. F. E. I. C.) un Curso Internacional de Ingeniería Hidráulica. El curso incluía 43 temas, entre ellos: «Hidrología», «Ingeniería de ríos», «Recuperación de agua subterránea», etc.

CATEDRA DE VIDRIO, CERAMICA Y AGLOMERANTES

Según indicaciones del Consejo de Ciencias (Wissenschaftsrat), se ha creado una cátedra y un «Instituto de Vidrio, Cerámica y Aglomerantes» en la Facultad de Minería y Fundición de la Universidad Técnica de Berlín. Será desempeñada por el Dr. Horst Scholze, conocido especialista en tecnología de silicatos. En esta rama de la técnica cuenta ya Berlín con una larga tradición, que se remonta a 1878, año en que se creó un Centro de ensayos químico-técnicos de materias cerámicas, dirigido por el profesor H. Seger. Para el sector de los aglomerantes funcionó también en Berlín un Centro similar, el Instituto de Técnica del Cemento («Zementtechnische Institut»), dirigido por el profesor H. Kühl.

ELEVACION DEL PRESUPUESTO ESPAÑOL PARA EDUCACION

En el discurso pronunciado por el ministro de Educación Nacional, al dar posesión a los nuevos miembros del Consejo Nacional de Educación, a finales del pasado mes de enero, dijo entre otras cosas:

«De 1962 a 1964 el presupuesto de Educación Nacional ha tenido un incremento del 62 por 100 y su porcentaje respecto del Presupuesto General del Estado se ha elevado en 1,57, situándolo así en una relación actual de 11,25; cifra ésta que, aunque referible solamente a los gastos oficiales en Educación y Cultura, y habría por ello de incrementarse con la correspondiente a los de enseñanza primaria para estimar, en su conjunto, los gastos de España en estas atenciones, conduce todavía a un valor distante de la media a que hay que tender para aproximarnos a la altura de los países de nuestro nivel y tradición.»

CRIADEROS

EL URANIO DEL MAR

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica, el director de las instalaciones Harwell de Inglaterra informó sobre importantes progresos respecto al desarrollo de un medio para extraer uranio del mar, en lo cual se ha venido trabajando por espacio de diez años. El uranio puede extraerse por esparramiento de hidróxido de titanio (el cual forma con el uranio una combinación) en lagunas someras y recogida del compuesto al bajar la marea. En la actualidad el costo de la extracción es cuatro veces el correspondiente a la obtención del uranio de minerales, pero se están efectuando experimentos para reducirlo.

DIAMANTES EN EUROPA

Los primeros diamantes de Europa acaban de descubrirse en Checoslovaquia. Según los geólogos checos las características del yacimiento son semejantes a los campos diamantíferos de África del Sur y de Siberia.

AUSTRALIA BUSCA FOSFATOS

El Gobierno australiano se propone fomentar la investigación y búsqueda de yacimientos de fosfatos en la plataforma submarina continental que rodea al país.

GAS NATURAL EN HONGSTLAGE

En Hongstlage, cerca de la ciudad de Oldenburg, en una concesión propiedad del consorcio «Oldenburg», formado por las empresas «Brigitta» y «Mobil Oil», se ha descubierto el yacimiento de gas natural más importante de la República Federal Alemana. Cada uno de los tres pozos ya perforados puede producir un millón de metros cúbicos de gas natural por día, y con lo obtenido en los tres se podrán cubrir las necesidades nacionales, que en 1963 fueron de 1.300 mill. m³, aproximadamente.

EL GAS EUROPEO

Hacia 1975, los requisitos energéticos totales de Europa llegarán a representar el equivalente de 22 millones de barriles diarios de petróleo. Si Groningen (Holanda) produce 3.500 millones de pies cúbicos diarios para esa fecha, esto sólo será el 2 por 100 de los requisitos. Además, es probable que se realicen también importantes descubrimientos de campos gasíferos en el continente europeo, así como en el Mar del Norte. Ciertas regiones serán abastecidas con nitrógeno líquido. Serán construidos posiblemente gasoductos desde África. También habrá desarrollos en la fabricación de gas, especialmente a partir de nafta, lo que podría contribuir a aumentar más aún el suministro de gas en Europa.

En general, parecería que en los próximos diez años las reservas no limitarán el consumo de gas en Europa. Los factores determinantes serán el desarrollo de mercados, la economía de la industria, la estabilización del suministro y las situaciones políticas.

El consumo de gas natural, que actualmente representa menos del 2 por 100 del consumo energético de Europa, aumentará como un mínimo hasta el 6 por 100 en 1975, y quizás hasta el 10 por 100. Sobre esta base, el consumo de gas, aunque importante, podría acomodarse fácilmente al ritmo del crecimiento sin incidir mayormente sobre otras formas de energía.

PROSPECCIONES HIDROGEOLOGICAS EN EL SAHARA

Después de los éxitos conseguidos en los trabajos para lograr el afloramiento de agua en el Sahara, prosigue la labor con resultados favorables.

Recientemente se ha efectuado el dibujo en profundidad de las curvas de nivel de tres mantos acuíferos fijados entre cero y mil metros de profundidad, con un área de 200 kilómetros, que se extiende desde el sur de Villa Cisneros al norte de Lemsit, y más de 580 kilómetros de Norte a Sur. Esta gran cantera de reserva de agua existente en aquella gran llanura española significará, en un futuro no lejano, la evolución agrícola e industrial del Sahara.

EXPLOTACION DE RESERVAS DE GAS NATURAL Y PETROLEO EN EL MAR DEL NORTE

El plazo para solicitar concesiones de prospección y explotación de los recursos de petróleo y gas natural de la plataforma costera británica del Mar del Norte terminó en 20 de julio último de 1964, habiéndose presentado 31 peticiones en este sentido, que cubren un espacio de unas 38.000 millas cuadradas, que equivale a las dos quintas partes aproximadamente de la zona litoral de dicho mar, correspondiente al Reino Unido. Figuran entre los solicitantes las principales empresas petrolíferas británicas y varias norteamericanas, y otras radicadas en Europa occidental, así como determinados grupos financieros e industriales importantes. Las peticiones de concesiones se refieren a veces a los mismos sectores, y el número de las que sean aprobadas después de efectuados los deslindes, serán inferiores a las solicitudes.

Para acceder a estas solicitudes, el Ministerio de la Energía británica ha establecido que deben reunir las condiciones siguientes: 1. Garantía de que se realizará una labor de prospección rápida e intensa y se procederá inmediatamente a una explotación industrial de los yacimientos descubiertos.—2. El domicilio social de las firmas concesionarias deberá radicar en Gran Bretaña.—3. Sólo se otorgarán concesiones a una filial británica de empresas o de grupos de empresas extranjeras en el caso de que las firmas petrolíferas del Reino Unido reciban un trato equitativo en los países respectivos.—4. El programa de las operaciones de prospección y explotación de los concesionarios y su capacidad para realizarlo debe atenerse a las condiciones fijadas por el Gobierno británico.—5. Para la aprobación de las concesiones solicitadas se tendrán presentes las actividades que la firma peticionaria haya realizado previamente en cuanto a la prospección de yacimientos de petróleo y gas natural en la zona británica del Mar del Norte y al fomento de la explotación de fuentes de energía en Gran Bretaña.

EL ARSENICO EN LAS PIRITAS DE HUELVA

Se ha encontrado el arseniuro de hierro FeAs₂ (Loellingita) y la piritita arsenical FeAsS (mispiquel) como verdaderos portadores del arsénico, irregular y finamente distribuidos en varias muestras de piritas de la provincia de Huelva.

LA FULLOPITA EN LOS SULFUROS COMPLEJOS DE LA PROVINCIA DE HUELVA

Se ha determinado la existencia del sulfoantimoniuro 3 PbS₄Sb₂S₃ (fullopita) en los minerales complejos procedentes de La Sierrecilla (Puebla de Guzmán) (Huelva).

INVESTIGACIONES PETROLIFERAS EN LA PROVINCIA DE MADRID

En el diario ABC, de Madrid, del pasado día 21 de enero, se ha publicado un interesante informe periodístico referente a la concesión otorgada a Valdebro para realizar investigaciones petrolíferas en la provincia de Madrid, al sureste de la capital, en las zonas denominadas Arganda y Tiernes. El área de investigación abarca para la primera de estas concesiones una extensión de 42.000 hectáreas, incluyéndose dentro de la misma

como dato curioso algunos de los barrios de los extremos de Madrid. En el caso de la concesión Tielmes el área a investigar supera las 25.000 hectáreas.

Después de los preliminares estudios geológicos y geofísicos se va a comenzar próximamente la ejecución del primer sondeo en Tielmes, a 42 kilómetros de Madrid. Se supone que en esta zona el Cretáceo esté a 1.500 metros de la superficie. Caso de que los resultados de este primer sondeo no sean del todo negativos, se realizarían otros posteriormente en las cercanías de Arganda.

NOVEDADES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

LOS MAMÍFEROS, Y EN ESPECIAL LOS PRIMATES DEL EOCENO PREPIRENAICO

En un trabajo de reciente aparición (Crusafont y Truyols, 1964), se dio a conocer una «mise au point» acerca de los Mamíferos fósiles hallados en la depresión prepirenaica, paralela a la zona axial, y en la zona correspondiente al Eoceno continental, que corona las formaciones marinas superpuestas al llamado «Garummiense» entre los dos Noguera y entre el Noguera Ribagorzana y el Esera. Se trata de los yacimientos supradiscordantes de Sosis y de los infradiscordantes de la Sierra de Montllobar y de Capella.

Desde la redacción de aquel trabajo empezó una serie de reconocimientos y de exploraciones por la indicada zona, realizada en colaboración entre la Universidad de Montpellier, bajo la dirección del Dr. Louis Thaler y la Sección de Paleontología del Museo de Sabadell (y posteriormente la Catedra de Paleontología de la Universidad de Barcelona), bajo la dirección del firmante. Los trabajos emprendidos por ambas instituciones han consistido esencialmente en lavados y tamizados de las margas supradigiticas del yacimiento de Sosis, y en nuevas exploraciones por los yacimientos de Montllobar y de Capella. Recientemente, J. L. Hartenberger, de Montpellier, mediante las técnicas de lavado, consiguió obtener algunos micromamíferos de las margas situadas encima de los lignitos de una mina abandonada, que se halla situada a tres kilómetros del pueblo de Laguarres, en la cuenca del Isábena.

Los trabajos publicados, hasta el citado más arriba, constituyen ya una bibliografía importante acerca de los Mamíferos prepirenaicos (Crusafont y Villalta, 1954 y 1955; Crusafont, Villalta y Truyols, 1956; Crusafont, 1956; Crusafont, 1957; Crusafont, 1958 y Crusafont, 1961). Consecuencia de las campañas realizadas en colaboración con la Universidad de Montpellier han sido: una nota acerca del yacimiento de Sosis con nuevos descubrimientos (Crusafont, Hartenberger et Thaler, 1963), una buena parte de la tesis del doctor Thaler (Thaler, 1964), y algunas notas de la tesis del señor Michaud. Se hallan en curso diversos estudios llevados a cabo por Hartenberger, por Thaler y por el firmante, este último precisamente dedicado a la determinación de los Primates del Eoceno prepirenaico español y francés.

La presente nota preliminar tiene por objeto establecer el estado actual de las listas de Mamíferos fósiles de los diversos yacimientos de la zona estudiada, y en particular el dar a conocer de manera muy sumaria los materiales atribuidos a diversos Primates inferiores de gran interés, la mayor parte descubiertos en las más recientes campañas. Sólo uno de ellos era conocido ya con anterioridad (*Adapis priscus*). M. C. P.

TRANSFORMACION DE LOS DESTILADOS DEL PETRÓLEO

En una instalación que actualmente se construye cerca de Bristol, Inglaterra, los productos destilados del petróleo se convertirán en gas combustible para uso urbano, me-

dante el empleo de un nuevo procedimiento, perfeccionado por la Junta del Gas de Inglaterra. Al dispositivo empleado se le llama «hidrogenador con reciclaje del gas». Con el procedimiento puede utilizarse una extensa variedad de materias primas.

PLANTA DE AGUA POTABLE PARA ARUBA

La isla de Aruba, en las Antillas Holandesas, ha otorgado a la firma Aqua-Chem, Inc., de Waukesha, Wis., un contrato para la construcción de una planta destiladora de agua marina, con una capacidad de 800.000 galones diarios.

La adjudicación del contrato fue el resultado de una licitación internacional y cubre una planta evaporadora de tubos largos y etapas múltiples. Costará algo menos de un millón de dólares y se espera que entrará en servicio en diez meses.

Se trata de una ampliación de instalaciones originales que se habían hecho en 1958. La planta original tiene una capacidad de 2.500.000 galones por día. Las nuevas instalaciones tienen una eficiencia doble y permitirán rebajar el costo del agua pura a menos de un dólar por mil galones.

CENTRAL NUCLEAR HISPANO-FRANCESA

Los ministros de Industria de España y Francia han acordado en principio la instalación conjunta de una central eléctrica nuclear en Cataluña. El material de fusión sería uranio natural moderado por grafito y enfriado por gas. Se constituirá un grupo de estudio encargado de determinar las condiciones técnicas, económicas y financieras de este proyecto.

OBTENCION DE METALES A PARTIR DE LOS OXIDOS

En el «National Chemical Laboratory», de Gran Bretaña, se estudia actualmente la puesta a punto de un procedimiento de obtención directa de metales a partir de sus óxidos mediante el flameo de éstos en forma de polvos a temperaturas superiores a los 5.000°. Lo que da lugar a la reducción de dichos óxidos.

EL ELEMENTO 104

Un grupo de científicos del Centro de Investigación Nuclear de Dubna, dirigido por Georgi Florow, de la Academia soviética de Ciencias, ha descubierto un nuevo elemento transuránico, el número 104 del sistema periódico, mediante bombardeo de plutonio con átomos de neón.

LAMPARA DE SEGURIDAD MUY EFICAZ PARA LA MINERIA

Se acaba de crear en la Gran Bretaña un dispositivo detector y de alarma automático, de tipo autónomo, para la detección de grisú, cuyo empleo puede encomendarse a personal no especializado. Este dispositivo representa el fruto de varios años de labor de investigación, destinada a hallar un medio de sustituir y de mejorar el método convencional de detectar la presencia de metano (grisú) en minas y fábricas, mediante la lámpara de seguridad tradicional. El dispositivo detecta continuamente la proporción de metano

en el medio ambiente, y proporciona una advertencia visual al excederse una concentración predeterminada. Son notorias las deficiencias de la lámpara de seguridad, de llama (la lámpara «Davy»), introducida en 1815 y empleada aún extensamente, y la ausencia de otro dispositivo automático de alarma, confiable y exacto, para la detección de metano. El nuevo dispositivo no sólo sustituye la lámpara de seguridad como medio de detectar el metano, sino que evita la necesidad de efectuar mediciones rutinarias con ayuda de metanómetros. En su estado actual, el nuevo detector está destinado al empleo en minas de carbón, pero tiene también aplicaciones en otras numerosas esferas.

ACELERADOR GIGANTESCO

El profesor Hans Bethe, de la Universidad Cornell, anunció en una conferencia de física nuclear, recientemente celebrada en París bajo los auspicios de la UNESCO, que Estados Unidos, la Unión Soviética y varios países europeos occidentales cooperarían en un proyecto para construir un gigantesco acelerador de partículas de un billón de electronvoltios (1.000 Ge V).

MINERALES DEL LECHO OCEANICO

Un equipo formado por especialistas del Gobierno federal y de la industria norteamericana en el que se hallan representados, sobre todo, la Dirección de Minas del Departamento del Interior y las empresas «International Minerals & Chemical» y «Loeckheed Missiles and Space», ha comenzado a estudiar los medios prácticos para extraer minerales valiosos de las diferentes clases de yacimientos existentes en las capas de terrenos que constituyen el lecho oceánico.

DESALINIZACION DEL AGUA DEL MAR EN ISRAEL

Para acelerar su desarrollo agrícola, Israel montará con el concurso de técnicos norteamericanos, una instalación nuclear experimental en la que se obtendrán a partir de 1970, 100 millones de métricos cúbicos anuales de agua potable desalando la del mar, y que producirá al mismo tiempo energía eléctrica. El precio del agua potabilizada será rentable a partir de 1980. Con este proyecto se espera cubrir las necesidades de una población que, en el curso de los quince años próximos, pasará de dos y medio a cuatro millones de habitantes.

DESALINIZACION DEL AGUA DEL MAR

La Federación Europea de Ingeniería Química ha organizado un grupo de trabajo denominado «Agua dulce del mar», que se reunió por primera vez el pasado mes de septiembre de 1964 en Francfort, para examinar las actividades de investigación desarrolladas en los países europeos miembros respecto a la desalinización del agua marina. Fueron asimismo organizadas en aquella reunión las Comisiones de estudio de este grupo de trabajo sobre destilación, electrodiálisis, desalinización por refrigeración y economía de los procesos de desalinización.

ACERO BARATO DE COLORES

En una acería de Gales (Gran Bretaña), se van a fabricar flejes y chapas de acero con una capa de pintura o de otros acabados orgánicos, que proporcionarán a los usuarios de aceros la posibilidad de reducir el coste del acabado. La nueva planta encargada de esta fabricación se pondrá en funcionamiento a principios del verano próximo y tendrá una capacidad de unas 1.500 toneladas a la semana. Se someterán a este proceso, tanto los aceros galvanizados como los de clase ordinaria. En las chapas y en los flejes se aplicarán capas de alto rendimiento, con inclusión de vinilos, acrílicos termoestables, plásticos, laminados de cloruro polivinílico, etc.,. Los materiales así tratados podrán someterse después a todas las técnicas normalmente relacionadas con el acero.

ENGRAVILLADO DE CARRETERAS CUBIERTAS DE HIELO

Una Compañía industrial del Reino Unido ha creado una máquina para esparcir gravilla y sal en caminos y rutas cubiertas de hielo. Está accionada por un motor de gasolina de cuatro tiempos y esparce la arena o la sal uniformemente, cualquiera que sea la velocidad a que marche. Esparce la arena en una anchura de hasta tres metros, y la densidad viene a ser de 14 a 56 gramos por 0,83 metros cuadrados. La tolva tiene una capacidad de 0,12 metros cúbicos, aproximadamente 150 kilogramos de sal, siendo esta cantidad suficiente para cubrir seis kilómetros. La máquina pesa vacía 113 kilogramos y 263 cargada. Mide 132 por 94 por 81 centímetros.

INSTRUMENTO PARA MICROCOMPARACIONES

En Inglaterra se ha creado un comparador de múltiple finalidad, cuya característica más destacada consiste en hacer comparaciones con gran precisión a lo largo de las cadenas de producción. El instrumento tiene cinco escalas de medición. Con él se pueden registrar desviaciones entre 0,52 milímetros y 2,5 centímetros, partiendo de 0. Entre sus numerosas aplicaciones se citan: calibración, medición de vibración y esfuerzo, tolerancias, control de maquinaria, metrología y pesaje. El instrumento comprende un cabezal de medición tipo inductancia, conectado eléctricamente con un aparato indicador separado. Se dispone además de cabezales laterales y axiales. El aparato está transistorizado y normalmente funciona con baterías que dan más de 1.000 de medición. Puede usarse también con la canalización principal de corriente.

CARGADORA TIPO ALMEJA PROPULSORA POR TRACTOR

Presenta al mercado una firma británica una cargadora tipo almeja, que puede montarse en un tractor, y que accionada por el sistema hidráulico de éste puede cargar en cualquier punto dentro de un área de 50 metros cuadrados, detrás y a ambos lados, mientras el vehículo permanece inmóvil. Dos pistones hidráulicos del tractor accionan el brazo articulado y otro regula el cucharón. Mediante otros pistones situados a ambos lados, el operario puede hacer girar la máquina describiendo un arco de 180 grados. En tractores sin contrapeso la nueva cargadora puede elevar con toda seguridad de 305 a 406 kilogramos con su máximo alcance. La cargadora es adecuada para todos los tipos

de tractor, siempre y cuando tengan una presión hidráulica de por lo menos 140 kilogramos por centímetro cuadrado.

PRIMER TRANSPORTE POR VIA MARITIMA DE GAS NATURAL

Por primera vez ha sido transportado gas por vía marítima en el mes de octubre de 1964. El buque, que pertenecía a la Conch International Methan Ltd., efectuó el traslado entre el puerto de Arzow (Argelia) e Inglaterra. El gas procedía del yacimiento de Hassi R'Mel (Sahara).

DESCUBRIMIENTO PALEONTOLOGICO EN NIGERIA

Según indica la agencia de noticias «EFE», ha sido descubierta en la región de Agades, al norte de Nigeria, la cabeza fósil de un cocodrilo, cuya antigüedad se cifra en 90 millones de años. Pesa la cabeza encontrada 150 kilos, por lo que de acuerdo con este dato, el animal debía medir más de 15 metros de largo. Philippe Taquet, paleontólogo del Museo de Historia Natural de París, ha indicado que puede tratarse de un cocodrilo de una especie similar a la del actual caimán, que habita en el río Ganges.

