

ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad)

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

M A D R I D - 1 6

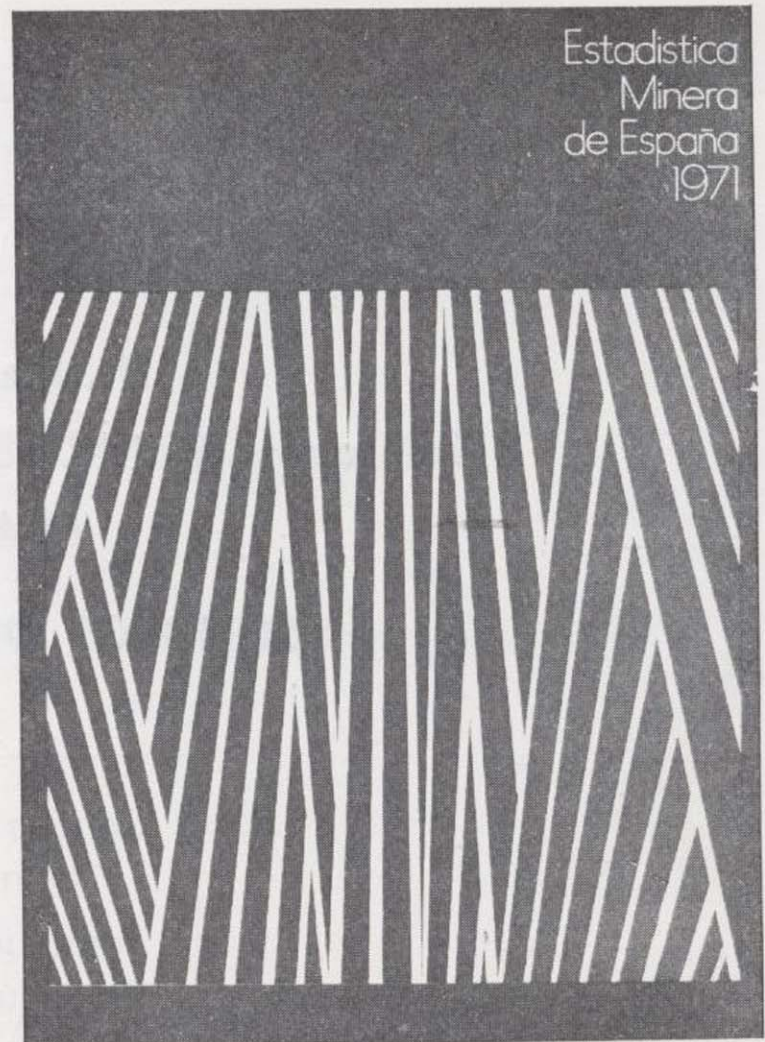