CAMARA PARA LA FABRICACION DE MICROCIRCUITOS

Está a la venta una cámara de funcionamiento manual y moderado coste con destino a la fabricación en pequeña escala de microcircuitos. Ha sido diseñada para universidades, laboratorios de investigación y cualquier otro centro, donde la producción de microcircuitos no es suficientemente grande para hacer el desembolso que lleva consigo la instalación de una máquina automática. Si bien su funcionamiento es más lento, la precisión es igual que la cámara automática. La acción de la inserción por la que se sitúa la placa fotográfica para hacer repetidas exposiciones, tiene exactitud superior a un micrón, y la precisión de enfoque supera al medio micrón.

LENTE DIVISOR DE IMAGENES PARA TELESCOPIOS

Una casa británica ha creado una lente de gran precisión y rapidez, y de gran utilidad en diversas aplicaciones. El nuevo instrumento podrá instalarse en la mayoría de los microscopios provistos de tubos de diámetro standard, y es adecuado para el análisis de partículas, la medición del diámetro de fibras, hilos y alambres, el análisis de muestras biológicas, etc. Pueden medirse también objetos en movimiento. Al hacer girar un cabezal situado a un lado del instrumento, se «corta» la imagen observada en el punto O, en dos imágenes separadas, una roja y otra verde, que se van distanciando en direcciones opuestas al punto O. Al llegar a una posición en que se tocan ligeramente sus bordes, se detiene el movimiento del cabezal ajustador, procediéndose entonces a leer la cantidad de rotación verificada en un contador digital, obteniéndose así la deseada medición.

SE INTENSIFICAN LOS ESTUDIOS SOBRE LA ANTARTIDA

Los 13 países que poseen bases en el Continente Antártico están redoblando sus esfuerzos en forma coordinada para dar un avance importante a los estudios que llevan a cabo.

Indiquemos como trabajos más importantes los que están realizando Argentina, dirigidos por el Instituto Antártico Argentino (IAA) y enfocados especialmente hacia la Paleontología, Botánica y Biología. Estados Unidos y Rusia investigan sobre los rayos cósmicos; Chile estudia, entre otras materias, Meteorología, Oceanografía y Sismología. La República de Africa del Sur enfoca sus tareas hacia Meteorología, etc.

DESALINIZACION DEL AGUA DE MAR

Los Estados Unidos y la Unión Soviética han firmado un convenio de colaboración sobre investigaciones orientadas a la desalinización del agua del mar con ayuda de la energía atómica. El convenio, que tendrá una validez de dos años, prevé, entre otras cosas, el intercambio de conocimientos y datos sobre esta cuestión, obtenidos en la labor de investigación sobre el particular, y al efecto se reunirán periódicamente representantes de la ciencia y los organismos gubernamentales de ambos países.

INVESTIGACION OCEANOGRAFICA EN EL INDICO

El buque alemán de investigación «Meteor», continuando la tradición de su anterior homónimo (1925 a 1938), partió en el mes de octubre de 1964 para realizar trabajos de investigación oceanográfica en el Indico, colaborando en un programa que se está desarrollando desde 1959 y que durará hasta fines de 1965, y en el que participan veinte naciones. La expedición alemana está financiada por el fondo de cultura del Ministerio Federal de Asuntos Extranjeros y mediante subvenciones de la Mancomunidad Alemana para la Investigación.

AGUA DULCE OBTENIDA DEL MAR

A pesar de que el agua es esencial para la vida del hombre y de que algunas sales son necesarias a la salud, el agua salada de que se compone el mar dista mucho, como se sabe, de ser potable.

En el mundo hay océanos que contienen billones de litros de agua. Pero en él hay también vastos desiertos que carecen de ella. Y no faltan otras regiones en las que se da esta misma circunstancia. Si fuera factible dotar de agua a esas zonas áridas, haciéndola llegar hasta ellas a precio económico, se las podría transformar en fértiles tierras de cultivo, lo cual contribuiría a mitigar el azote del hambre entre los millones de personas que hoy la padecen.

La falta de agua es un problema que va agudizándose en las ciudades y distritos urbanos de numerosos países. Estados Unidos lo tiene planteado con caracteres de gravedad, especialmente en el suroeste del país; en Gran Bretaña bastan tres semanas de tiempo seco para que amenace la escasez en muchos lugares, y la Europa continental ha podido igualmente comprobar que sus reservas de agua están mermando.

La escasez de agua no suele producirse en las poblaciones porque decrezcan los suministros efectuados, sino que se deben más bien a que la demanda experimenta considerables incrementos. En los distritos rurales, cada persona necesita normalmente de 4,5 a 9 litros diarios de agua dulce. Pero ciertas instalaciones domésticas, como las de saneamiento, baños, lavadoras de ropa, máquinas lavaplatos y otras por el estilo, hacen aumentar las necesidades hasta oscilar entre 182 y 455 litros al día por persona. A efectos prácticos, tan enorme cantidad se desperdicia en gran parte. Si los requerimientos de

agua para el hogar parecen alcanzar desmedidas proporciones, imagínese cual no será la magnitud de las exigencias industriales. Cualquier fábrica moderna de papel necesita, por ejemplo, 1.100.000 litros de agua para producir una tonelada de papel de periódico. Y una fábrica de cierta importancia elaborará diariamente cientos de toneladas de papel.

A medida que nos hacemos más civilizados, nuestra demanda de agua va creciendo, hasta el extremo de ser de difícil solución para algunas naciones. Los marinos hubieron de enfrentarse con ese problema hace ya años, pues, se veían rodeados de agua que no podían aprovechar ni para beber ni para cocinar. Y, no obstante, el problema era bien sencillo de resolver, no precisándose otra cosa que quitar la sal al agua.

El sol realiza tal operación todos los días, extrayendo agua de los océanos por medio de la evaporación. Y ese agua, que vuelve a la tierra en forma de lluvia, es precisamente la que nosotros empleamos, recogiénola de ríos, lagos, pozos y manantiales. Habiendo observado lo expuesto, los marinos decidieron solicitar equipo apropiado para evaporar agua de mar, desprender de ésta la salmuera —que podría ser devuelta al mar— y refrigerar el agua evaporada con vistas a su subsiguiente uso.

Desgraciadamente, tan sencilla solución implicaba un gran consumo de energía. Pero la utilización de este procedimiento se inició en 1884, año que deparó barcos propulsados a vapor en número cada vez mayor. Parte del vapor se empleaba para calentar el agua del mar y transformarla, a su vez, en vapor. Una vez que se logró condensar éste, el problema quedó resuelto. Aun así, el agua conseguida resultaba muy costosa en comparación con los precios del agua ordinaria.

Más adelante, al irse introduciendo las industrias en algunas de las zonas más áridas del mundo, se aplicó idéntico procedimiento. Las primeras instalaciones de este tipo eran bastante rudimentarias y consumían excesivo combustible en las operaciones de calentamiento del agua. Las firmas británicas que las fabricaban empezaron a mejorarlas y, siempre que ello fue posible, las hicieron mayores, lo cual constituye el primer paso hacia la economía. Más tarde, utilizaron el calor en fases sucesivas, de manera que diese positivos resultados al calentar el agua tres o cuatro veces.

Recientemente se puso a prueba una nueva idea: la evaporación «instantánea». Todos sabemos que el agua hierve en seguida en lo alto de las montañas, por ser allí menor la presión atmosférica. De ahí que cierta Compañía británica tratara de reducir la presión del aire en el interior de sus recipientes evaporadores. Gran parte del agua salada, que había sido calentada hasta una temperatura próxima a la ebullición, se evaporó «instantáneamente» apenas hubo penetrado en dichos recipientes. Los últimos evaporadores «instantáneos» cuentan con una serie de recipientes como los anteriormente aludidos: la presión del aire está reducida en todos ellos y el agua va pasando de uno a otro. De esta forma se efectúa la evaporación rapidísimamente. Al concluir la oportuna operación no queda más agua que la justa para llevarse, una vez hecha salmuera, las sales desprendidas.

Hay otra manera de separar la sal del agua cuando ésta es solamente «salobre»: es decir, que contiene sal en proporción hasta 15.000 por 1.000.000 aproximadamente. En el agua de mar suele ser dicha proporción de 35.000 por 1.000.000, pero el agua salobre se presenta abundante en diversas partes del mundo. Este otro método para desalar el agua surgió de los trabajos que realizaron en colaboración ciertos departamentos gubernamentales holandeses y británicos, junto con una empresa de la primera nacionalidad y otra de la segunda. Todos ellos trabajaron bajo los auspicios de la Organización para la Cooperación Económica Europea.

La idea en que se basa es la siguiente: emplear en la desalinización delgadas láminas de un plástico especial, que tienen la curiosa propiedad de que a su través pueden filtrarse partículas de sal electrificadas, pero que cierran absolutamente el paso al agua.

Si tales partículas son negativas, pasarán a través de una lámina, si son positivas lo harán por conducto de otra.

Finalmente, procédese a montar muchas de esas láminas en bastidores dispuestos paralelamente; y por medio de los electrodos adecuadamente situados junto a aquéllos se establece una corriente eléctrica. El agua salobre circula entre las láminas, y las partículas de sal electrificadas se abren camino a través de las sutiles placas de plástico.

Del aparato salen dos clases de agua al concluirse el tratamiento. La una es dulce; la otra salmuera. Lo único que queda entonces por hacer es librarse de la salmuera, lo cual se lleva a cabo por mediación de una tubería que la lleva, a ser posible, hasta el mar.

Instalaciones de este tipo se hallan funcionando con éxito en África septentrional, siendo la mayor de todas la enclavada en Zliten, cerca de Trípoli. Rinde 18 metros cúbicos a la hora, procedentes de agua salobre que contienen 5.000 partes de sal por cada 1.000.000 de partes de agua. Estas plantas —el procedimiento se conoce por electrodiálisis— no precisan de caleamiento para extraer la sal del agua, pero sí necesitan energía eléctrica. En determinadas circunstancias pueden resultar más económicas de explotar que las instalaciones evaporadoras, pero las operaciones con agua de mar están aún fuera de sus posibilidades.

En cuanto a tamaño exclusivamente, las mayores instalaciones aparecidas hasta el momento son las evaporadoras. En Curaçao existe una que da cerca de 13.600 metros cúbicos al día. Y hay varias de ellas que proporcionan 9.000 metros cúbicos —o menos— diarios. En Kuwait ha instalado el Gobierno una planta evaporadora con capacidad para proporcionar en total 50.000 metros cúbicos, también por día.

Todas las instalaciones reseñadas fueron proyectadas y construidas en Gran Bretaña. A decir verdad, unos dos tercios de todas las plantas de desalinización que vienen funcionando actualmente en el mundo son de construcción británica.—L. G. R.

RECONOCIMIENTOS GEOLOGICOS PARA EL MUNDO

Los científicos de la Sección de Reconocimientos Geológicos de Ultramar, con sede en Londres, reciben diariamente unas 100 muestras de minerales para su análisis, y el resultado de sus investigaciones ha causado radicales desarrollos económicos en muchos países. La labor se centraliza en el Instituto de la Commonwealth, que envía científicos a lugares tan apartados como Turquía y Perú, para que colaboren en la búsqueda de nuevos recursos minerales, y de agua potable. Resultado de estas misiones científicas es, entre otros muchos, que la energía hidroeléctrica del río Mekong, en Asia, podrá ser utilizada dentro de poco para abastecer las minas de plomo y de cinc de la región; para el ganado, que era preciso acarrear cientos de kilómetros por las áridas comarcas de Bechuanalandia, dispónese ahora de pozos en puntos estratégicos sobre la ruta hacia la terminal ferroviaria; Basutolandia posee ahora una mina de oro, y la Guayana Británica se ha convertido en una de las principales naciones exportadoras de mineral de aluminio.

PERSONAL

SANTIAGO GARCIA FUENTES

El día 11 de diciembre de 1964 falleció en Madrid el Doctor Ingeniero de Minas don Santiago García Fuentes, destacado geólogo y entusiasta colaborador que fue de la Revista y de este Instituto Geológico. Descanse en paz.

MANUEL PASTOR MENDIVIL.

El día 1 de enero de 1965 falleció en Granada el Ingeniero de Minas y antiguo Vocal de este Instituto, D. Manuel Pastor Mendivil, que trabajó treinta años en el mismo, principalmente en el Museo y después en la Sección de Investigaciones Mineras. Descanse en paz.

REUNIONES CIENTIFICAS

ROYAL SOCIETY

Teniendo en cuenta que aunque algunos de los más destacados científicos e ingenieros británicos son ya miembros de la «Royal Society», hay otros muchos de gran prestigio, particularmente entre los que ocupan puestos en la Administración pública y la industria, que no lo son, y que si lo fueran darían sin duda un gran impulso a las actividades desarrolladas por la Sociedad, ha decidido ésta elevar el número de miembros elegidos cada año de 25 a 32, con la intención, sobre todo, que un cierto número de estas nuevas plazas de miembros sean otorgadas a científicos dedicados al cultivo de la física y la biología aplicadas.

INTERESANTE EXPOSICION BRITANICA EN LA BIBLIOTECA NACIONAL DE MADRID

Entre los días 18 al 31 del mes de enero del presente año ha permanecido abierta al público en el Salón de Exposiciones de la Biblioteca Nacional una interesante Exposición patrocinada por el Consejo Británico de libros de Ciencias y Tecnología recientemente publicados en Gran Bretaña. Figuran entre los mismos varios dedicados a las Ciencias de la Tierra y sus aplicaciones, así como a Minería.

CONFERENCIA EN EL INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION

El día 26 de enero tuvo lugar en el Instituto «Eduardo Torroja» de la Construcción y del Cemento (Costillares, Madrid), una interesante y documentada conferencia patrocinada por la Sociedad Española de Mecánica del Suelo, pronunciada por W. A. Bemelman, Ingeniero Director de Hewitt-Robins (Holanda), sobre el tema «Sistemas de prehomogenización de minerales: Bed blending, Técnicas de almacenamiento y de extracción de minerales en parque abierto. Aplicaciones a la industria del cemento y a la siderurgia». Durante la conferencia fue proyectada la película titulada: «Hewitt-Robins Blending Systems».

MISION CIENTIFICA A LAS ISLAS COLUMBRETES

A mediados de 1964, el Patronato «Alonso de Herrera», del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, organizó una visita científica a las Islas Columbretes. La realización de este propósito no resultaba nada fácil, ya que las Islas Columbretes se encuentran prácticamente deshabitadas, y la misión tuvo que resolver las naturales dificultades.

El principal propósito de esta misión consistió en hacer una revisión sistemática de los datos ya conocidos y realizar un estudio de conjunto que abarcara los distintos aspectos de la misión.

CONFERENCIA EN EL MINISTERIO DE AGRICULTURA

En el Salón de Actos del Ministerio de Agricultura pronunció el día 27 de noviembre una conferencia Pedro de Rus Chico, sobre el tema «Aspectos geodafológicos de las provincias de Madrid y Toledo». Se refirió el conferenciante a la influencia que tiene sobre la formación de los suelos, la Geología, y el interés que encierra el estudio de esta Ciencia. Concreto posteriormente el tema en la estratigrafía y petrología de la zona Sur de la provincia de Madrid y Norte de la de Toledo, aportando gran número de datos.

LA PREDICCIÓN DE LAS MAREAS

Como consecuencia de una decisión tomada en la Asamblea General de Bekerley, se han organizado dos Simposios conjuntamente por la UNESCO y por la Asociación Internacional de Oceanografía Física, a celebrar en París la primera semana de mayo de 1965. El primer simposio se ocupará del material mareográfico, y el segundo del empleo de los ordenadores en análisis de la predicción de las mareas y de las corrientes marinas. Las reuniones de la Comisión del Nivel medio del Mar y de la Comisión de Mareas, tendrán lugar durante la misma semana.

Programa del primer simposio:

El primer simposio se tendrá, en principio, del 3 al 6 de mayo, y será su objeto la discusión de las tendencias recientes de la organización del material mareográfico, y especialmente de los puntos siguientes: *a)* Adaptación de un artificio de registro digital de los mareógrafos, o los flotadores y o la presión. *b)* Nuevos proyectos mareógrafos permanentes o semi-permanentes, a instalar en los puntos alejados e inhabilitados, y en los lugares en que no se dispone de personal suficientemente competente para asegurar la conservación de los aparatos. *c)* Proyectos mareográficos permanentes o semipermanentes, destinados a las regiones árticas o antárticas. *d)* Tratamiento automático de los datos observados.

El programa del segundo simposio, que se celebrará del 7 al 8 de mayo, tendrá como misión principal el empleo de los ordenadores en el análisis de la predicción de las mareas y las corrientes de mareas, y comparar los procedimientos prácticos utilizados para resolver estos problemas por medio de ordenadores. No se trata de comparar los métodos de análisis o predicción en sus principios. El programa será el siguiente: *a)* Métodos de análisis y de predicción «no armónicos» de la marea de las corrientes periódicas. *b)* Métodos de análisis y de predicción «no armónica» de la marea de las corrientes periódicas. *c)* Métodos de análisis de observaciones de corta duración (siete días a seis meses, por ejemplo). *d)* En relación con el simposio sobre instrumentos mareográficos, adaptación de la forma de observaciones a su introducción directa en los ordenadores.

Reuniones de Comisiones.—Los datos de las reuniones de la Comisión del Nivel medio del Mar y de la Comisión de las Mareas serán fijados de una manera precisa cuando se finalice el programa de los dos simposios.

AFILIACIONES A LA UNIÓN INTERNACIONAL DE CIENCIAS GEOLOGICAS

Peticiones de afiliaciones a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, se han recibido: De la Asociación Internacional de Hidrogeólogos, de la Asociación de los Servicios Geológicos Africanos, de la Asociación Internacional de Sedimentología y de la Unión Internacional de Paleontología.

Ha indicado interés por la afiliación la Asociación Internacional de Mineralogía, y están estudiando el asunto y casi pueden considerarse como provisionalmente afiliadas la Asociación Internacional de Investigaciones de Arcillas y la Asociación Internacional de Geoquímica.

ASOCIACION INTERNACIONAL DE VULCANOLOGIA

Del 22 al 25 de julio de 1964 se ha celebrado, en Roma, la Reunión de Verano de la Asociación Internacional de Vulcanología.

Los temas tratados fueron: V. V. Avariev, «Relaciones entre las actividades hidrotermal y magmática»; I. Iwasaki, T. Ozawa, M. Yoshida, T. Katsura y M. Kamada, «Análisis químico de los gases volcánicos»; L. A. Basharina, «Gases del volcán de Kamchatka»; B. Accordi y A. Angelucci, «Materiales volcánicos en la meseta del Monte Antare (Sulbiaco, Rocas)»; C. Blot, «Relaciones entre los seísmos profundos y las erupciones volcánicas en el Japón»; B. G. Polak, «Significación geoquímica de los volcanes»; C. Tedesco, «Lunares de marea en la historia del volcán Roccomonfina»; C. Tedesco, «Servicio geológico y tentativa de interpretación de la evolución del volcán Stromboli»; E. Locardi y M. Mittempergher, «Estudio de una lava poco común en el distrito de Bolsena»; M. Mittempergher, «Volcanismo y petrogénesis en el área de San Venanzo»; E. Szdeczky-Kardoss y L. Pesty, «Medidas experimentales de contaminaciones ígneas en las masas volcánicas»; A. F. Lapparent, J. de Lavigne y P. Bordet, «Sobre la importancia de la extensión del volcanismo reciente en Nevear (Afganistán)».

CONFERENCIA SOBRE «HISTORIA DE LA PALEONTOLOGIA ESPAÑOLA»

El día 6 de febrero pronunció, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, una interesante conferencia sobre la «Historia de la Paleontología Española en el siglo XX», José González y González.

Dividió los años transcurridos del presente siglo en cuatro partes, desde el aspecto objeto del estudio; la primera abarcando desde 1900 a 1928, año en que se celebra en España el XIV Congreso Geológico Internacional; posteriormente, otra etapa alcanza desde esa fecha hasta 1936, en que se inicia la guerra civil española; la tercera parte ocupa la postguerra, llegando hasta el año 1950, en que los estudios de Paleontología experimentan en el aspecto universitario el desglose de esta cátedra de la de Geología, y creación, por tanto, de una cátedra dedicada exclusivamente (en la Escuela de Minas ya existió), y la última etapa, que llega hasta nuestros días, y coincide con un desarrollo amplio de la Paleontología y otras Ciencias con la misma relacionadas. Posteriormente estudió detenidamente cada una de estas fases.

CONFERENCIAS DEL DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA CARSTICA (M. O. P.).

El Departamento de Hidrología Carstica del Centro de Estudios Hidrográficos ha organizado un programa de conferencias a desarrollar durante los meses de febrero y marzo, a cargo de Navarro Latorre, Cendrero Uceda y Hernanz López. Los temas se refieren a «Génesis, composición y estratigrafía de las cañizas», «Deformaciones tectónicas y su representación», «Introducción a la Hidrología cárstica» y «Morfología cárstica».

VIII COLOQUIO FRANCÉS DE PALINOLOGIA APLICADA

Los días 12 y 13 de octubre de 1964 tuvo lugar en París este Coloquio, al que asistieron representantes de Bélgica, Marruecos, Italia, Suiza, España y Francia. Entre los participantes en estos coloquios figura la Dra. Menéndez Amor.

Las conferencias, celebradas en el Instituto Francés del Petróleo, estuvieron enfocadas hacia problemas y cuestiones de palinología africana desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

COLOQUIO SOBRE LA RADIATIVIDAD EN LA ATMOSFERA

El Comité Científico de las Naciones Unidas para el estudio de los efectos de radiaciones ionizantes, ha celebrado su decimotercera sesión en Ginebra, en el mes de febrero de 1964. Esta sesión tuvo por objeto presentar un informe sobre el conocimiento adquirido hasta el presente y sobre los peligros eventuales de la contaminación de la atmósfera. Aparte del interés biológico que se desprende de la evaluación de las dosis peligrosas según las medidas de los elementos radiactivos presentes en la atmósfera, en la tierra y en los océanos, es necesario conocer bien los mecanismos que registren los movimientos de sustancias radiactivas en la atmósfera. La sesión del Comité Científico fue precedida por un coloquio, en el curso de la cual los numerosos documentos fueron examinados desde el punto de vista de los conocimientos actuales. Los documentos sobre los estudios teóricos de formaciones de partículas para condensación y por aglomeración en los detritos de las explosiones nucleares, el movimiento de sustancias radiactivas en la estratosfera y el paso de estas sustancias de la estratosfera a la troposfera, según los estudios de diversos indicadores, tales como el ozono, el vapor de agua, la radiactividad natural y artificial, la levitación de la atmósfera por las precipitaciones, el transporte vertical de constituyentes atmosféricos, la constitución radiactiva de océanos, y el examen de los métodos teóricos y empíricos utilizados para prever su recarga.

Se concluye, que si las corrientes meridiana y los parámetros de transferencia turbulenta efectiva en la estratosfera y la troposfera pueden ser determinados con precisión, sería posible prever por métodos estadísticos, para ciertos períodos, la configuración zona de la recarga que debe engendrar las explosiones nucleares. Los meteorólogos son llamados a desempeñar un papel importante de este dominio y poner a punto un modelo satisfactorio que haga intervenir la circulación de la estratosfera, la transferencia de partículas de la estratosfera y troposfera, así como los hechos de desplazamiento y sedimentación en la troposfera. Esto es un problema difícil que exige la colaboración de los meteorólogos con los físicos y los biólogos.

PROYECTO DEL MANTO SUPERIOR

La IUGS ha tomado una parte importante en el proyecto del Manto Superior, y ha designado un miembro para el Bureau del Manto Superior. La IUGS está particularmente interesada en los siguientes grupos de trabajo del Comité del Manto Superior: Sondeos, Petrología y Vulcanismo, Tectónica, Geología submarina, Geoquímica isotópica. La IUGS ha publicado los programas del Manto Superior, correspondientes a los siguientes países: Argentina, Australia, Austria, Canadá, República de China, Dinamarca, República Federal Alemana, Francia, República Democrática Alemana, India, Italia, Jamaica, Japón, Holanda, Noruega, África, Suecia, Suiza, Reino Unido, U. S. A. y U. S. S. R. Consideraciones se han hecho sobre la formación en la I. U. G. S. de una Comisión por el Manto Superior.

SEMINARIO DE VERANO SOBRE LA OCEANOGRAFIA DE LOS MARES POCO PROFUNDOS

La Fundación Universitaria de los Países Bajos para la Cooperación Internacional ha organizado, en septiembre de 1964, un Seminario de verano, consagrado a algunos aspectos físicos de la oceanografía en los mares profundos; los temas tratados fueron: J. R. Rossiter, «Métodos recientes del análisis y de la predicción de la marea»; W. Hansen, «Cálculos de las mareas y de las olas de tempestad en plenas costas»; P. Groen, «Teoría de las olas de tempestad»; J. Ch. Thijsse, «Cálculo de las mareas y de las tempestades en los estuarios por el método armónico»; J. Wemesfelder, «Métodos de observación de nivel marino»; J. C. Schonfeld, «Cálculo de las mareas y de las olas de tempestad con la ayuda de modelos analógicos hidráulicos y eléctricos»; M. J. Tucket, «Aparatos de medida de la ola y de las corrientes»; Ch. L. Prestschneider, «Formación de olas por el viento»; F. Diesel, «Oscilación con longitud periódica por los mares costeros»; P. H. Kamp, «Transporte de arena y residuos sobre las playas»; H. Postma, «Transporte de arena en la proximidad de los pasos estrechos».

VII CONGRESO DEL INQUA

Del 30 de agosto al 15 de septiembre de 1965, en Boulder, Denver y Colorado, de los Estados Unidos de Norteamérica, tendrá lugar el VII Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones del Cuaternario.

TERCERA SESION DE LA COMISION METEOROLOGICA AERONAUTICA

En París, del 20 de enero al 13 de febrero de 1965, se ha reunido la Comisión de Meteorología Aeronáutica CMM. Cincuenta y nueve Estados miembros y cinco organizaciones internacionales estuvieron presentes.

Los trabajos se agruparon en los siguientes trece temas: Gradiente vertical y viento, Viento de superficie, Visibilidad, Altura de las nubes, Observaciones de las estaciones meteorológicas aeronáuticas, Comunicaciones expuestas sobre meteorología de aeronaves, Precisión de previsiones, Ayuda meteorológica antes del vuelo, Centralización de servicios de

previsión, Asistencia meteorológica en vuelo, Climatología aeronáutica, Formas de mensajes meteorológicos diferentes a los códigos cifrados, y Códigos meteorológicos aeronáuticos.

CONGRESO INTERNACIONAL DEL ESTAÑO

Entre los días 27 de enero y 4 de febrero se ha celebrado en Madrid un Congreso Internacional de países productores del estaño. Han asistido representaciones de Tailandia, Nigeria, República del Congo, Indonesia, Malasia y Bolivia.

EL XXVIII CONGRESO LUSO-ESPAÑOL PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS SE CELEBRARÁ EN TARRAGONA

En el último Congreso Luso-Español para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Bilbao entre el 19 y 24 del mes de julio, se acordó celebrar el próximo en Tarragona. Será el segundo Congreso que se celebre en Cataluña. Los temas de los Coloquios que se celebrarán y que deberán ser preparados por los científicos españoles, son: 1.º Humanismo y Tecnología, 2.º Aprovechamiento de basuras y residuos industriales, 3.º Afloramiento y aprovechamiento de aguas, 4.º La Meteorología y el hombre, 5.º Problemas de Biología litoral.

REUNION DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DEL SUELO

Durante los días 5 y 6 de noviembre ha tenido lugar, en Madrid, una reunión de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. El día 5 se celebró una sesión de carácter académico, en la que el Dr. Angel Hoyos de Castro informó sobre el desarrollo del VIII Congreso de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo celebrado en Bucarest, y en el que España consiguió el celebrar en Madrid en 1966 una reunión de la Comisión V: «Génesis, clasificación y cartografía de Suelos», y la Vicepresidencia de la Comisión VI: «Tecnología de Suelos».

El día 6 estuvo dedicado al estudio de los suelos derivados de mantos de gravas de distintas edades. Se realizó una excursión por la provincia de Madrid, que dirigió el Prof. Francisco Hernández-Pacheco.

REUNION DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

El sábado, 30 de enero, y bajo la presidencia del Ministro de Educación Nacional, se reunió la Junta Ejecutiva del C. S. I. C.

Se tomaron, entre otros, los acuerdos de invitar a profesores de las Universidades de Cambridge, Rabat y Bruselas, así como del Imperial College, de Londres, para desarrollar cursos en España sobre Hidrología, Tecnología Química, Bioquímica, Microbiología y Botánica.

Entre los simposios a celebrar en 1965 figura uno dedicado a la Fotografía aérea aplicada a las Ciencias de la Naturaleza.

SEMINARIO SOBRE HIDROGEOLOGIA

Organizado por el Centro de Estudios Hidrográficos dependiente de la Dirección General de Obras Hidráulicas, en colaboración con el Servicio Geológico de Obras Públicas, tuvo lugar a finales del mes de enero la inauguración, en Madrid, de un Seminario sobre Hidrogeología. Presidió el acto inaugural el Director General de Obras Hidráulicas, quien pronunció unas palabras exponiendo el interés que reviste para la Dirección General que preside, el aprovechamiento de las aguas superficiales, y estudio y explotación de las reservas subterráneas.

Este Seminario durará cuatro meses, asistiendo al mismo técnicos españoles e hispano-americanos.

RESERVAS MINERAS, LEGISLACION. «B. O. E.»

PLAN MADRID DE AGUAS SUBTERRANEAS

Según comunicó a los periodistas el Ministro de Información y Turismo, Sr. Fraga Iribarne, a la finalización del Consejo de Ministros que bajo la presidencia del Jefe del Estado se celebró el día 22 de enero, el Gobierno había acordado acelerar los planes de investigación de aguas subterráneas en las proximidades de Madrid, para intentar paliar el grave problema de abastecimiento a la capital de España, que actualmente padece. Estos estudios se han encargado al Instituto Geológico y Minero.

INVERSIONES EXTRANJERAS EN EMPRESAS MINERAS

Decreto del Ministerio de Industria 4111/1964, de 10 de diciembre, sobre participación de capital extranjero en minería («B. O. del E.» número 312, de 29 de diciembre de 1964).

«Para definir el marco en que ha de desenvolverse el Plan de Desarrollo Económico y Social se han venido dictando una serie de disposiciones básicas en las que se preveía una especial línea de atractivos a los capitales extranjeros a través de lo establecido en el Decreto-ley de veintisiete de julio de mil novecientos cincuenta y nueve, sobre inversión de capitales extranjeros en empresas españolas.

Uno de los sectores productivos que —además de resultar básico tanto para el propio Plan de Desarrollo como para la defensa nacional— precisa de cuantiosas inversiones e importaciones de equipo es el sector de la Minería, por lo que resulta singularmente interesante facilitar hacia él corrientes de capital extranjero, sin perjuicio de que quede salvaguardado el patrimonio minero nacional.

Para el cumplimiento de las finalidades expresadas el número dos del artículo veintisiete de la Ley ciento noventa y cuatro, de veintiocho de diciembre de mil novecientos sesenta y tres, que aprobó el Plan de Desarrollo Económico y Social, faculta al Gobierno para modificar las normas relativas a acotamientos mineros y para admitir una mayor participación de capital extranjero que favorezca la expansión y modernización de la minería con las limitaciones señaladas en la Ley de Hidrocarburos.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día trece de noviembre de mil novecientos sesenta y cuatro,

DISPONGO:

Artículo primero.—Uno. Se autoriza a los españoles con residencia habitual en el extranjero, a los extranjeros y personas jurídicas extranjeras de naturaleza privada, con las excepciones consignadas en el artículo quinto, la transferencia a España de sus capitales en pesetas convertibles y en moneda extranjera admitida a cotización en el mercado español de divisas para invertir libremente su contravalor, según las modalidades que se señalan, en la creación, ampliación o modernización de empresas españolas dedicadas a la industria extractiva minera, en igualdad de condiciones que los nacionales residentes en España y de acuerdo con lo establecido en este Decreto.

Dos. Para que la participación extranjera exceda del cincuenta por ciento del capital de la empresa objeto de la inversión, se requerirá autorización previa del Consejo de Ministros en la forma y por el procedimiento que se establece en el artículo tercero del Decreto mil setecientos treinta y cinco, de treinta de septiembre de mil novecientos cincuenta y nueve.

Artículo segundo.—Uno. La inversión podrá realizarse según las diferentes modalidades admitidas en el artículo primero del Decreto dos mil trescientos veinte, de veinticuatro de diciembre de mil novecientos cincuenta y nueve, salvo la aportación materializada en equipo capital cuya importación no esté liberalizada, que seguirá sometida al régimen en cada caso vigente.

Dos. Cuando la inversión se realice mediante la adquisición de títulos valores, de renta fija o variable, emitidos por empresas españolas, se aplicará el régimen general establecido en la Orden de la Presidencia del Gobierno de quince de marzo de mil novecientos sesenta y dos, y por tanto no será aplicable por lo que se refiere a las empresas mineras extractivas el artículo séptima de dicha Orden ministerial.

Artículo tercero.—Será aplicable a los titulares de inversiones de capital extranjero, a que se refiere el presente Decreto, lo dispuesto en los artículos primero y segundo del Decreto mil cincuenta y cuatro mil novecientos sesenta y dos, de diecisiete de mayo, de la Presidencia del Gobierno.

Artículo cuarto.—Cuando se trate de Sociedades Anónimas, el número de consejeros no españoles no podrá exceder del proporcional a la parte de capital extranjero, siendo por lo demás de aplicación la Ley de diecisiete de julio de mil novecientos cincuenta y uno que establece el régimen jurídico de tales Sociedades, con la modificación contenida en la Ley ciento sesenta y seis, de dos de diciembre de mil novecientos sesenta y tres.

Artículo quinto.—No podrán solicitar, ni adquirir los permisos y concesiones a que se refiere la Ley de Minas, ni llevar a efecto inversiones de capital en las empresas mineras extractivas españolas, los Estados o Gobiernos extranjeros. Tampoco podrán hacerlo las Sociedades o Entidades de cualquier clase en que dichos Estados o Gobiernos posean más del tercio de los votos en sus Consejos de Administración o Juntas generales de accionistas.

Artículo sexto.—Queda modificado, en cuanto se refiere a la materia regulada por este Decreto y sustituido por lo que en él se establece, lo dispuesto al efecto en los artículos nueve y cincuenta y tres de la Ley de Minas de diecinueve de julio de mil novecientos cuarenta y cuatro, en el artículo tres del Decreto-ley dieciséis mil novecientos cincuenta y nueve, de veintisiete de julio, sobre inversión de capital extranjero en empresas españolas y en los artículos treinta, ciento diecinueve y ciento cincuenta y seis del Reglamento

General para el Régimen de la Minería, aprobado por Decreto de nueve de agosto de mil novecientos cuarenta y seis.

Artículo séptimo.—Se autoriza al Ministro de Industria para desarrollar, dentro de su competencia específica, el contenido del presente Decreto, que entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

PERIMETRO DE PROTECCION DE AGUAS EN LA PROVINCIA DEL SAHARA

Por Orden Ministerial de la Presidencia del Gobierno, de fechas 22 de octubre y 3 de diciembre de 1963, se establecieron los perímetros de protección de aguas subterráneas correspondientes a las áreas de El Aaiun y Villa Cisneros, en la provincia de Sahara. Visto el resultado de las investigaciones realizadas desde aquellas fechas en dicha provincia y el riesgo que supondría la perforación y explotación de los yacimientos de agua subterránea, sin un programa elaborado de acuerdo con los datos regionales que se poseen, se ha dispuesto por Orden de la Presidencia del Gobierno de 26 de enero de 1965, se extienda a la totalidad de la provincia de Sahara lo dispuesto en las Ordenes ministeriales antes mencionadas, referentes a perímetros de protección de aguas subterráneas. Las investigaciones realizadas aconsejan elevar la actual reserva provisional a reserva definitiva, para todos los yacimientos de fosfatos que existen en dicha Provincia. Por cuanto antecede, y en virtud de lo establecido en el Decreto 1.304/1962, de 7 de junio esta Presidencia del Gobierno ha tenido a bien disponer lo siguiente: Artículo 1.º Se eleva a reserva definitiva, a favor del Estado, la totalidad del territorio de la Provincia de Sahara, en lo que a yacimientos de fosfatos se refiere, encomendándose al Servicio Minero y Geológico de la Dirección General de Plazas y Provincias Africanas, las actuaciones previstas por el Reglamento para el Régimen de la Minería en la Provincia de Sahara, Artículo 2.º Se concede al Instituto Nacional de Industria la explotación de los referidos yacimientos en las condiciones establecidas en el Decreto 1.304/1962, de 7 de junio. A tal efecto deberán ser sometidos a su aprobación preceptiva los correspondientes Planes de Labores de las áreas iniciales de explotación, que deberían quedar perfectamente delimitadas y registradas para el otorgamiento de los títulos de concesión. Artículo 3.º Se mantiene en vigor lo dispuesto en la Orden de esta Presidencia del Gobierno de fecha 9 de septiembre de 1947, en cuanto no se oponga a lo establecido en la presente Orden.

RESERVA DE FOSFATOS EN LA PROVINCIA DE SAHARA

Por Orden de la Presidencia del Gobierno de fecha 26 de enero de 1965, se eleva a definitiva la actual reserva provisional a favor del Estado para investigación y explotación de fosfatos en la Provincia de Sahara, y se encomienda al Instituto Nacional de Industria su explotación, así como de todos los yacimientos de sustancias minerales comprendidas en la Sección B del vigente Reglamento para el régimen de la Minería, en la provincia de Sahara.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE ALMERIA

Por Orden del Ministerio de Industria de fecha 3 de febrero de 1965, por la que se prorroga la reserva a favor del Estado de los yacimientos minerales de hierro, plomo, cinc, plata y bario, en determinada zona de la provincia de Almería, establecida por Or-

den ministerial de 20 de enero de 1958, en los propios términos que se indicaban en la citada Orden. Esta prórroga entrará en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la concedida por Orden ministerial de 2 de febrero de 1963, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita, o sea transformada en reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LAS PROVINCIAS DE GUADALAJARA, TOLEDO, CIUDAD REAL Y CUENCA.

Por Orden del Ministerio de Industria de fecha 30 de enero de 1965, se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos en la «Zona Octava», comprendida en las provincias de Guadalajara, Toledo, Ciudad Real y Cuenca. Reservar provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Delimitación, «Zona Octava», comprendida en las provincias de Guadalajara, Toledo, Ciudad Real y Cuenca. Su delimitación es un polígono irregular de lados rectos, cuyos vértices sucesivos son las torres de las iglesias parroquiales de los siguientes pueblos: Trillo, Albalate de los Nogueras, Las Pedroñeras, Pedro Muñoz, Horcajo de Santiago, Pastrana, Brihuega y Trillo. La reserva provisional así establecida no podrá causar limitaciones a los derechos derivados de permisos de investigación solicitados, y a las concesiones de explotación derivadas de los citados permisos que se hallasen otorgados o en tramitación. Esta reserva entrará en vigor a partir del 11 de febrero, expirando cuando se haya elevado a reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de noviembre de 1964, se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Cáceres cuarenta y cinco», término municipal de Torremocha (Cáceres), que se designa a continuación: Paraje «Casa del Gallo», de 32 pertenencias. Punto de partida: Un mojón hecho de cemento y ladrillos, enlucido de forma prismática y remate piramidal, de unos 35 centímetros de altura, sito en el paraje denominado «Casa del Gallo» sobre una roca de granito de unos cuatro metros de altura, orientado con 188,07º de la veleta de la Ermita de Nuestra Señora del Pilar, con una distancia de 254 metros. Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes: Al pararrayos, en la cúspide de la Casa Cortijo del Gallo, E. 15º 38' S. Al vertice geodésico Torrequemada, N. 32º 08' O. A la veleta de la Ermita de Nuestra Señora del Salor, N. 11º 93' O. Desde el punto de partida, en dirección E. 28º 08' S., y a 265 metros, se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, en dirección S. 28º 08' O., y a 300 metros, se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, en dirección O. 28º y 08' N., y a 400 metros, se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, en dirección N. 28º 08' E., y a 800 metros, se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, en dirección E. 28º 08' S., y a 400 metros, se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, en dirección S. 28º, 08' O., y a 500 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 32 pertenencias solicitadas. Todos los rumbos se refieren al Norte verdadero y con centesimales. La reserva provisional así establecida no podrá causar limitaciones a los derechos derivados de permisos de investigación solicitados y a las concesiones de explotación de-

rivadas de los citados permisos que se hallasen otorgados o en tramitación. Esta reserva entrará en vigor a partir del 25 de noviembre de 1964, expirando cuando se haya elevado a reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE CÁCERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de noviembre de 1964, se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Cáceres cuarenta y cuatro», del término municipal de Torreorgaz (Cáceres), que se designa a continuación: Paraje «Las Cuatro Piedras», de 54 pertenencias. Punto de partida, un mojón hecho de cemento y ladrillo, enlucido, de forma prismática y remate piramidal, de unos 35 centímetros de altura, sito en el paraje denominado «Las Cuatro Piedras», del término municipal de Torreorgaz (Cáceres). Dicho punto de partida queda fijado por las visuales siguientes: A la veleta de la iglesia de Valdesalor, O. 1° 30' N. A la veleta de la torre de la iglesia de Torreorgaz, E. 27° 69' N. Al centro del pararrayo del silo de Torremocha E. 22° 97' minutos S. Desde el punto de partida, en dirección S. 15° Este, y a 310 metros, se colocará la primera estaca. Desde la primera estaca, en dirección O., 15 grados S., y a 460 metros, se colocará la segunda estaca. Desde la segunda estaca, en dirección N. 15° O., y a 600 metros, se colocará la tercera estaca. Desde la tercera estaca, en dirección E. 15° N., y a 900 metros, se colocará la cuarta estaca. Desde la cuarta estaca, en dirección S. 15° E., y a 600 metros, se colocará la quinta estaca. Desde la quinta estaca, en dirección O. 15° S., y a 440 metros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro de las 54 pertenencias solicitadas. Todos los rumbos se refieren al N. verdadero y son centesimales. La reserva provisional así establecida no podrá causar limitaciones a los derechos derivados de permisos de investigación solicitados y a las concesiones de explotación derivadas de los citados permisos que se hallasen otorgados o en tramitación. Esta reserva entrará en vigor a partir del 25 de noviembre de 1964, expirando cuando se haya elevado a reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LAS PROVINCIAS DE TOLEDO Y CIUDAD REAL

Por Orden del Ministerio de Industria de 28 de noviembre de 1964, se prorroga la reserva a favor del Estado de los yacimientos de carbón en determinada zona de La Mancha, comprendida en las provincias de Toledo y Ciudad Real, en los propios términos que se indicaban en la Orden de 15 de noviembre de 1962, que establecía la misma, y según el perímetro modificado que acordó la Orden de 4 de septiembre de 1963, que a continuación se expresa: Polígono determinado por los centros de las puertas de las Casas Consistoriales de Almagro, Torralba de Calatrava, Fernán Caballero, Malagón, Villarrubia de los Ojos, Puerto Lápice, Madrideojos, Villacañas, Puebla de Almoradiel, Pedro Muñoz, Tomelloso, Alhambra, San Carlos del Valle, Almagro. Esta prórroga entrará en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la reserva establecida en 15 de noviembre de 1962, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita, o sea transformada en reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de noviembre de 1964, se reservan definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos

los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Badajoz Décima», del término municipal de Albuquerque (Badajoz), que se designa a continuación: Paraje «Piedra Hincada», del término municipal de Albuquerque, de la provincia de Badajoz, de 21 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Décima». Punto de partida, un mojón hecho con cemento y ladrillos, enlucido, de forma prismática y remate piramidal, situado en la parte más alta de unas rocas de granito, a unos 30 metros al O. de Camino del Tarro, en la finca de don Antonio González Cuellas, vecino de Madrid, cuyas visuales en grados centesimales y referidas al N. verdadero, son las siguientes: Al punto de partida de «Badajoz Undécima», O., 16° 38' S. A la esquina NO, casa Vaciatroje, E., 31° 43' S. Al eje torre mayor castillo de Azagala, S., 49° 13' E. Al centro pararrayos, almena mayor castillo de Albuquerque, S., 42° 6' O. El punto de partida queda establecido por la designación que se hace en esta Orden y la demarcación según la Orden ministerial de 1 de septiembre de 1961, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de fecha 11 de septiembre del mismo año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PALMA (TENERIFE)

Por Orden del Ministerio de Industria de 7 de septiembre de 1964, se prorroga la reserva a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en una zona de Caldera de Taburiente de la isla de La Palma (Tenerife), en los propios términos que se indicaban en la Orden de 17 de septiembre de 1958, que se establecía la misma. Esta prórroga entrará en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la establecida por Orden de 14 de septiembre de 1962, expirando a los dos años, salvo el caso de que se prorrogue nuevamente de forma explícita, o sea transformada en reserva definitiva.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 11 de noviembre de 1964, se reservan definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Badajoz Undécima», de los términos municipales de Albuquerque y San Vicente de Alcántara (Badajoz), que se designa a continuación: Paraje «El Tarro-Piedra Hincada», de los términos municipales de Albuquerque y San Vicente de Alcántara, de la provincia de Badajoz, de 36 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Undécima». Punto de partida, de un mojón de unos 30 centímetros en la parte más alta de un canchal de granito a 86 metros de la parte más próxima del camino que se aparta del de San Vicente de Alcántara a Villar del Rey, y a unos 1.450 metros de la casa de la Higuera, cuyas visuales en grados centesimales y referidas al N. verdadero, son las siguientes: Al punto de partida de «Badajoz Décima», E., 16° 38' N. Al eje torre más alta, castillo Azagala, E. 43° 68' S. Al centro pararrayos, almena mayor castillo de Albuquerque, S., 36° 11' minutos O. Al centro chimenea más pequeña casa de la Higuera, S., 15° 32' E. El punto de partida queda establecido por la designación que se hace en esta Orden y la demarcación según la Orden ministerial de 1 de septiembre de 1961, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de fecha 11 del mismo mes y año, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE TERUEL

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1965 se reservan provisionalmente a favor del Estado a partir del 15 de febrero, los yacimientos de minerales radiactivos que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Denominación «Zona Séptima», comprendida en la provincia de Teruel. Su delimitación es un polígono irregular de lados rectos, cuyos vértices sucesivos están constituidos por las torres de las iglesias parroquiales de los siguientes pueblos: Albalate del Arzobispo, Castelseras, Fornoles, Morella, Cantavieja, Miravate, Perales de Alfambra, Torre de los Negros, Moneva y Albalate del Arzobispo.

RESERVA EN UNA ZONA DE LAS PROVINCIAS DE HUESCA, ZARAGOZA Y LERIDA.

Por Orden del Ministerio de Industria de 23 de enero de 1965, se reserva provisionalmente a favor del Estado, a partir de 13 de febrero, los yacimientos de minerales radiactivos que puedan encontrarse en la zona que se designa a continuación: Denominación: «Zona Sexta», comprendida en las provincias de Huesca, Zaragoza y Lérida. Su delimitación es un polígono irregular de lados rectos, cuyos vértices son la torre de la iglesia de Ontiñena, vértice geodésico «Moncalvos», torre de la iglesia de Mayals, torre de la iglesia de Fayón, vértice geodésico de «El Pla» y torre de la iglesia de Ontiñena.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 26 de enero de 1965 se reservan definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «Las Viñas», del término municipal de Alameda de Gardón, de la provincia de Salamanca, de 12 pertenencias, con el nombre de «Salamanca Vigésimo sexta». Punto de partida, un mojón de mampostería de forma prismática cuadrada que termina en un remate piramidal y lleva alojada en su interior y centro una barrena de viento. El orificio de ésta señala el punto para el aplome del aparato. Está colocado en la esquina Sur y por la parte de fuera de la cortina propiedad de don Angel González, en el camino denominado Cañada de las Viñas, en una dirección E. 31° 28' S., y a una distancia de 865 metros del puente de la carretera internacional vieja sobre la Ribera de Dos Casas, cuyas visuales en grados sexagesimales y referidas al N. verdadero, son las siguientes: Al eje del transformador de la mina «Aurora», en Barquilla, E. 33° 17' N. Al centro de la puerta del cementerio de Alameda de Gardón, E. 3° 4' S. Al eje del campanario de la iglesia de Alameda de Gardón, E. 17° 46' S.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 26 de enero de 1965, se reservan definitivamente a favor del Estado, a partir del 13 de febrero, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la

zona que se designa a continuación: Parajes «Teso del Arroyo» y «Las Cuadrilleras», del término municipal de Alameda de Gardón, de la provincia de Salamanca, de 83 pertenencias, con el nombre de «Salamanca Veintisiete». Punto de partida: el centro del puente sobre la Ribera de Dos Casas, de la carretera internacional vieja de Salamanca a Portugal por Fuentes de Oñoro, cuyas visuales en grado sexagesimales y referidas al Norte verdadero, son las siguientes: Al eje de la puerta de la caseta de la finca de don Adolfo Sánchez, N. 3° 21' O. Al centro de la noria del huerto de don Ignacio Bravo, Sur 33° 26' E. y 67 metros. Al extremo más E. del perfil del puente, E. 24° 19' N. y 13 metros.

RESERVA EN UNA ZONA DE LA PROVINCIA DE SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 26 de enero de 1965, se reservan definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Parajes «La Dehesa» y «El Encinar», del término municipal de Villar de Peralonso, de la provincia de Salamanca, de 32 pertenencias, con el nombre de «Ampliación a Salamanca Veintiuno». Punto de partida, la Fuente de las Encinas, situada en la margen izquierda del camino de Villar de Peralonso a Ledesma. Se encuentra en dirección E. 32° 5' N., y a una distancia de 431 metros del punto de partida de la demarcación «Salamanca Veintiuno». Es un mojón de mampostería enlucido con cemento, de forma prismática cuadrada, que termina en un remate piramidal. Está situado en la margen derecha del camino de Villar de Peralonso a Ledesma, cuyas visuales en grado centesimales y referidas al N. verdadero, son las siguientes: Al eje del campanario de la Iglesia de Villar de Peralonso O. 33° 43' S. Al eje de la polea del castillete del pozo «María Teresa» E. 14° 56' N. Al pararrayos del polvorín de la Junta de Energía Nuclear en Villar de Peralonso S. 36° 19' minutos. E. Desde el punto de partida, en dirección S. y a 43 metros 97 centímetros, se colocará la primera estaca. De la primera estaca, en dirección O., y a 65 metros 16 centímetros, se colocará la segunda estaca. De la segunda estaca, en dirección N., y a 100 metros, se colocará la tercera estaca. De la tercera estaca, en dirección E., y a 200 metros, se colocará la cuarta estaca. De la cuarta estaca, en dirección E., y a 100 metros, se colocará la quinta estaca. De la quinta estaca, en dirección E. y a 100 metros, se colocará la sexta estaca. De la sexta estaca, en dirección N., y a 200 metros, se colocará la séptima estaca. De la séptima estaca, en dirección E., y a 200 metros, se colocará la octava estaca. De la octava estaca, en dirección N., y a 200 metros, se colocará la novena estaca. De la novena estaca, en dirección E., ya 400 metros, se colocará la décima estaca. De la décima estaca, en dirección S., y 400 metros, se colocará la undécima estaca. De la undécima estaca, en dirección O., y 200 metros, se colocará la duodécima estaca. De la duodécima estaca, en dirección S., y a 200 metros, se colocará la decimotercera estaca. De la decimotercera estaca, en dirección O., y a 634 metros 84 centímetros, se vuelve a la primera estaca, quedando así cerrado el perímetro.

ADUANAS.—HULLAS

Contingentes arancelarios anuales para la destinada a coquerías siderúrgicas

La industria siderúrgica que utiliza hulla para los hornos de coque viene realizando importantes compras en el extranjero. Desde el año 1962 están suspendidos en el 90 por 100 los derechos arancelarios a la importación de hullas destinadas a estos menesteres. Cree el

Gobierno que conviene dar estado de permanencia legal a dicha política incorporando a la partida 27.01 A del Arancel de Aduanas, la nota siguiente:

«La hulla coquizable, directamente o por mezcla, importada por coquerías siderúrgicas para atender sus propias necesidades será libre de derechos dentro de los límites de un contingente, cuya cuantía máxima será fijada por el ministro de Comercio para cada año natural, aunque será revisable al término del primer semestre de cada año. Dicho contingente será distribuido por la Dirección General de Comercio Exterior, previo informe de la de Minas y Combustibles.»

El contingente en el año 1965 será de 1.200.000 toneladas.

LIBERTAD DE INSTALACION DE INDUSTRIAS

Por Decreto 157 1963, de 16 de enero, se autorizó al Ministerio de Industria para señalar las condiciones técnicas y de dimensión mínima que deberán reunir determinadas industrias.

1 INDUSTRIAS DE LA ALIMENTACIÓN.

1.5 *Fábricas de azúcar*: Dos mil toneladas métricas de remolacha o caña en veinticuatro horas de trabajo.

2. INDUSTRIAS TEXTILES, PREPARACIÓN, HILATURAS, TEJIDOS Y ACABADOS DE FIBRAS TEXTILES NATURALES; ARTIFICIALES Y SINTÉTICAS.

3 INDUSTRIAS QUÍMICAS.

3.1. Industrias de producción de olefinas.

Capacidad de producción superior a 150.000 toneladas métricas al año o 120.000 toneladas métricas al año, en caso de encontrarse la planta integrada en una refinería de petróleo.

3.4. Fabricación de ácidos inorgánicos básicos y amoniaco.

3.4.1. Acido sulfúrico: 500 toneladas métricas al día.

3.4.2. Amoniaco: 500 toneladas métricas al día.

3.5. Electrolisis de cloruro sódico: 30.000 toneladas métricas al año, referidas a sal común.

3.6. *Fabricación de derivados orgánicos de las olefinas, tales como plásticos, óxido de tileno, cauchos, etc.*

3.6.1. Estireno monómero: 30.000 toneladas métricas al año.

3.6.2. Cloruro de vinilo monómero: 50.000 toneladas métricas al año.

3.6.3. Metanol: 30.000 toneladas métricas al año.

4. INDUSTRIAS SIDEROMETALÚRGICAS.

4.1. Industrias siderúrgicas y básicas de metales no férreos.

La capacidad de producción por planta deberá ser, como mínimo, la siguiente:

4.1.1. Siderurgia.

Plantas integrales: dos millones de toneladas métricas al año capacidad de acero.

Hornos altos: 1.600 toneladas métricas al día.

Baterías de coque: 1.000 toneladas métricas al día.

Hornos Siemens: 250 toneladas métricas/colada.

Hornos Bessemer o Thomas: 30 toneladas métricas/colada.

Convertidores L. D. y otros al oxígeno: 80 toneladas métricas/colada.

Hornos eléctricos: 50 toneladas métricas/colada.

Coladas continuas: 250.000 toneladas métricas al año.

Trenes estructurales: 400.000 toneladas métricas al año.

Trenes comerciales: 250.000 toneladas métricas al año.

Laminación de banda en caliente: 1.500.000 toneladas métricas al año.

Laminación de bandas en frío: 500.000 toneladas métricas al año.

Fleje laminado en frío: 50.000 toneladas métricas al año.

Fabricación de hojalata: 120.000 toneladas métricas al año.

Fabricación de chapa galvanizada: 100.000 toneladas métricas al año.

Triñilación: 100.000 toneladas métricas al año.

Ferroaleaciones: 30.000 toneladas métricas al año.

4.1.2. Industrias básicas de metales no férricos:

Cinc: 20.000 toneladas métricas al año.

Aluminio: 20.000 toneladas métricas al año.

Cobre: 20.000 toneladas métricas al año.

Plomo: 20.000 toneladas métricas al año.

5. INDUSTRIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

La capacidad de producción por planta deberá ser, como mínimo, la siguiente:

5.1. *Fabricación de yesos*: 30.000 toneladas métricas al año.

5.2. *Fabricación de ladrillos y tejas*: 15.000 toneladas métricas al año.

5.3. *Fabricación de azulejos*: 150.000 metros cuadrados al año.

5.4. *Fabricación de cemento artificial*: 250.000 toneladas métricas al año.

5.5. *Prefabricados que deban cumplir funciones resistentes en la edificación*: Deberán cumplir los requisitos establecidos en el Decreto 254/1963, de 7 de febrero.

VARIOS

PREMIO «ALONSO DE HERRERA» DE GEOLOGIA

El premio «Alonso de Herrera» de 1964, dotado con 10.000 pesetas, ha correspondido al trabajo titulado «Estudio Geológico del Sector del Pirineo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana», del que es autor el licenciado Juan Rosell Sanuy.

CAPRI DESAPARECERA DENTRO DE MIL AÑOS

Geólogos italianos han determinado que la isla de Capri está llamada a desaparecer bajo las aguas dentro de unos mil años. La isla, según los geólogos, baja de nivel un centímetro por año.

EL DIRECTOR GENERAL DE MINAS ENTREVISTADO EN TVE.

Dentro del programa de «Rueda de Prensa», que emite Televisión Española los lunes por la noche, reuniendo a importantes figuras de la vida política, social y económica española, el día 18 de enero fue entrevistado ante las cámaras el Director General de Minas y Combustibles señor Targhetta. Concurrieron periodistas de Madrid, Barcelona, Gijón y Burgos. Los temas principales que fueron tratados en esta conferencia de prensa se refirieron al petróleo de Ayoluengo, hundimiento de las minas de Reocín (Santander), la minería del carbón en España, así como diversos aspectos que se podrían originar en nuestra integración en el Mercado Común Europeo. Las respuestas del Director General, precisas y concretas, sirvieron para aclarar diversas cuestiones de gran importancia e interés.

MEDALLA DE SANTA BARBARA

El Secretario General de la Organización Sindical impuso la Medalla de Santa Bárbara a un grupo de colaboradores del Sindicato Nacional del Combustible en el día de la Patrona de este organismo.

Figuraba entre los mismos el colaborador del Instituto Geológico y Minero, ingeniero Ruperto Sanz, galardonado con la de oro.

DENOMINACIONES GEOTURISTICAS.

La Orden de fecha 10 de diciembre comienza las inscripciones en el Registro de Denominaciones Geoturísticas creado el 31 de marzo de 1964.

Los primeros lugares inscritos, son los siguientes:

Costa Brava: Litoral de la provincia de Gerona.

Costa del Sol: Litoral de las provincias de Almería (desde el cabo de Gata), Granada, Málaga y Cádiz (hasta Punta Tarifa).

Rías Bajas Gallegas: Litoral de las provincias de Pontevedra (desde la desembocadura del río Miño) y de La Coruña (hasta la desembocadura del río Jallas).

MISION VOLCANICA DE COSTA RICA

A petición del Gobierno costarricense, la Unesco a enviado a Costa Rica, una misión de vulcanólogos compuesta de cinco expertos, bajo la dirección de M Haroun Tazieff (Bélgica), para proceder a un estudio vulcanológico y sísmológico del volcán Irazú, donde la erupción desvasta este país. La misión, que ha permanecido en Costa Rica desde fines de febrero a principios de abril del año 1964, hizo el informe correspondiente, y ha instalado un observatorio sísmológico a la proximidad del cráter. La relación preliminar de la misión ha llamado la atención de las autoridades sobre el peligro que puede correr la villa de Cartago, expuesta a los torrentes de barro que se derrame probablemente en su dirección desde el principio de la estación de lluvias, es decir, desde fin de abril. El Presidente de la República ha dado las órdenes para que estas medidas de protección sean tomadas conforme a las recomendaciones de la misión de la Unesco, y encargar de la dirección de estas operaciones a un funcionario, con categoría de ministro.

COLECCION DE OBRAS CIENTIFICAS

La Comisión de Publicaciones de la División de Ciencias del C. S. I. C. ha publicado la siguiente nota:

«En la producción bibliográfica española se observa una marcada falta de manuales científicos y obras de especialización técnica y de alta cultura. La mayor parte de la bibliografía que hoy, a este respecto posemos, se reduce a traducciones de obras extranjeras.

Por otra parte, el progreso que en los últimos años se ha producido en el ámbito científico y nacional, hace que en la actualidad la ciencia española posea infinidad de figuras relevantes de trascendencia internacional ampliamente capacitadas para redactar las

obras científicas que actualmente nos vienen del extranjero. Por este motivo, la Comisión de Publicaciones de la División de Ciencias del Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha pensado iniciar la publicación de una colección de obras científicas, en las que se incluyan los tratados generales y de especialización, que constarán de un volumen mínimo de 250 a 300 páginas (texto y grabados incluidos) escritas o en español o en cualquier otro idioma de difusión internacional.

Por ello, esta Comisión de Publicaciones se dirige a todos aquellos que puedan estar interesados en la redacción de una obra de las características antes indicadas. Los interesados deberán dirigir una solicitud, a la Comisión de Publicaciones de la División, sita en Duque de Medinaceli, 4, Madrid 14, en la que se indique el título de la obra y sus características, como objetivo y finalidades.

Una vez aceptada por la Comisión de Publicaciones dicha petición, se establecerá un contrato entre el autor y la Comisión de Publicaciones.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES NATURALES
EN SANTIAGO

El que hasta ahora se ha denominado «Centro de Edafología y Biología Vegetal de Santiago», pasará a titularse «Instituto de Investigaciones Geológicas, Edafológicas y Agrobiológicas de Galicia». De la Sección de Petrografía y Cartografía ha sido nombrado jefe don Isidro Parga Pondal.

PROGRAMA ESPAÑOL PARA EL DECENIO
HIDROLOGICO INTERNACIONAL

El Instituto de Hidrología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha preparado por medio de su Comité Nacional para el Decenio Hidrológico, un documentado informe recientemente aparecido.

La Memoria se inicia con unos comentarios y antecedentes relativos a la misión encomendada al Instituto y miembros que forman parte del mismo. Se estudian a continuación las estaciones que tomarán datos para este programa, divididas en dos categorías. Se trata a continuación de todo lo relativo a precipitaciones, evaporación, aguas de superficie, humedad del suelo, aguas subterráneas, nieves y glaciares, aspectos específicos de los balances hídricos, de todo lo cual se obtienen unas previsiones hidrológicas y proyectos para el Decenio. Se estudian asimismo la calidad de las aguas naturales, la influencia del hombre sobre los fenómenos hidrológicos, así como también lo relativo a la erosión, evolución del lecho de los ríos, transporte y depósito de sedimentos. Se hacen también unos inventarios y balances hídricos de las cuencas del Decenio hidrológico, exponiéndose un plan de estudios a realizar. Por último, se trata de investigaciones sobre fenómenos hidrológicos, para finalizar con cuestiones metodológicas y formación e instrucción de hidrólogos en España.

NUEVA PUBLICACION

La Universidad de Oriente, de Venezuela, ha promovido una revista titulada «Boletín de Geomina», cuyo primer número apareció en septiembre de 1964.

Los principales trabajos que figuran en ella son: La Bauxita en la Guayana Venezolana. Anotación sobre la profesión de los Ingenieros Técnicos de Minas en Europa

Central, Subsidios para la historia geológica del Orinoco, Titanio metal del futuro, Geología y vida, Visitas a niveles de trabajo en Madrid, ¿Qué es la Geología? Voladuras con nitrato amonio, Impotencia de la Geología aplicada a la ingeniería de la construcción, Laboratorio de Geotécnica; al final figuran unos organigramas de la Escuela de Ingenieros de Minas e Ingeniería Geológica.

Deseamos a la nueva revista tenga un gran desarrollo y una importante difusión.

PROBABLE CREACION EN MADRID DE UN MUSEO DE CIENCIA Y TECNICA

Ha sido encargada por el Ministerio de Educación Nacional una Comisión, formada por destacadas personalidades españolas, para estudiar la creación en Madrid de un Museo de Ciencia y Técnica. Museos de este tipo funcionan ya en las más importantes capitales europeas, habiéndose fundado la casi totalidad de los mismos entre los años 1920 y 1940. Esta idea se intentó poner en práctica en España durante el reinado de Isabel II.

NEGOCIO PALEONTOLOGICO

Todos los lectores que hayan visitado esa maravilla de la Naturaleza, la Ciudad Encantada, en la provincia de Cuenca, conocerán ya la noticia que damos. Por ser de propiedad privada la finca donde está enclavada la Ciudad Encantada, los guardas y guías dependen del dueño de esta posesión, y uno de aquéllos, encargado además de despachar los billetes de entrada, ofrece al visitante una variada colección de fósiles cretácicos recogidos en las proximidades. El precio oscila entre 5 y 10 pesetas.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

HENRI DUPRAT: *Etude économique du site de Marcoule*. «CEA-A 2541», 46 págs., 1964.

El estudio del vacimiento de Marcoule demuestra que su influencia económica se limita, para la región, al poder de compra distribuido a su personal. Esto arrastra una desproporción, de una parte, entre este poder de compra suplementaria y el conjunto de los mercados contenidos en el área de influencia posible de Marcoule, por otra parte entre la concentración realizada en Bagnols-sur-Cèze y la capacidad de extensión normal de esta aglomeración.

Consta el trabajo de cuatro partes: 1.^a Campo y método de estudio. 2.^a Las dos poblaciones de Bagnols-sur-Cèze. 3.^a Balance del crecimiento Bagnols-sur-Cèze. 4.^a Conclusión.

JACQUES MERILE y ANTOINE GANGLOFF: *Pourquoi continuer à Chercher de L'Uranium?* «CEA-R. 2.002», 14 págs., 1964.

En la conferencia de Ginebra de 1958, fueron expuestas las esperanzas de las reservas francesas de uranio, y las relaciones de las minas y fábricas. Los peligros de sobreproducción masiva han conducido a limitar las producciones, puesto que el subsuelo francés confirmó sus esperanzas. Por ello, los excedentes mundiales de producción suprimieron las necesidades en inmediatos aprovechamientos.

1.^o No obstante el potencial en uranio de Francia en curso de sus racionales investigaciones, sólo aseguran algunos decenios de producción.

2.^o Este desequilibrio es más grave todavía para el conjunto de Europa, en el momento en que se asiste a la expansión rápida de la energía atómica.

3.^o Sobre el plan mundial, se puede esperar que con el cierre momentáneo de las minas, el equilibrio entre producción y consumo se alcanza en diez años, y el aumento de la producción será entonces fácilmente satisfecho por las reaperturas de las minas momentáneamente cerradas.

4.^o Pero, desde 1980, la demanda pasará a la capacidad de producción máxima instalada en 1960-1961.

5.^o A fin del siglo, habrá desproporción entre las reservas de uranio necesarias y las que han sido descubiertas hasta el presente en el mundo, a causa de los esfuerzos considerables de los años 1948-1958.

Por eso no está de más, preocuparse en el descubrimiento de nuevas reservas: a) En los países todavía no prospectados, b) Con la utilización de métodos más finos.

Es por lo que el mercado de uranio, nuevamente castigado por la superproducción anual, subirá de nuevo si la industria minera no está preparada de antemano a una progresión exponencial rápida de 1975 a 1980.

ESTRATIGRAFIA

MARCEL CASTERAS: *Sur la constitution et sur la structure de la couverture crétacée de la Zone primaire axiale pyrénéenne à l'Ouest du Pic d'Anie*. «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 259 (28 octubre 1964), págs. 2.881 a 2.886.

Los autores establecen las siguientes conclusiones en cuanto a equivalencias estratigráficas.

Las observaciones del terreno, como las indicaciones dadas por las microfauas, que encima de las calizas con sílex campanienses tienen una serie maestrichtiense presentan dos facies litológicas diferentes, éstas se reemplazan del Sur hacia el Norte.

Sobre la vertiente española, después de Zurita y el barranco de Petraficha hasta la planicie de Belagua y hasta debajo del Danien de la Queleta, el Maestrichtiense sólo está representado por las facies de calcoesquistos o *Globotruncana*, a Fissurines y con Navarrelles. Sobre la caliza fronteriza (Pico de Arlas, vértice de Leche y pico de Lacoura), las facies Flysch y esquisto-gredosa con Orbitolinas aparecen en la parte superior del Maestrichtiense, sustituyendo a las capas más elevadas de las calizas pizarrosas con Navarrelles. Sobre la vertiente francesa, y en el Flysch esquisto gredoso de Caquia, de Longibar, de Erroimdy se devanece progresivamente, del Sur hacia el Norte y del vértice hacia la base, la serie Maestrichtiense, reemplazando las calizas con Globigerinas que se ven en las márgenes de Trachar y de Cacuetta, disminuir de espesor hacia el Norte, hasta desaparecer sin alcanzar el valle de Saint-Engrace. Este cambio de facies no tiene lugar sin identificaciones múltiples y sin recurrencias esporádicas de uno al otro de los dos tipos litológicos.

Piensen los autores, haber establecido, que las calizas esquistas de coloración clara con *Globotruncata* y con Navarrelles y el Flysch pardo esquistoso gredoso con Orbitolinas, son capas contemporáneas. El estudio del terreno trae en cuenta, el hecho, de que se reemplaza lateralmente, con identificación de dos facies. El estudio de sus microfauas respectivas las atribuye a una y otra al Maestrichtiense. Es verosímilmente en la proximidad de estos macizos de Igouze y de Mendibelza, emergentes del Cretáceo superior y susceptibles de alimentar una sedimentación rítmica rica en aportes terrígenos, donde se debe investigar la explicación de la neta oposición de las facies litoral y groseramente detrítica del Flysch esquisto-gredoso con Orbitolinas de la vertiente francesa y de facies, ciertamente más «lejos de los costados», de los calco-esquistos con *Globotruncata*, sobre todo desarrollados sobre la vertiente española.—L.

H. J. MAC GILLARVY, T. GEEL, TH. B. y ROEP y H. SOEDIONO: *Further notes on the geology of the Betic of Málaga, the subbetic and the zone between these two units, in the region of Vélez Rubio (Southern Spain)*. «Sonderdruck aus der Geologischen Rundschau Band», 53, págs. 233-256, 1963.

Exponen los autores la estratigrafía del Bético de Málaga y del Subbético de los alrededores de Vélez Rubio. Según los autores, ningún movimiento tectónico importante tuvo lugar entre el Paleozoico y el Oligo-Mioceno en el área sedimentaria de la Bética.—C.

FOTOGEOLOGIA

A. DESIO: *Examen fotogeológico de la superficie lunar*. «Revista ALGO», Barcelona, febrero, 1964.

Trata el autor de dar a conocer los estudios que se vienen realizando para conocer la constitución geológica de la Luna. Expone el método fotogeológico y las ventajas del mismo derivadas. Indica también algunas conclusiones a que ya han llegado algunos científicos sobre nuestro satélite. Tal es el caso de la región de Copérnico y áreas circundantes, estudiada por E. M. Shoemaker (del proyecto Ranger) y R. J. Hackman (del Servicio Geológico de California), donde han expuesto la existencia de materiales pertenecientes a cinco periodos geológicos.

FOTOGRAMETRIA

S. W. LOHMAN y C. J. ROBINOVÉ: *Descripción y valoración de los recursos hidráulicos por medio de fotografías*. Informes del X Congreso Internacional de Fotogrametría, Lisboa 1964.

La interpretación de las fotografías aéreas es de un gran valor para todo tipo de estudios hidrológicos. Estas investigaciones pueden abarcar desde el reconocimiento rápido basado únicamente, o al menos en gran parte, en las fotografías aéreas, hasta los estudios de detalle, que implican trabajos sobre el terreno.

Las fotografías aéreas verticales, simples o en pares estereocópicos, las fotografías aéreas oblicuas, los mosaicos aéreos, los mosaicos índices, y las fotografías terrestres simples o estereoscópicas, son documentos de gran valor para ciertas fases de los estudios hidrológicos.

La película infrarroja, es más adecuada que la pancromática en algunos casos. Las técnicas fotogramétricas de medida de distancias horizontales o verticales sobre pares estereoscópicos tienen una gran aplicación en hidrología. Las técnicas de percepción a distancia a base de las imágenes infrarrojas y los sistemas de microondas, tienen cierto valor en algunos estudios hidrológicos, pero queda mucho para esclarecer en cuanto a sus verdaderas posibilidades.—L.

JACQUES GAUSSENS, NICOLÁS MOULLE, FRANCOISE DUTHEIL y JEAN ALDEBERT: *Aspect économique des Réacteurs produisant de l'électricité et de la chaleur industrielle*. «CEA», R. 2.685, Geneve, 1964.

El interés económico de las centrales nucleares productoras de electricidad decrece cuando la potencia disminuye. No obstante, cuando se asocia una turbina a contrapresión a reactor, y si es posible utilizar en buenas condiciones el calor residual, se puede mostrar que en ciertas condiciones bastante realistas, los equipos nucleares de una potencia unitaria poco elevada, pueden ser competitivos con equipos convencionales. Esta comunicación tiene por objeto poner en evidencia cuáles son estas condiciones particulares de rentabilidad de energía nuclear. Ellas están ligadas a la localización de las centrales y a su contexto económico general, a la estructura de la demanda de energía eléctrica y tér-

mica, a la cual debe satisfacer, al nivel de costos de los combustibles y de las investigaciones específicas nucleares y clásicas.

Estas condiciones de rentabilidad conducen a admitir para los reactores así utilizados ciertamente características técnicas y económicas, fuera de las cuales la competición es improbable.

Se sitúan, por otra parte, estos resultados con relación a la marcha potencial de vapor y de la electricidad, y así conducen a examinar ciertas utilidades del calor de las centrales mixtas, tales como la alimentación de complejos industriales, de diversos tipos de calor urbano, o de desalamiento del agua del mar.

GEOFISICA

Boletín Sismológico de los sismos próximos. Laboratorio Central de Sismología, número 4, 1964.

Se recogen en este Boletín los sismos próximos que tuvieron lugar durante el segundo cuatrimestre de 1964. Esta es ya la cuarta publicación de este Boletín, que resulta de gran utilidad para múltiples investigadores y técnicos.

Se incluye en el Boletín, una nota informativa sobre los sismos de Orce y Galera, del mes de junio, realizada por el señor López Arroyo.

GEOGRAFIA

J. VILA VALENTÍ: *Características de las regiones naturales españolas.* «Las Ciencias», número 2, págs. 97-103, 1964.

Estudia en primer lugar el autor el concepto de región natural, refiriéndose a continuación a las Divisiones regionales de España, recordando a este respecto los trabajos de Juan Dantín Cereceda y Eduardo Hernández-Pacheco. Expone posteriormente unos criterios para la división de España en regiones naturales, basándose en los cuales establece 10 regiones diferentes, a las que añade unas bandas de transición. G.

ANTONIO COLINO LÓPEZ: *El Universo (Notas de un aprendiz de Cosmología).* Curso 1964-65. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 31 págs. Madrid, 1964.

El discurso que hacemos referencia estuvo dividido en las siguientes partes:

La vida de una estrella, en el que considera como final la vejez de la estrella

Las dos ventanas al Universo, en el que considera la que denomina segunda ventana, que es la Radioastronomía y la Neutriastronomía.

La tercera parte es una serie de consideraciones cosmológicas

Después del estudio de cada uno de los diversos puntos, establece como conclusión, que uno de los mayores triunfos de la teoría de la creación continua, estriba en haber espolado las teorías de la nucleogénesis, poniendo de manifiesto que los elementos se pueden formar permanentemente en los hornos nucleares de las estrellas, sin necesidad de recurrir a las condiciones especiales del día de la Creación. L.

C. M. HORAÍN: *L'identité des lieux de la Jordanie et de l'Arabie.* Gand, 1964. 71 págs.

A los científicos, intérpretes de obras antiguas de Jordania y de Arabia, se les presentan dificultades al localizar los lugares referidos en dichas obras, y es de gran utilidad la tabla

que comentamos, por figurar en ella por orden alfabético 931 lugares correlacionados entre las denominaciones antiguas y las contemporáneas. Clasifica como denominaciones antiguas, las anteriores a 1857, y desde esta fecha como modernas.

Comienza la obra con una tabla de las obras y revistas donde se han obtenido las denominaciones aludidas. Continúa otra de abreviaturas del texto.

El catálogo topográfico consta de dos columnas, la primera es la correspondiente a los nombres antiguos, ordenada alfabéticamente, y la segunda, la correspondencia moderna de algunas obras antiguas. Como observación final indica que la descripción del Sinaí se refiere al complejo de valles y montañas con ruinas designadas con el nombre de Petra, mientras que la Isla de Sinaí, denominada así falsamente, corresponde a la Etiopía bíblica.— L. DE A.

GEOLOGIA

L. SÁNCHEZ DE LA TORRE: *El borde mioceno en Arcos de Jalón.* «Estudios Geológicos», volumen XIX, págs. 109-136, diciembre 1963.

El autor de este artículo, profesor de Cartografía Geológica en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, realiza un detallado estudio del borde del Mioceno de la cuenca del Duero en las cercanías de Arcos de Jalón.

Después de un breve repaso a los trabajos ya publicados sobre esta zona, trata de la Estratigrafía, realizando diversos cortes minuciosos representados gráficamente. Aplica a estas serie de cortes el «análisis secuencial» de Lombard, trazando las curvas litológicas de los mismos.

Trata también los aspectos tectónicos, morfológicos y de dinámica y sedimentación del Mioceno en la región estudiada.

Acompañan siete láminas y un Mapa geológico, en colores, escala 1:25.000, de la zona. El presente trabajo constituye una interesante aportación al estudio del Mioceno en la cuenca del Duero.

M. MAURICE MATTAUER: *Sur les schistosités d'âge tertiaire de la zone axiale hercynienne des Pyrénées.* «C. R. Acad. Sc. Paris», t. 259, págs. 2.891-2.894 (28 octubre 1964).

La presencia de esquistosidades de edad terciaria en el seno de la zona axial hercyniana queda bien establecida. Numerosos estudios y detalles son evidentemente necesarios para poner en evidencia el estilo exacto de las formaciones que acompañan estas esquistosidades. El material hercyniano pudo ser intensamente sometido a movimiento durante el Terciario. Es una conclusión a la cual llegó también R. Mirouse, que sin utilizar la microtectónica, ha podido mostrar que, en ciertas zonas de la parte occidental de la zona primaria axial, el material hercyniano ha reaccionado a la tectónica terciaria de manera relativamente violenta, y no se comporta de la manera de un zócalo rígido.

El estudio de la tectónica terciaria de la zona axial hercyniana, hecho con ayuda de la microtectónica, permite no solamente conocer mejor la tectónica terciaria del Pirineo, sino evidenciar también los caracteres de la tectónica hercyniana verdadera. Cuando la tectónica y la microtectónica terciaria han sido estudiadas con detalle en el conjunto de los Pirineos, la tectónica hercyniana de esta cadena puede ser eficazmente reconstituida.

O. J. SIMÓN: *The Almagro unit: a new structural element in the Betic zone Geologie en Mijnbouw-33c* págs. 331-334, julio, 1964.

Investigaciones recientes en las Sierras de Almagro y de Enmedio, situadas en la parte sudeste de las Cordilleras Béticas, han revelado la presencia de la unidad llamada unidad Almagro, que tectónicamente yace debajo de rocas del complejo alpujarrido y del Bético de Málaga. Se comentan varias hipótesis con relación a la zona de deposición de las rocas de dicha unidad Almagro. En consideración a las investigaciones efectuadas hasta ahora, el autor se inclina a creer que esas rocas fueron depositadas al norte del complejo Nevado-Filabride. De acuerdo con este orden de ideas, la unidad Almagro representaría un nuevo elemento estructural en la zona bética ss. No obstante, el autor insiste en la necesidad de realizar investigaciones más detalladas a fin de comprobar la exactitud de esta hipótesis de guía.

R. HOEPPENER, P. HOPPE, H. MOLLAT, S. MUCHOW, ST. DURR y F. KOCKEL: *Über den Westlichen Abschnitt der Beticen Kordillere und Seine Beziehungen zum Gesamtrogen*. «Geologischen Rundschau 53», págs. 269-296, 1963.

La porción occidental de la cordillera Bética entre Guadalhorce y Campo de Gibraltar, constituye un proceso de transición entre los desarrollados de tipo europeo y de tipo africano, de este segmento de la cadena que contornea la parte occidental del Mar Mediterráneo.

Las sucesiones estratigráficas en cada una de las unidades tectónicas de esta región, están enlazadas las unas a las otras por transiciones de facies que, hasta el Jurásico, son en favor de una disposición de áreas de sedimentación, conforme a la sucesión de unidades, tales como se encuentran hoy día del Sur hacia el Norte. A continuación de los movimientos, las unidades meridionales han sido, durante el Jurásico, removidas las unas sobre las otras según una sucesión de capas, de manera que las más altas de entre ellas están en la proximidad de las unidades septentrionales y son unidas con ellas por sedimentos parecidos. Durante el Terciario, los movimientos consolidan de manera definitiva las estructuras antiguas.

H. J. NIJHUIS: *Plurifacial Alpine Metamorphism in the South-Eastern Sierra de los Filabres South of Lubrin (Spain)*. (Tesis para la obtención del grado de Doctor). Amsterdam, 1964.

El área objeto del estudio, que se halla situada al sur del pueblo de Lubrín en el extremo este de la Sierra de los Filabres (provincia de Almería), se compone de rocas metamórficas de origen sedimentario e ígneo. El trabajo trata principalmente de la evolución a través del tiempo del metamorfismo de edad alpina.

Geológicamente, la Sierra de los Filabres forma parte de la zona bética s. s. de Fallot (1948). En general se reconocen en esta zona tres importantes complejos de unidades tectónicas. El más bajo es el complejo Nevado-Filabride, que comprende a la vez los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada» y la «Mischungszone» (zona de mezcla), citados por autores anteriores, y que ha sido afectado por metamorfismo de medio grado de edad alpina. Regionalmente aparece recubierto por el complejo alpujarrido, en el cual el metamorfismo alpino es en general de grado bajo. Este complejo, a su vez, está recubierto por el Bético de Málaga, que no ha sufrido ninguna o casi ninguna influencia de metamorfismo de edad alpina.

La parte superior de las Nevado-Filabrides, que antes se designaba con el nombre de

«mischungszone», aflora en el área investigada. Dominan la estructura de esta área, dos grandes planos sobrecorridos, de ángulo suave, de edad alpina (posttriásica), que dividen la sucesión de estratos en tres unidades tectónicas superpuestas, a saber, de abajo a arriba: 1) La unidad de Nevado-Lubrin, 2) La unidad de Chive; y 3) la unidad de Bedar. En el área que abarca el mapa, la primera y la última sólo afloran en parte. Tanto por lo que se refiere a su grado de metamorfismo y de deformación, como a su estratigrafía, las varias unidades tectónicas muestran una semejanza notable. El autor opina que cada unidad se caracteriza por una base de rocas prepermianas, cubiertas por rocas más jóvenes, en parte triásicas, en una sucesión estratigráfica considerada como normal, aunque a menudo apreciablemente reducida. Un adelgazamiento destacado caracteriza los planos sobrecorridos; hacia el norte, por ejemplo, rocas cada vez más jóvenes de la unidad de Chive están en contacto con rocas cada vez más antiguas de la unidad de Nevado-Lubrin. Una intercalación discontinua de serpentinitas separa la unidad de Chive de la unidad de Bedar superyacente.

Debido a que, lo mismo que en otras partes de las Nevado-Filabrides, no se han encontrado fósiles, y como sólo se disponía de los resultados de una determinación radiométrica de edad, la evaluación de la misma en las rocas encontradas en las varias unidades tectónicas, se basa principalmente en la correlación litológica con rocas fuera de la zona de las Nevado-Filabrides, como son las Alpujarrides epimetamórficas, parcialmente fosilíferas.

La base de las unidades de Chive y de Bedar está formada por el complejo prepermiano-esquisto grafitico-gneis-turmalínico. Este complejo se compone principalmente de rocas metasedimentarias parcialmente grafitadas (esquistos micáceos granatíferos, localmente con estauroлита, cianita y cloritoide; cuarcitas, mármoles; esquistos micáceos calcáreos) y metamorfitas íntimamente asociadas de origen al menos en parte magmático (gneises glandulosos, pasando a gneises de grano uniforme por una parte, y a gneises graníticos y metagranitos por otra). Como vestigios de su fase granítica, las rocas feldespáticas contienen grandes megacristales de pertita microclina, que a veces comprenden pseudomorfo a continuación de cuarzo formado de alta temperatura. Son minerales metamórficos, probablemente de edad alpina, la turmalina, microclina, albita, cuarzo y moscovita. Determinaciones radiométricas de edad indican que los granitos se remontan al Carbonífero superior (300 millones de años). Rocas ricas en diópsido, ocasionalmente encontradas en la vecindad de los gneises, pueden representar productos hercínianos de metamorfismo de contacto. Las rocas metasedimentarias del complejo son polimetamórficas y acusan la influencia de metamorfismo, tanto alpino como premesozoico (¿en parte presiluriano?). A este último se le considera responsable de la existencia de estauroлита y cianita en los esquistos micáceos granatíferos. La secuencia de rocas más baja de la unidad de Nevado-Lubrin está formada por los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada», que son mayormente esquistos micáceos granatíferos grafitados y cuarcitas intercaladas, los cuales no afloran en el área que abarca el mapa.

Los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada» aparecen normalmente cubiertos por el complejo de esquistos de Tahal, atribuido al Triásico inferior y/o, a un escalón más antiguo una gruesa secuencia de esquistos micáceos fino-cristalinos y cuarcitas con una zona rica en conglomerados en sus partes más bajas. El autor opina que los minerales metamórficos de los esquistos de Tahal de nuestra área son de edad alpina. La presencia de cristales cloritoideos y cianíticos corroídos por clorita, paragonita y estilpnomelana, los bordes de biotita que aparecen alrededor de estos productos de alteración y la presencia de cristales listados feldespáticos de albita con bordes estrechos de oligoclasa rica en calcio, indican la recristalización de las rocas en fases metamórficas. Los equivalentes de los esquistos de Tahal en la unidad de Chive están formados probablemente por una faja delgada y discontinua de rocas comparables, como los esquistos de Colmenica.

Los esquistos de Tahal y de Colomenica están cubiertos por secuencias de rocas predominantemente calcáreas de edad triásica (¿y más jóvenes?), a saber, la zona brechada de mármol de Huertecica y los mármoles anfíbolitas de Atalaya, respectivamente. La Atalaya se compone de mármoles calcíticos y dolomíticos, con numerosas intercalaciones, comúnmente concordantes, de anfíbolitas albiticas epidóticas, que son particularmente abundantes en la parte superior de la secuencia. El autor opina que las anfíbolitas, que contienen pseudomorfo alargados de feldespato, se han originado de rocas líticas ígneas que tienen, al menos en gran parte, un carácter intrusivo. La presencia de cristales compuestos agrietados de anfíbol con núcleos glaucófano más antiguos y bordes de color verde azulado más jóvenes, así como de porfidoblastos postcinemáticos de albita con bordes de oligoclasa rica en calcio, indican la naturaleza plurifacial del metamorfismo alpino. Anfíbolitas parecidas forman la parte superior de la zona de Huertecica. Sus partes más bajas contienen mármoles calcíticos y dolomíticos, yeso, metabasitas no esquistosas, generalmente blastofíticas y capas muy delgadas de esquistos micáceos y cuarcitas. Todo parece indicar que se debe en gran parte a la influencia de movimientos entre la unidad de Chive y la de Nevado-Lubrin, y que los componentes de la zona de Huertecica revisten, por lo general, un carácter intensamente brechiforme.

Las partes superiores de las unidades de Nevado-Lubrin y de Chive están formadas por los esquistos anfíbolíticos micáceos de Muñoz, que hacia arriba pasan a los mármoles y esquistos de Las Casas. El autor cree que ambos son de edad triásica (¿más jóvenes?). La Muñoz comprende una secuencia heterogénea de esquistos anfíbolíticos micáceos y rocas anfíbolíticas afines, con glaucófano, anfíbol verde azulado, piroxeno sódico, albita, oligoclasa, paragonita, clorita granate y cuarzo, que forman fajas de muy variada composición mineralógica. Mármoles y esquistos micáceos, cuarcíticos y calcáreos se hallan localmente intercalados. No se encontró ningún vestigio magmático. Con reserva se sugiere que los esquistos micáceos anfíbolíticos y rocas afines representan tobas básicas metamorfizadas y/o tobitas, o bien sus equivalentes resedimentados. Las rocas han sido afectadas por varias fases de metamorfismo alpino, como lo evidencian, por ejemplo, la presencia de cristales compuestos de anfíbol, formados en rotación, junto a porfidoblastos de albita estáticamente formados, con bordes de oligoclasa; la presencia de vestigios armados de cloritoide y glaucófano en cristales granitíferos formados en rotación que están parcialmente transformados en clorita; y la corrosión de piroxeno sódico por anfíbol verde azulado. La de Las Casas se compone de rocas calcáreas y esquistos micáceos granitíferos cuarcíticos, parecidos a los intercalados en los esquistos micáceos anfíbolíticos.

Las rocas de nuestra área están plegadas, tanto en escala grande como en escala pequeña, alrededor de ejes de plegamiento que buzan de 10° a 30° en una dirección entre N. 100° y 115° E. En los esquistos de Tahal se observaron ejes de plegamiento cruzados.

El metamorfismo alpino muestra en cualquier lugar una evolución marcada a través del tiempo. Dicha evolución se ha operado en cuatro fases sucesivas, individualizadas cada una por una serie particular de minerales metamórficos, típica de una determinada facies metamórfica. Minerales característicos de las cuatro fases fueron encontrados ocasionalmente en una misma muestra. La fase más antigua de metamorfismo alpino registrada, se presenta en la facies esquisto glaucófano de Eskola (fase I) y dio origen a glaucófano, piroxeno sódico, cuarzo, epidota, cloritoide, cianita, granate y paragonita. Este conjunto está sobrepuesto y, en medida considerable, reiterado por recristalización posterior en la subfacies cuarcítica-albitica-epidótica-almándina de la facies esquisto verde (fase II), originado, entre otros, anfíbol verde azulado, albita, epidota, granate, paragonita, moscovita y cianita. Los conjuntos de glaucófano y de anfíbol verde azulado se han formado bajo condiciones predominantemente sincinemáticas. Terminada la fase II, se inició un período de recristalización estática y la textura esquistosa formada durante las fases I y II está sobrepuesta por una porfidoblastosis de, entre otros, albita, clorita, paragonita y estilpno-

melana pertenecientes, probablemente, a la subfacies cuarcítica-albitica-clorítica-moscovítica de la facies esquisto verde (fase III). En cuanto al grado de metamorfismo alpino, llega a su climax con la producción postcinemática de minerales del conjunto de la facies almándina anfíbolítica (fase IV): estaurólita, cianita, biotita, oligoclasa rica en calcio y, en algunas brechas calcáreas, aún más piagioclasa cálcica, que varía de oligoclasa, a anortita (An_{100}).

En vista de nuestro conocimiento actual de las condiciones de formación de ciertos minerales de la facies esquisto glaucófano, parece ser probable que la primera fase de metamorfismo alpino registrada en nuestra área se produjera a una profundidad considerable, condición que en nuestro caso sólo pudo cumplirse después de un período prolongado de sobreescurrecimiento. El autor cree que durante la porfidoblastesis estática de las fases III y IV hubo una pendiente más pronunciada en los gradientes térmicos, a consecuencia de un flujo térmico, procedente de una fuente magmática más profunda.—L.

M. MICHEL SEGRET: *Sur le style en têtes plongeantes des structures pyrénéennes de la zone des Nogueras (versant Sud des Pyrénées centrales)*, «C. R. Acad. Sc. Paris», tomo 259, págs. 2.895 a 2.898 (28 octubre 1964).

El autor muestra que los macizos en cuestión están acarreados, que descienden de Norte a Sur, y han adquirido por la serie de movimientos posteriores a su puesta en sitio, una dirección de cabezas hundidas.—L.

CHARIGUIN: *Geología general*. Ediciones Grijalbo, S. A., 428 págs. en cuarto, 159 figuras. Barcelona-México, D. F. 1964 (impreso en Barcelona).

La «Geología general» de Chariguin es un tratado general de Geología, que todos abriremos con gran curiosidad, ya que procede de un país tan remoto por la distancia y aún más por las circunstancias. Pero además, Rusia es un país de gran tradición geológica, y el conocimiento de su subsuelo y de las técnicas necesarias para llegar a él han seguido un desarrollo parecido al de los países más occidentales. Por su enorme superficie es lógico que contuviera grandes y variados recursos minerales, algunos conocidos desde tiempo remotos. Pero era de esperar, como así ha ocurrido, al igual que en los Estados Unidos de América, que con la expansión de la población y su asentamiento en zonas vírgenes o casi vírgenes y con el paralelo adelanto de la industrialización, tan rápido en los últimos años, no sólo hubiera una gran apetencia de productos minerales, sino que además, al disponerse de una técnica mucho más avanzada y depurada, los conocimientos geológicos se ampliasen en gran escala, tanto en amplitud como en profundidad.

Así ha ocurrido, en efecto, en Rusia. No sólo el número de geólogos activos es de muchos millares, sino que se han descubierto muy importantes riquezas minerales y se ha adelantado mucho en el conocimiento geológico del suelo y subsuelo.

Por consiguiente, hay y habrá en todo el mundillo geológico una gran curiosidad por conocer el tinglado de la geología rusa.

Durante muchos años la comunicación fue casi total, pero ya hace tiempo que esta cerrada reserva se fue abriendo gradualmente. No sólo se hicieron más frecuentes los contactos entre los geólogos rusos y los de otros países en congresos, comités de estudios, etcétera, sino mucho más abiertos, y no sólo de Rusia hacia fuera, sino también desde fuera hacia la URSS.

Por lo que se refiere a nuestro país, la repatriación de técnicos trajo algunos pertenecientes a especialidades de las ciencias de la Tierra, y por ellos hemos podido conocer

sus técnicas, sus avances, su manera de entender la geología y de preparar el personal, en una palabra, su concepto de esta disciplina como ciencia pura y aplicada.

Finalmente, en los últimos años son muchas las publicaciones geológicas rusas que se traducen a idiomas europeos, sobre todo al inglés y al francés, por editoriales, asociaciones o Comités dedicados especialmente a esta tarea.

El gran público, en cambio, ignoraba por lo general estas actividades, y sin duda me recerá no sólo su curiosidad, sino también su interés, por esta publicación que aparece elegantemente presentada por una introducción del Prof. Francisco Hernández-Pacheco.

Su materia aparece dividida en tres partes principales, la primera que explica los elementos de Mineralogía, Petrografía y Tectónica necesarios a la comprensión y desarrollo de la tercera parte que estudia la geología dinámica, tanto externa como interna, mientras que la segunda parte describe la Tierra como astro.

El libro está escrito para el nivel universitario o de Escuela Técnica Superior, como preparación a los posteriores estudios de especialización o como fundamento general para técnicos no especializados.

El tratado se inicia con una Introducción en que el autor pasa un vistazo sobre todas las cuestiones de la geología, para exponerla como un conjunto y que se aprecie el encaje y la misión de cada parte componente.

En la introducción se define la geología y se distinguen las diferentes disciplinas que la componen o en las que se basa, haciendo breve mención de los fenómenos geológicos más trascendentales y de los materiales que componen la corteza terrénea. Describe sus fines teóricos y prácticos, y se ocupa de los principios y métodos geológicos que orientan mentalmente esta ciencia sobre los principios actualistas en que se apoya.

Subraya la importancia del factor tiempo, que tan indeleble sello estampa en la geología, que es de este modo una ciencia histórica, y pasa a describir la división de la historia de la Tierra a lo largo de los tiempos geológicos en periodos que facilitan su comprensión y la enunciación de su historia.

En la primera parte incluye elementos de mineralogía y petrografía y pasa, curiosamente, a la descripción de los principios mecánicos de deformación de las rocas o tectónica, que trata con habilidad.

La parte segunda estudia la tierra como astro y la desarrolla con minuciosidad mayor que lo corriente en textos de este nivel.

La parte tercera estudia en primer lugar la geodinámica externa y desarrolla con especial amplitud los fenómenos glaciáricos, tan importantes en su país. En cambio, el concepto de facies aparece poco desarrollado, quizás porque se prevé su estudio mucho más detallado en las especializaciones, sobre todo en petróleos, de las que este texto es preparatorio.

El fenómeno metamórfico aparece desplazado en forma que nos es corriente en este tipo de libros y que no parece muy lógica.

Finalmente desarrolla la geodinámica interna y las hipótesis geotectónicas que desarrolla, a escala del globo, los principios mecánicos expuestos anteriormente y sobre todo se eleva a las causas.

Termina con una reseña histórica de la evolución de los conocimientos geológicos, y es interesante que se haga así porque existe una tendencia en los modernos textos a eliminar parte de tan instructiva como formativa y que, yo al menos, estimo indispensable para la formación de la mente del geólogo.

Se trata, en resumen, de una obra útil y muy interesante, de la categoría y estilo de las obras occidentales de su nivel, sin que ofrezca por otra parte novedades salientes, salvo alguna en la ordenación de las materias.

Sólo el nombre del autor, y los ejemplos, sugieren un origen distinto de las obras a que estamos acostumbrados.

Su presentación es buena, tanto por la calidad del papel y de la composición, así como por la profusión de los grabados. La traducción es correcta. Merecería la pena corregir en futuras ediciones las erratas escapadas, alguna de ellas bastante saliente.—J. M. R.

J. ROUEL: *Manual de Geología Agrícola*. Editores J. B. Baillière e hijo, 218 págs., 24 figuras, Paris, 1964.

Dentro de la Colección de Enseñanza Agrícola de esta Editorial francesa, y en su sección Ciencias y Tecnología, acaba de aparecer recientemente (octubre 1964) el libro que comentamos, destinado principalmente al uso de los alumnos de Escuelas de Agricultura.

Está dividido en tres partes. La primera abarca aspectos generales de la Tierra y la corteza terrestre, así como el estudio de las propiedades ópticas, físicas y químicas de los minerales, enfocadas sobre todo al punto de vista agrícola.

La segunda recoge en sus capítulos, el estudio de las rocas, fenómenos geológicos que originan su alteración, así como nociones de estratigrafía y edafología. Por último, la tercera parte estudia las eras geológicas, principios de cartografía geológica y grandes rasgos de las regiones naturales de Francia. Finaliza el libro con un capítulo titulado «La Geología y el hombre», de gran interés.—J. G. G.

GEONUCLEONICA

PIERRE MAGET, PAUL VERTES y FRANCIS BAZILE: *Evolution de L'Industrie de L'Uranium en France*. «C. E. A.-R. 2.077», 15 págs., 1964.

El desarrollo de la industria francesa del uranio en los últimos años está sobre todo caracterizada por la finalización de programa de equipo de los conjuntos mineros y sus fábricas de tratamiento comenzados en 1958.

Permite alcanzar desde 1961, una capacidad de producción alrededor de 200 toneladas de metal, contenido en la concentración de unas 1.800 toneladas de metal nuclearmente puro.

Las prospección e investigaciones en Francia llevados por el Comisariado y la Industria privada, han conducido a una consideración satisfactoria de las reservas explotables, al desarrollo de dos distritos uraníferos nuevos: uno del tipo clásico en Francia, en las formaciones cristalinas al Sureste del macizo central, y el otro en las formaciones sedimentarias permianas del departamento de Hérault.

La extracción de los minerales está esencialmente asegurada por el Comisariado de Energía Atómica en los tres distritos mineros de Vendée, de Limousin y de Forez; la industria privada no ha podido crear ningún conjunto de producción importante en la coyuntura de los años últimos.

Los procedimientos de concentración por vía física fueron poco a poco abandonados, a excepción del estruido radiométrico en continuo en la fábrica de Basines y de minerales uranotorianíticos de Madagascar.

La producción de concentrados uraníferos es asegurado en dos formas: Por una parte, dos fábricas químicas de una Sociedad mixta, Comisariado e industria privada y la Sociedad Industrial de Minerales del Oeste, producen uranatos de magnesio, siguiendo un procedimiento clásico, en Vendée y en la Crouzille. Por otra parte, dos fábricas del Comisariado: la una llevada por la misma Sociedad en Forez, la otra explotada directamente por ella, en Gueutnon, en el Distrito Minero de Grury, actualmente inactivo, produce nitrato de ura-

nilo: la primera a partir del mineral extraído en la Forez, la segunda a partir de los preconcentrados de uranio de magnesio importados del Gabón.

Dos fábricas pertenecientes al Comisariado aseguran la transformación de los concentrados en productos nuclearmente puros: a) La de Bouchet, explotada por la C. E. A. b) La de Malvesi, por una sociedad mixta de Comisariado e industria privada, la Sociedad de Refinado del Uranio.

Esta última tiene una capacidad de producción casi doble que la de Bouchet y utiliza los mismos procedimientos de fabricación.

La mayor parte de la producción de uranio metálico está bien asegurada por la calcio-termia, pero la fábrica de Bouchet está equipada para la magnesioterapia y produce corrientemente con este último procedimiento.

El fluoruro de uranio es obtenido por una técnica propia del procedimiento francés, en hornos verticales combinados, asegurando la transformación directa de trióxido (UO_3) de fluoruro, de ley muy baja de oxígeno, permitiendo así rendimientos de elaboración particularmente interesantes. El equipo de la fábrica de Malvesi será modernizado en plazo corto para la utilización de este procedimiento.

En la fábrica de Bouchet, se encuentra igualmente la instalación de tratamiento de concentrados de uranotorimanita, importados de Madagascar. Los procedimientos empleados inicialmente, basados sobre la purificación por solvente y la separación oxálica, fue reemplazada por un procedimiento más moderno, basado en la disolución selectiva, que permite obtener los nitratos puros en excelentes condiciones.

IRMA LAMBERT: *Separation isotopique des éléments Lourds* (C. E. A. R. 52), 19 págs., 1964.

Pasa la autora revista a los métodos de separación de isótopos naturales de productos pesados: Mg, Tl, Pb y Ur, a excepción de la separación electromagnética, de la centrifugación y de la difusión gaseosa.

1.º Los procesos estáticos reversibles ponen en juego los equilibrios entre dos fases.

2.º Los procesos estáticos reversibles: electromigración, difusión técnica y destilación molecular.

3.º La separación fotoquímica en el caso particular del mercurio.

Ninguna de estas técnicas dio resultados satisfactorios para el plomo y el talio. La fotoquímica permite aislar los isótopos 198 y 200 del mercurio a estado casi puro. De los numerosos métodos y ensayos para la separación $^{235}U/^{238}U$, sólo la difusión térmica permite un preenriquecimiento en vista de separaciones electromagnéticas o por difusión gaseosa.

GEOQUÍMICA

R. DIOS VIDAL: *Poder generador de radón en suelos gallegos, en relación con otros grandes grupos mundiales y con el contenido en plomo total*. «Anales de Edafología y Agrobiología», tomo XXIII, núms. 1 y 2, enero-febrero, págs. 53-63, 1964.

Se presentan los datos relativos al poder generador de radón 222 de diferentes suelos de pradera gallegos —formados sobre roca madre, granito y gneis y 160 cm de pluviosidad media— y se comparan sus actividades con otros grandes grupos mundiales. Se dan los valores de radón, liberados por el suelo en agua hirviendo y en suspensión amoniacal. La acumulación de plomo en suelos y su absorción por plantas naturales dominantes en las zonas de recogida de muestras, parecen guardar poca relación con la generación de radón,

aun cuando el suelo de más alto radón generado es el de mayor concentración en Pb en suelos y plantas.—G.

R. LACUNAS GIL: *Estudio comparativo de distintos métodos de extracción de hierro, cobre y manganeso de suelos forestales*. «Anales de Edafología y Agrobiología», tomo XXIII, números 1 y 2, enero-febrero, págs. 81 y ss., 1964.

El contenido de elementos traza del suelo depende casi completamente de las rocas de que deriva y de los procesos de transformación, tanto geoquímicos como edafológicos a que han estado sujetos. Estos elementos se presentan en distintos estados de valencia, que condicionan a su vez sus estados de solubilidad. Desde el punto de vista de la fertilidad interesa conocer bien estos estados. Los estudios se han llevado a cabo en suelos forestales de los Pirineos.

E. BESOAIN, J. M. SERRATOSA y A. HIDALGO: *Espectros de absorción infrarroja de la fracción arcilla de suelos volcánicos de Chile*. «Anales de Edafología y Agrobiología», tomo XXIII, núms. 5-6, págs. 293-304, mayo-junio, 1964.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas representan en Chile alrededor de 4.000.000 Ha. En ellos hay dos formaciones predominantes: los suelos holocénicos pardo amarillentos y los pleistocénicos, pardo-rojizos. Ambos derivan de cenizas basálticas a balsático-andesita. La identificación mineralógica de las arcillas de suelos volcánicos es a menudo difícil, a causa de estar constituidas por varios componentes. Numerosos trabajos han confirmado que los espectros de absorción y de reflexión infrarroja de los minerales de la arcilla, son lo bastante característicos para constituir un método de identificación rápido y fácil. En este trabajo se dan los espectros de absorción infrarroja de arcillas volcánicas chilenas y se discuten los resultados.

F. GONZÁLEZ GARCÍA y A. M. GARCÍA GÓMEZ: *Geoquímica del cobalto en los suelos de Andalucía occidental*. «Anales de Edafología», tomo XXIII, núms. 5-6, mayo-junio, páginas 305-321, 1964.

Las rocas originarias de los suelos de Andalucía Occidental poseen cantidades variables de cobalto según su naturaleza. En este artículo se exponen los contenidos en cobalto en los suelos investigados, relacionándolos con las rocas que los han dado origen.

P. KOLBE: *The use of an oxygen jet in the spectrochemical determination of trace amounts of Pb, Tl, Ga, Cu and Sn in some silicate rocks and minerals*. «Geoquímica y Cosmoquímica Acta», volumen 22, págs. 153 a 156, 1965.

El autor expone una técnica para determinación de pequeñas concentraciones de los elementos volátiles como Plomo, Talio, Galio, Cobre y Estaño. En realidad se reduce a una excitación por arco de corriente continua de seis amperios, empleando cantidades grandes de muestra y con un chorro de oxígeno. Se estudia comparativamente un número elevado de muestras excitadas por arco con el chorro de oxígeno Stallwood. Evidencian con ella los límites considerablemente bajos del Talio y Estaño, que pueden ser determinados en rocas ígneas de tipo intermedias y ácidas. Presentan los límites de los valores

observados para los cinco elementos, en rocas graníticas de Australia y Africa del Sur.—
L. DE A.

GEOTECNICA

Estudio hidráulico de una corriente de agua de poca profundidad que circula sobre aluvión de gran tamaño. «Revista Sols-Soils», núm. 1, París, 1963.

El autor ha realizado un ensayo a escala natural en un zona aluvial. Ha inyectado fluoresceína en dos puntos de un dispositivo en cruz constituido por diez piezómetros. Las medidas las efectuó a intervalos regulares con un fluorímetro de elevada sensibilidad. Los resultados obtenidos, de difícil interpretación, evidencian zonas de distinta permeabilidad que pueden localizarse.

H. K. GLIDDEN: *Informes, escritos técnicos, pliegos de condiciones.* «McGraw-Hill Book Company», 311 págs., Nueva York, USA, 1964.

Esta obra proporciona una valiosa guía a los ingenieros que tienen que dedicarse a la redacción de informes técnicos, etc. Proporciona las reglas fundamentales para escribir en forma clara y ordenada, cosa de gran importancia para quien tiene que transmitir información técnica.—G.

Datos geotécnicos sobre el subsuelo de Madrid. 79 págs. Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Costillares, Chamartín, Madrid, 1964.

El Instituto «Eduardo Torroja», por mediación de la Sociedad Española de Mecánica del Suelo, ha publicado esta monografía, en la que recoge los trabajos de carácter geotécnico, principalmente, realizados en la capital de España. Los datos aportados, a los que acompañan los correspondientes planos y cortes de los sondeos, provienen de los estudios realizados por el Servicio Geológico de Obras, la 1.ª Jefatura de Estudios y Construcciones de Ferrocarriles, el informe emitido en 1934, por don Agustín Marín, para las obras de consolidación de la cimentación del edificio del Instituto Italiano de Cultura y, por último, datos sobre la zona sureste de Madrid, tomados por el aparejador don Manuel García López.

PETER LUMB: *Asentamiento de una capa de arcilla bajo la acción de una carga aplicada gradualmente.* «Civil Engineering», marzo de 1963.

Para calcular el asentamiento de edificios constituidos sobre capas de arcillas, se supone que la carga se aplica instantáneamente, procediendo después a una corrección mediante el método gráfico de Terzaghi y Fröhlich para tener en cuenta el proceso de aplicación de la carga. En este artículo se da una solución teórica al caso de carga que aumenta linealmente con el tiempo, y los resultados se comparan con el método gráfico.

W. HOLMES: *Aplicaciones de la electroosmosis en ingeniería.* «Civil Engineering», páginas 624-626, mayo 1963.

Este artículo trata de la posibilidad de inyectar suelos de granos finos y baja permeabilidad, tales como limos, loess, etc., mediante un procedimiento que consiste en hacer cir-

cular, según direcciones controladas y a velocidades artificialmente aumentadas, estos mismos productos u otros análogos, desde ánodos tubulares perforados, de acero, que se elevan en el suelo, hacia cátodos (formados por enrejillados metálicos) situados en lugares adecuados.

La aplicación principal de esta técnica es impedir la penetración, en muros o pavimentos, de la humedad procedente del suelo mediante la impermeabilización de éste.

K. ROSCOE, J. ARTUR y R. JAMES: *Determinación de tensiones en muestras de suelos, mediante el empleo de rayos X.* «Civil Engineering», 1964.

La zona de la muestra que se estudia es función del tamaño de la malla de la retícula de suelo cuando está sometida a deformación plana.

Se describe un método para determinar las tensiones que se producen en una muestra que se coloca en el interior de la muestra.

DUSAN MILOVIC: *Algunas observaciones sobre la fuerza sustentante de una fundación en un medio heterogéneo.* Instituto de Ensayo de Materiales de la República Popular de Serbia, Belgrado, «Sols-Soils», núm. 4, 1963.

Para determinar la capacidad sustentante de un suelo, se supone siempre el método semi-infinito homogéneo e isótropo. Pero, en realidad, el suelo se compone de capas con algunas características diferentes.

El caso más simple es aquel en el que las fundaciones se apoyan sobre una capa de espesor limitado, reposando sobre un substrato muy resistente. La rotura se localiza necesariamente en la parte blanda inferior. Un caso más complejo es el de un medio heterogéneo, compuesto de un estrato resistente que se encuentra sobre otro blando supuesto infinito.

J. BRINCH HANSEN: *Estudio de las relaciones de estabilidad adoptando presiones totales y efectivas.* «Sols-Soils», núm. 3, 1963.

Método de análisis de la estabilidad de arcillas saturadas y sin fisuras. Trata de las tres maneras diferentes en que puede producirse la rotura.

Este método se basa en ensayos con «sie sometre», distinto del método práctico de «resistencia al suelo». Sin embargo, es un poco menos seguro que los basados en la presión intersticial, pero tiene la ventaja de no necesitar medidas costosas y de larga duración.

ALBERT VAN VAMBEKE: *Método de investigación de suelos «in situ». Estudio de una serie de ensayos comparativos.* Escuela Real Militar de Bélgica, «Sols-Soils», núm. 2, 1963.

Después de las distintas consideraciones sobre los métodos de investigación de suelos, el autor efectúa ensayos de diferentes orígenes, y establece una comparación entre los resultados obtenidos. Del examen de estos resultados, obtiene la semejanza de los distintos métodos de estudio empleados. Señala que la naturaleza del terreno juega un papel no despreciable en la interpretación de los resultados. Establece una correlación entre el hundimiento estático y dinámico y la resistencia al corte.

HIDROGEOLOGÍA

JEAN MARGAT: *Guide Bibliographique d'Hydrologie. Ouvrages et articles en langue française.* «Bureau de Recherches Géologiques et Minières», 114 págs. París, 1964.

En su prólogo dice el autor que la obra está destinada a los principiantes en el campo de la hidrogeología, y aquellos que deseen reconsiderar estudios hidrogeológicos. Ha tenido el criterio de eliminar todas las referencias anteriores al año 1940, y la mayoría de las citas que da son posteriores al año 1950.

Como complemento de esta guía sería otra de las obras publicadas en lengua extranjera, pero como es una obra más larga, sólo se limita a hacer algunas referencias.

Ha de tenerse en cuenta que esto no es más que una guía de referencias, la cual si estuviera completada con un fiel resumen analítico, sería más interesante pero muy pesada en su elaboración.

Para mayor facilidad de orientación para consultar la obra, da una recapitulación de las citas por revistas donde han aparecido, así como la frecuencia de aparición en ellas de artículos de hidrogeología.

Al final de la obra publica un índice de autores y un índice también alfabético de materias.

La obra está dividida en los siguientes capítulos:

I. Obras elementales.

II. Tratados y obras generales.

III. Especialización y métodos de estudios, subdivididos a su vez: 1) Hidrología general, Hidrología superficial e hidrometeorología, 2) Infiltración y lisimetría, 3) Hidráulica subterránea, 4) Medidas piezométricas, estudios de superficies piezométricas, 5) Verificación y estudio de las fluctuaciones de nivel de las capas, interpretación de los limnigramas, 6) Perforaciones y sondeos, 7) Ensayos de permeabilidad, y ensayos de bombeo o inyección, 8) Física de las aguas subterráneas, temperatura, 9) Química de las aguas subterráneas, hidrogeoquímica, 10) Prospección geofísica aplicada a la hidrogeología, 11) Indicadores ordinarios y radiactivos, 12) Botánica y fitosociología aplicadas a la hidrogeología, 13) Modelos reducidos, simulados y modelos analógicos, 14) Establecimiento de un balance de agua en las capas, investigaciones y reservas, 15) Mapas hidrogeológicos.

IV. Hidrogeología específica, que comprende: 1) Hidrogeología de los aluviones, 2) Hidrogeología del karst, 3) Capas cautivas y cuencas artesianas, 4) Hidrogeología de las zonas costeras, 5) Aguas y fuentes termominerales.

V. Hidrogeología regional dividida: 1) Hidrogeología francesa, 2) Hidrogeología de Europa mediterránea, 3) Hidrogeología de las regiones áridas y semiáridas, 4) Hidrogeología de las regiones tropicales, sub-tropicales y ecuatoriales.

V. Hidrología aplicada: 1) Captación por gravedad, drenajes, presas subterráneas, 2) Pozos, pozos filtrantes, perforación y explotación, 3) Explotación de capas de agua dulce sostenidas por aguas saladas, 4) Perforaciones artesianas, 5) Inyección e investigación de capas, 6) Hidrogeología aplicada los problemas de irrigación y drenaje, 7) Hidrología aplicada a las obras públicas, 8) Hidrología aplicada a las minas, 9) Achique y bombeo, 10. Protección y conservación de las aguas subterráneas.

Y por último, el capítulo VII se ocupa de la legislación sobre aguas subterráneas. I. A.

MINERALOGÍA

B. L. McNEAL y T. SANSÓTERRA: *Examen mineralógico de los suelos áridos.* «Soil Science», volumen 97, núm. 6, junio, 1964.

Los conocimientos que posee el hombre sobre los minerales que forman parte del suelo, han aumentado de manera importante en estas últimas décadas. Con objeto de iniciar la correlación de la composición mineralógica con las propiedades del suelo, se han escogido para los estudios los suelos áridos, a causa de su baja materia orgánica y contenido de óxido de hierro. Se han estudiado nueve suelos, determinándose en los mismos las cantidades de illita, cuarzo y feldespato, caolinita, montmorillonita, vermiculita y clorita presentes. En el artículo se indican los métodos empleados, así como los resultados o interpretación.

JOAQUÍN MONTORIOL POUS y MANUEL FONT ALTABA: *Contribución al conocimiento de la fluorita del yacimiento «Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona).* «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», 62 págs. 229-239, 1964.

Se estudia la fluorita que es la más importante de las 44 especies detectadas en el yacimiento «Berta»; para este trabajo se han utilizado las siguientes técnicas: Roentgenografía, Espectrografía, Luminescencia (Fluorescencia y Fosforescencia), Decoloración térmica y Análisis térmico diferencial.

Se hace también la descripción morfológica de la fluorita y una interpretación de las coloraciones y fenómenos de luminescencia, y se da como temperatura de formación la comprendida entre 280 y 300°C., que puede conceptuarse como relativamente alta. F. M. M.

W. P. F. H. DE GRAAFF y C. F. WOENSDREGL: *Heavy mineral analysis of the beaches between Ria de Lires and Ria de Muros y Noya (provincia La Coruña, N. W. Spain).* «Estudios Geológicos», vol. XIX, págs. 9-14, diciembre, 1963.

De las principales playas de la región, desde la Ria de Lires hasta Ria de Muros y Noya (provincia de La Coruña), se ha analizado el contenido de las arenas en minerales densos.

Se puede dividir esta zona litoral de N. a S. en tres partes: una con hornblenda, otra con sillimanita y otra con andalucita y turmalina, de acuerdo con el estudio detallado de las rocas magnéticas y metamórficas realizado por los autores.—L.

S. GONZÁLEZ GARCÍA y C. E. LABARTA CARREÑO: *Determinación de agua interlamínar de la montmorillonita con el reactivo Karl Fischer.* «Anales de Edafología y Agrobiología» tomo XXIII, núms. 1-2, págs. 1-10, Madrid, enero-febrero, 1964.

Preparado por la cátedra de Química Inorgánica de la Universidad de Salamanca, trata este artículo de investigar la eficacia del reactivo Karl Fischer en la determinación de agua interlamínar de la montmorillonita saturada con cationes alcalinos y alcalinotérreos, para muestras originales y tratadas térmicamente a diferentes temperaturas, comparando los resultados con los obtenidos por el método térmico.—G.

JACQUES LUCAS, HENRI NONN y HELENE PAQUET: *Presence de neovaux a sepiolite et attapulgitite dans les sediments tertiaires de Galice (Espagne)*. «Bull. Serv. Carte géol. Ms. Lorr.», t. 16, fasc. 4, pp. 227-232, Strasbourg, 1963.

Los minerales arcillosos fibrosos, sepiolita y atapulgita, son frecuentes en los sedimentos terciarios de la Europa Occidental y de África. Los yacimientos que describe el autor, dicen no se habían encontrado anteriormente en la región estudiada. La descripción de tallada del contexto geomorfológico y estratigráfico aporta algunos hechos al problema de la génesis de estos minerales.—I.

J. GALVÁN, C. ALVAREZ, J. ALONSO y J. CATALÁN: *Color en sedimentos, Jacinto de Compostela*. «Anales de Edafología», tomo XXII, núms. 11-12, págs. 609-622, 1963.

Se estudia el conocimiento de la forma de cuarzo «Jacinto de Compostela», típico de las formaciones yesíferas rojas del Keuper. Se aplican las técnicas de espectroanálisis, microscopía óptica, microscopía electrónica y difracción de rayos X, aportándose varias nuevas conclusiones.—G.

J. PÉREZ MATEOS y J. BENAYAS CASARES: *Contribución al estudio de la mineralogía de las terrazas del Manzanares, Jarama y Henares*. «Anales de Edafología», tomo XXII números 7-8, págs. 453-463, 1963.

Se estudian 18 muestras de los ríos citados conjuntamente con otras cinco correspondientes al cauce actual. Estas muestras tienen una composición litológica homogénea, ya que son todo arenas. Las asociaciones minerales en sedimentos de los ríos Manzanares y Henares pueden considerarse como puras, mientras que las de Jarama presentan una asociación mixta.

T. FERNÁNDEZ, J. GARCÍA y A. HERNÁNDEZ: *Acción del ácido clorhídrico sobre los minerales de la arcilla. Cambios de estructura*. «Anales de Edafología», tomo XXII, núms. 3-4, páginas 113-124, 1963.

Se estudian los cambios de estructura originados en la bentonita de Tadini y la haloisita de Maaza por acción del ácido clorhídrico de diversas concentraciones a ebullición y la distribución de los componentes en los catalizadores preparados con estos materiales e hidróxido magnésico.

L. J. ALÍAS: *Algunos aspectos de la mineralogía de terra rosa*. «Anales de Edafología», tomo XXII, núms. 7-8, págs. 277-292, 1963.

A fin de establecer la relación genética de las «terras rossas» de la provincia de Granada con las rocas calizas subyacentes, se estudia la mineralogía de la fracción 50-200 μ de

suelos y rocas. La acción de la erosión química que acompaña a la formación del suelo se manifiesta en la disminución de feldspatos, biotita, flogopita, y algunos minerales pesados en el suelo frente a la roca madre.

B. RANGANATHRAM y A. HENDRY: *La permeabilidad de la arcilla «Black cotton» en función del índice de huecos y del agua absorbida*. Universidad de Liverpool, Inglaterra, «Sols-Soils», número 4, 1963.

Las teorías existentes de hidráulica relativas a la percolación en los materiales porosos no tienen en cuenta los fenómenos de difusión. Ya es sabido que las partículas de arcilla están, en general, cargadas negativamente, y que en presencia de agua se forma un tipo difuso de doble carga eléctrica. Los autores sugieren una ligera modificación de la Ley de Poiseuille. Proponen, entre otras, una razón simple entre el factor de sinuosidad y el índice de huecos, considerando valores límites.

A través de una serie de ensayos, han obtenido una correlación entre la personalidad, el índice de huecos y el agua absorbida. Los resultados de los ensayos coinciden bastante bien con el criterio propuesto.

ROLANDO PUSCH: *Tensiones y deformaciones en las arcillas*. Real Instituto de Tecnología, Estocolmo (Suecia), «Sols-Soils», núm. 2, 1963.

Según los ensayos, el autor indica la amplitud de la decompresión elástica y la influencia del tiempo en la compresión, sobre muestras de arcillas comprimidas, saturadas de agua y sin apoyo lateral.

WERNER E. SCHMID: *Nuevo concepto tensional de los suelos arcillosos saturados*. Universidad de Princeton, U. S. A. «Revista Sols-Soils», 1963.

El autor comprueba la insuficiencia de la teoría de Mohr-Coulomb. Prefiere la hipótesis de rotura de Huber von Mises-Henky ó Tresca. Describe los ensayos realizados, y obtiene diversas conclusiones como son: a) Para el comportamiento al eizallamiento, el contenido de agua es el parámetro más sensible; b) El ángulo de rotura corresponde al octaédrico (54° 45'); c) La arcilla examinada no tiene límite de elasticidad ni dominio de deformaciones sensibles.

RAMÓN DE TARAMONA: *La Minería del Hierro en Vizcaya en el día de hoy*. «Las Ciencias», núm. 5, págs. 321-331, 1964.

El autor, Presidente de la Cámara Oficial de Minería de Vizcaya, traza en la primera parte de este artículo, las diversas vicisitudes por las que ha atravesado la Minería del Hierro de Vizcaya, desde la toma de la región vizcaína por las tropas nacionales en 1937 hasta la actualidad. La segunda mitad estudia diversos aspectos de la Minería en el día de hoy. Acompañan varios gráficos comparativos por años de las exportaciones, precios del mineral, toneladas de mineral suministradas a la Siderúrgica Nacional, etc.—G.

NUCLEONICA

LUCIEN TELLIER, CLAUDE OGER y PIERRE DE VAUMAS: *Perspectives a long terme des couts de traitement de l'uranium naturel irradié. Tailles et localisations optimales des usines*, «CEA-R. 2.642», Geneve, 1964.

El objeto de esta comunicación es aportar una contribución a la solución del problema de elección de dimensiones de las localizaciones óptimas de las fábricas de tratamiento de combustibles naturales nucleares irradiados, asociadas a los programas de potencia eléctrica instalada.

En una primera parte, se estudia la estructura de los costes de inversiones y explotación de las fábricas de tratamiento de uranio natural irradiado, influencia del tamaño de las fábricas sobre los costes y las estructuras de los costes. Al lado del tratamiento del uranio natural irradiado, se añade por otra parte el coste de transporte de los combustibles irradiados desde los sitios de producción y a los sitios de las fábricas de tratamiento.

La investigación del coste mínimo para la producción de un país o de un conjunto de países, hace intervenir a la vez el tamaño y la localización de las fábricas. Indica costes de transportes previsibles para el uranio natural irradiado y la estructura de los costos (transporte, seguro y amortización de vagones).

En la segunda parte, y por diferentes cambios de combustibles irradiados a tratar cada año, se determinan las dimensiones y las localizaciones óptimas de las fábricas de tratamiento y la sensibilidad de estos resultados, con las hipótesis basadas en el coste del tratamiento, el coste del transporte, el año de arranque del programa de las fábricas, horizonte elegido.

El problema de naturaleza combinatoria, bastante complejo, se resuelve por la aplicación de los métodos de programa dinámico.

Se muestra que los métodos son igualmente aplicables a los problemas de elección de las dimensiones, de las localizaciones óptimas de las fábricas de tratamiento de los elementos de tipo MTR, asociados a programas de reactores de investigación, así como las futuras fábricas de tratamiento de plutonio asociadas a los reactores sobregenerados.

En la tercera parte, se estudia el caso en que no se impone la extracción anual del plutonio contenido de uranio natural irradiado, y se puede admitir un cierto almacenamiento del combustible durante ciertos años, conducentes a un tratamiento diferido. El factor de carga de tales fábricas es mejorado considerablemente con relación al de las fábricas, donde la demanda de plutonio es cada año satisfecho estrictamente.

Se muestra introduciendo los costes de almacenaje del uranio natural irradiado, que existe una cadencia y de dimensiones óptimas de las fábricas de tratamiento de combustibles irradiados, diferentes al caso de la segunda parte.

Se debe tener en cuenta en particular el efecto indirecto de estos programas de tratamiento sobre las disponibilidades de plutonio, pues, sobre las posibilidades de realización de programas de reactores utilizando este plutonio.

BERNARD LEFRANÇOIS, JEAN MARIE LERAT y ETEENNE ROTH: *Etude sur la production d'eau Lourde en France*, «CEA-R. 2.646», Geneve, 1964.

Desde 1958, los estudios concernientes a la producción de agua pesada han conducido a varios procedimientos. Del examen de cada uno se deduce su mayor o menor

posibilidad. Finalmente, los esfuerzos se han concentrado sobre los cambios isotópicos Hidrógeno-Azútre-agua y Amoniaco-gas de síntesis, después que la experiencia piloto ha mostrado que la destilación hidrogenada, bien que tecnológicamente en punto, no es competitiva.

Procedimiento de cambio NH₃-gas sintético: Las investigaciones son seguidas y han conducido a la decisión de construir una unidad de producción asociada a una síntesis de amoniaco.

El procedimiento es esencialmente dependiente de la fuente de gas de síntesis; y en efecto, se ha desechado, por razones económicas, la puesta en marcha de un cambio H₂O/H₂, que puede hacerle independiente.

Entre los diferentes esquemas posibles de puesta en punto del procedimiento, la elección ha conducido sobre la monotermia que, al precio de algunos problemas tecnológicos, ofrecen la ventaja de realizar un gran enriquecimiento con un número reducido de contactos medios. Estas son actualmente las conclusiones, después de ensayo piloto a gran escala. La experiencia industrial original, puesta en obra, permite reunir enseñanzas fructuosas para las fábricas de dos generaciones, y recoge el esquema monotermo o el bitermo.

Procedimiento de intercambio H₂S-H₂O.—La instalación piloto, descrita en 1958, ha permitido un estudio sistemático de la corrosión. Y se ha podido pasar a la confección de los anteproyectos de las fábricas independientes, con las variantes de 2 y 3 escalones de enriquecimiento primario H₂S-H₂O, la finalización está confiada a la destilación de agua, más allá de la ley de 10 a 20 por 100 en D₂O. Diferentes esquemas de cambio de calor se han examinado en detalle y se ha podido concluir que la elección del sistema como la de cascada, está finalmente en función de condiciones económicas en el lugar de la implantación.

CLAUDE FREJAQUES y ROBERT GALLEY: *Enseignements tirés des études et réalisations françaises relatives a la separation des isotopes de l'uranium*, «CEA-R. 2.648», Geneve 1964.

La comunicación pasa revista a las realizaciones en el dominio de la separación de isótopos de uranio, por difusión gaseosa y por ultracentrifugación. Da una valoración económica de los diferentes parámetros que intervienen en los costes, y pone en evidencia que sólo las muy grandes fábricas de difusión gaseosa corresponden a un programa de instalación de reactores a uranio enriquecido, al menos, de 4.000 MWe nuevos por año, pueden conducir a producciones de uranio enriquecido económicamente aceptables.

PALEONTOLOGIA

JOSEFA MEXÉNDEZ AMOR y F. FLORSCHUTZ: *Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50m boring in southern Spain*, «Bol. R. Soc. Española Hist. Española Hist. Nat. (Geol.)», 62, págs. 251-255, 1964.

La curva del diagrama que se presenta en este trabajo, muestra en sus oscilaciones, que durante los períodos fríos los árboles son escasos o están ausentes, mientras dominan los arbustos y hierbas; cuando mejora el clima, se encuentran algunos árboles, que después darán un bosque más o menos denso.

El porcentaje de los granos de polen arbóreo es más alto en el Billing que en el Allerd y durante los periodos Brandenburg, Frankfurt y Pommern, los valores del polen no arbóreo no son tan elevados como debieran serlo.

Se dan en el diagrama catorce fechas C 14, calculadas en el Laboratorio de Física de la Universidad de Groningen, que comprende desde los 4.980 ± 60 a más de 54.000 años.

En este diagrama, al supuesto interstadial Paudorf-Arey, le corresponde una edad de 30.000 años.

El interglacial Eemiense, está separado del interstadial Amersfoort por una oscilación de la curva, indicando condiciones climáticas desfavorables.

El Neediense es tan cálido como el Eemiense.

En los espectros más inferiores del diagrama se han encontrado granos de polen de *Carya*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Pinus*, *t. haploxyylon*, *Pterocarya* y *Tsuga*, siendo *Liquidambar* y *Nyssa* típicos para los sedimentos pliocénicos de los países más nórdicos y el resto para el Pleistoceno inferior.

Los porcentajes de *Artemisia* y Quenopodiáceas tienen un gran valor para establecer la presencia o ausencia de condiciones esteparias, correspondiendo frecuentemente sus valores más altos con un descenso del bosque.—F. M. M.

LEO IMPERATORI: *Consideraciones sobre el amuleto musterense de Perales del Río*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», 62, págs. 214-244, 1964.

Se estudia un amuleto encontrado en el yacimiento musterense de la carretera que va de Madrid a San Martín de la Vega, en el kilómetro 4,2.

Se trata de un objeto de sílex, que es el perfil de un *phallus*, que se encuentra a menudo en amuletos de época histórica.

Tiene interés el desgaste que presenta alrededor del agujero natural, pero completado por el hombre de Neanderthal, lo que indica que ha sido llevado mucho tiempo colgando de una cuerdecilla. Este objeto, destinado a una función puramente espiritual de apaciguamiento de fuerzas superiores, confirma el carácter cumplidamente humano de quien lo produjo, en este caso del Hombre de Neanderthal.—F. M. M.

E. AGUIRRE: *Presencia en España de un felido del Neógeno chino, «Metailurus» Zdanski*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», 62, págs. 245-249, 1964.

El fósil encontrado en «tejar de Juan», a unos diez kilómetros de Granada, fue entregado en dos fragmentos, que pegados constituyen una pieza de unos cuatro centímetros de altura. Falta la parte correspondiente a la punta. El canino es curvo en su perfil y aplastado, con sección amigdaloidal, con la anchura máxima en el tercio anterior, tiene el borde anterior suave y redondeado y el posterior agudo y afilado.

Debe atribuirse este fósil al género *Metailurus* Zdanski, es difícil precisar la especie, ya que sólo se ha encontrado esta pieza, pero su afinidad mayor es con *M. major* Zdanski.—F. M. M.

GEORGETE DELIBRIAS, HENRI HONN y MADELEINE VAN CAMPO: *Age et flore d'un dépôt périglaciaire reposant sur la «crase» cantabrique a près de Burela (Galice), Espagne*. «C. R. Acad. Soc. Paris», t. 259, págs. 4.092-4.094 (30 noviembre 1964).

La presencia de horizontes limo-arcillosos húmidos en el seno de una acumulación detritica que recubre la «crase» cantábrica occidental Nord-Est. de Galicia, ha permitido precisar el período durante el cual fue formado este depósito, gracias al carbono 14: 13.600 ± 450 años. El análisis polínico ha suministrado indicaciones, corroborando los datos sedimentológicos, sobre las condiciones climáticas que reinaron en aquel entonces sobre el litoral del Noroeste de España.—L.

JOHN L. WRAY: *Archaeolithophyllum, an abundant calcareous alga in limestones of the Lansing Group (Pennsylvanian), southeastern Kansas*. State Geological Survey of Kansas, «Bulletin», 170, part. 1, 1964.

Las calizas del Lansing Group (Missouriano), en el sureste de Kansas contienen abundantes restos de la alga calcárea *Archaeolithophyllum*. Dos especies, *A. missouriense* Johnson y una especie, *A. lamellosum*, son descritas e ilustradas. El thallus de éste género, consta de una ondulante e irregular concha, la cual es caracterizada por una distintiva estructura celular interna, similar a esa de las algas coralinas (rojas). Se cree que el *A. missouriense* se haya desarrollado como conchas libres o flojamente adheridas. *A. lamellosum* creció como masas incrustadoras, compuestas de conchas superimpuestas o thalli, esta asociada íntimamente con briozoarios y foraminíferos.

Se interpreta que el *Archaeolithophyllum* habitó el ambiente marino sub-litoral interior y que tenía la capacidad de tolerar la agitación de las olas. Los thalli eran conchas semirígidas capaces de proveer un armazón de soporte a la vez que realizaban la función de ceñir el sedimento cuando eran depositadas. Debido a estas propiedades, las especies de esta alga son significantes en la formación de bancos de carbonato inicialmente poroso.

Colpa, num. 2, Madrid, julio, 1964.

Editada por el Grupo de Cátedras de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, ha aparecido el número 2 de «Colpa», que juntamente con Noticias de Excursiones, Viajes de Prácticas, Congresos y Libros, trata entre otros los siguientes temas: «La teoría de la información en la evolución biológica», del Dr. Crusafont; «Teilhard de Chardin en España» por el Dr. B. Melendez y «Ortogenesis», cuya autora es María Dolores Pérez Seiquer.

Colpa, num. 3, Madrid, diciembre, 1964.

En este nuevo número de la Revista «Colpa» se recogen en sus páginas dos interesantes artículos sobre «La Adaptación», cuyos autores son C. Sanz Gil de Vergara y F. García Novo. E. de Aguirre trata el tema «Mamíferos de la Formación Pampeana». Las demás

páginas de la Revista hasta un total de 16 están dedicadas a tratar de los Coloquios celebrados en el primer trimestre del curso 1964-1965, a los veinticinco años del Consejo Supremo de Investigaciones Científicas, las Tesinas aprobadas, una visita al Museo del Hombre de París, Congresos y Excursiones.

PETROLOGIA

P. H. FORESTIER: *Les Peridotites Serpentinisées en France. Grupo 1. Peridotites Intracrystallines*, fasc. IV. Massif Central Median: Bassom du Haut-Allier. Ediciones. B. R. G. M. Paris, 1964.

El Prof. Forestier se propone publicar una serie de trabajos sobre las peridotitas serpentinizadas, divididas en tres grupos:

El primer grupo comprende diez fascículos, el cuarto, que es el primero que aparece, corresponde al Macizo Central Medio: Cuenca del Haut-Allier.

Todos los macizos peridotíticos serpentínicos del Haut-Allier son intracratónicos, es decir, contenidos en los granitos, las migmatitas, los gneises o los micaesquistos. Casi todos son asociados a grupos litológicos leptino-anfibólicos, en el seno de los cuales parece constituir niveles determinados.

Todos los macizos ultrabásicos de esta región, pertenecen, según anotación, al grupo A definido por el autor, donde la roca ultrabásica homogénea, bien en contacto directo con las rocas ácidas encajantes, sin aureola petrográfica intermedia de basicidad menor.

Todas estas rocas emplazadas en el seno de grupos vulcano-sedimentarios, antes que la acción de un metamorfismo regional más anciano, no se haga sentir al principio del paleozoico. La serpentización ha alcanzado, pues, la mayor parte de estas peridotitas en grado diverso. El metamorfismo regional provoca la aparición de reacciones de doble cambio, en la periferia de estos macizos. Se traducen por la existencia de aureolas mineralógicas bien diferenciadas.

Los filones ácidos, pegmatitas, granitos, tardimigmatíticos, recortan ciertos macizos: así nacen las rocas químicamente desequilibradas: pegmatitas a corindón (plimasitas), entre otras, que se encuentran en varios yacimientos (Traignac, margen izquierda, Salzuit, Coureuges, Le Bois). Los estudios de estos filones que se indican por primera vez en Francia, parecen mostrar influencia del agua y probablemente del CO₂, además de las reacciones más o menos desordenadas conducentes a la génesis de estas rocas desilicificadas.

Varios casos de examen de bloques peridotíticos diseminados en las migmatitas permiten estudiar la luz de fragmentación de los macizos ultrabásicos (Lempdes, Lanau, Rocher de Lisoul, Chambon de Reihac), provocada por el metamorfismo.

Se anotan también con interés, todas las observaciones concernientes a los pseudomorfismos silíceo o carbonatado, corrientemente asociados e incluso alternantes que afectan tardíamente a la mayor parte de los macizos ultrabásicos.

En cuanto a los macizos incluidos en los granitos, las observaciones del terreno permiten considerarlos sin excepción como reliquias del macizo primitivo, incluidos en la serie cristalográfica y respetados por la granitificación.

El trabajo se presenta en fichas, y en cada ficha está identificada por un indicativo colocado en alto a la derecha, y en el centro la designación geográfica y el número y nombre del yacimiento.

Consta el trabajo de 83 fichas, e independiente un plano en el que figuran trazados en verde los afloramientos de serpentinas, con los números de las fichas para su rápida localización.—L. DE A.

W. P. DE ROEVER y H. J. NIJHUIS: *Plurifacial alpine metamorphism in the eastern Betic Cordilleras (SE, Spain). With special reference to the genesis of the glaucophane*. «Geologischen Rundschau» Bd., 53, Seite 324-336, 1963.

Las rocas que muestran más de una sola facies metamórfica, no son necesariamente polimetamórficas y se denominan plurifaciales. Se ha constatado un metamorfismo alpino, del orden siguiente de sucesión cronológica de facies: 1.º Las facies con glaucófano. 2.º Las facies anfibolítica con albíta-epidota. 3.º Las facies anfibolíticas con almandín. Las condiciones de metamorfismo cinemático fueron seguidas por condiciones estáticas. Parece que el metamorfismo alpino descrito es efectuado en un geosinclinal de capas. El cambio de cada facies metamórfica con el tiempo es espacialmente debido a un aumento considerable de la temperatura.

Nos sorprende que un trabajo que se refiere a España, lleve resúmenes en alemán, inglés, francés y ruso, y en cambio, carezca del resumen en español, probablemente porque todos los españoles cultos conocen dichos idiomas.—L.

HUBERT GRILLOT, JEAN BÉGUINOT, MOHAMED BOUAFET: *Methodes d'Analyse quantitative appliquées aux prélèvements de la prospection géochimique*. «Camille Rouquette y Arnost Simas», éditions B. R. G. M. núm. 30, Paris, Memoria de 226 págs.

Después de haber realizado en los Laboratorios Metropolitanos de Química y de Geoquímica de la B. R. G. M. del orden de cincuenta mil valoraciones elementales, y más de quinientas mil determinaciones cuantitativas de indicios, se ha preparado esta Memoria, la cual consta de dos partes:

La primera parte se titula «Métodos utilizados para el análisis cuantitativo de las rocas»; la segunda parte «Método analítico utilizado en prospección geoquímica».

La primera parte trata de las valoraciones a efectuar en las rocas silíceas, rocas en las cuales figuran los elementos mayores como silicio, hierro, aluminio, calcio, magnesio y óxidos alcalinos. Los elementos menores como titanio, manganeso y fósforo, agua de constitución, gas carbónico, boro, cloro, fluor, azufre total y nitrógeno, y valoración de sílice combinada.

Los análisis en las rocas cromíferas son: la sílice, la alúmina, el cromo, níquel, hierro, calcio, titanio y manganeso, y en las rocas níquelíferas el níquel. Análisis varios de calizas, dolomitas, giobertitas, análisis de las rocas fosforosas, de los refractarios, de las lateritas y las bauxitas y de los minerales o rocas de elevado contenido en manganeso.

En la segunda parte de la prospección geoquímica figuran las valoraciones de los siguientes elementos: plomo, cinc, cobre, mercurio, estaño, volframio, cromo, níquel, antimonio, cobalto, manganeso, molibdeno, berilio, boro, arsénico, fluor, niobio, tántalo, titanio, vanadio, oro, nitrógeno y carbono.

Completa la obra una amplia información bibliográfica.

Lo más importante que consideramos de esta obra, es el compendio de mucho trabajo de laboratorio, y que por tanto las técnicas que dan para las diferentes valoraciones las consideramos como las más adecuadas.—L.

PROSPECCION

LUIS AGUIRRE PRADO: *Prospecciones petrolíferas*. «Publicaciones españolas», Ministerio de Información y Turismo, núm. 438, 30 págs., 1964.

Dentro de la colección de Temas españoles, feliz iniciativa del Ministerio de Información y Turismo, el que ahora comentamos está dedicado como su nombre indica a presentar al público en general, las características más importantes de los trabajos de prospección efectuados hasta el presente en España. Trata también de las industrias de refinación, nuevas refinerías y oleoductos.

SEDIMENTOLOGIA

J. G. CATALÁN y J. J. ALONSO: *Notas sobre cálculo de coeficientes de suspensión, disolución y erosión*. «Anales de Edafología», tomo XXII, núms. 7-8, págs. 365-368, 1963

Se presentan tres coeficientes que dan idea de la capacidad erosiva del río a lo largo del mismo y en su conjunto. Aunque no dan los valores de acarreos del río, sí están muy relacionados estos valores con los coeficientes de suspensión, disolución y erosión.—G.

F. HERNÁNDEZ-PACHECO, y I. ASENSIO AMOR: *Materiales arenosos de los alrededores de Madrid*. «Bol. R. Soc. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)», 62, págs. 145-162, 1964

Se estudian las características fundamentales y tipos de las arenas arrastradas por los ríos: Guadarrama, Manzanares, Jarama y algunos de sus afluentes.

Se dedica también una atención especial a los materiales arenosos existentes en la formación de edad pliocena, que constituyen los campos del Norte de Madrid, así como los depósitos de arenas muy finas, del Cretáceo marino de las localidades de El Molar y Valdemorillo.

A todas las muestras se les hizo el estudio granulométrico y se estudiaron sus minerales constituyentes.—F. M. M.

I. ASENSIO AMOR, y N. TEVES RIVAS: *Estudio fisiográfico-sedimentológico de las Rías Altas gallegas. I. Ría del Barquero* (Nota previa). «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», 62, págs. 163-185, 1964

Este trabajo es parte de un estudio comparativo que se está haciendo de las cuatro rías de la provincia de Lugo.

Se hace un estudio litológico, textual y químico de los sedimentos detríticos.—F. M. M.

TECTONICA

M. ALÍA MEDINA: *La estructura geológica del Sahara español*. «Revista IN-21», noviembre-diciembre, págs. 54-61, 1964.

El autor de este artículo esboza en grandes rasgos la estructura geológica de Africa, como estudio previo al que realiza en la misma comunicación, referente al Sahara español.

Analiza las grandes unidades que constituyen esta región y finaliza detallando las peculiaridades más interesantes de las mismas, que separa en los materiales del escudo precámbrico, las cuencas tectónicas del Tinduf y del Aaiun y, por último, la plataforma costera.—G.

I N D I C E

	PÁGS.
Estudio geológico de la zona Ponferrada-Tremor de Abajo, por A. ALMELA y J. DEL VALLE DE LERSUNDI	5
Estudio del yacimiento de fluorita «Mina Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona), por JOAQUÍN MONTORIOL POUS y MANUEL FONT-ALTABA... ..	23
Datos para el estudio de las microfaunas de Beas de Granada, por J. M. GONZÁLEZ-DONOSO	33
Estudio de concentración magnética sobre dos muestras de mineral de hierro, por JOSÉ M.ª FERNÁNDEZ BECERRIL	57
Descubrimiento de Silúrico con Graptolites en Menorca (Baleares, España), por ROBERT BOURROUILH	63
Mineralogía y metalogénia de los yacimientos españoles de uranio «El Berrocal», Escalona (Toledo), por A. ARRIBAS	67
Aplicaciones de los isótopos radiactivos en la minería del carbón, por JOSÉ SUÁREZ FEITO	93
La continuación hacia el SW. del dique básico de Plasencia (Cáceres), por LUIS C. GARCÍA DE FIGUEROLA	129
Sobre la edad de las calizas «urgonianas» de Ibiza (Baleares), comprendidas entre el Titónico y el Valanginiense, por Y. RANGTEARD y G. COLOM	165
Nuevos yacimientos del Paleolítico en Vallecas (Madrid), por ESTEBAN MÁRQUEZ TRIGUERO	175
Sobre la existencia de dos cruceros representativos de dos distintas deformaciones en el Devoniano-Carbonífero de la Hoja de Calañas núm. 959, por TIRSO FEBREL MOLINERO	187
Nota sobre la extensión de la «caliza de montaña» en Asturias, por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ	203
El vanadio y sus problemas, por J. DOETSCH SUNDHEIM	207
Geología antártica (III), por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	217
Noticias	237
Datos estadísticos	239
Economía	241
Enseñanza	252
Criaderos	253
Novedades científicas y técnicas	256
Personal	263
Reuniones científicas	264
Reservas mineras, Legislación, «B. O. E.»	270
Varios	279

	PÁGS.
Notas bibliográficas	283
Criaderos.....	285
Estratigrafía	286
Fotogeología	287
Fotogrametría	287
Geofísica	288
Geografía	288
Geología	289
Geonucleónica	295
Geoquímica	296
Geotécnica	298
Hidrogeología	300
Mineralogía	301
Nucleónica	304
Paleontología	305
Petrología	308
Prospección	310
Sedimentología	310
Tectónica	311

INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO



Ríos Rosas, 23

Teléfono 253 46 05

MADRID - 3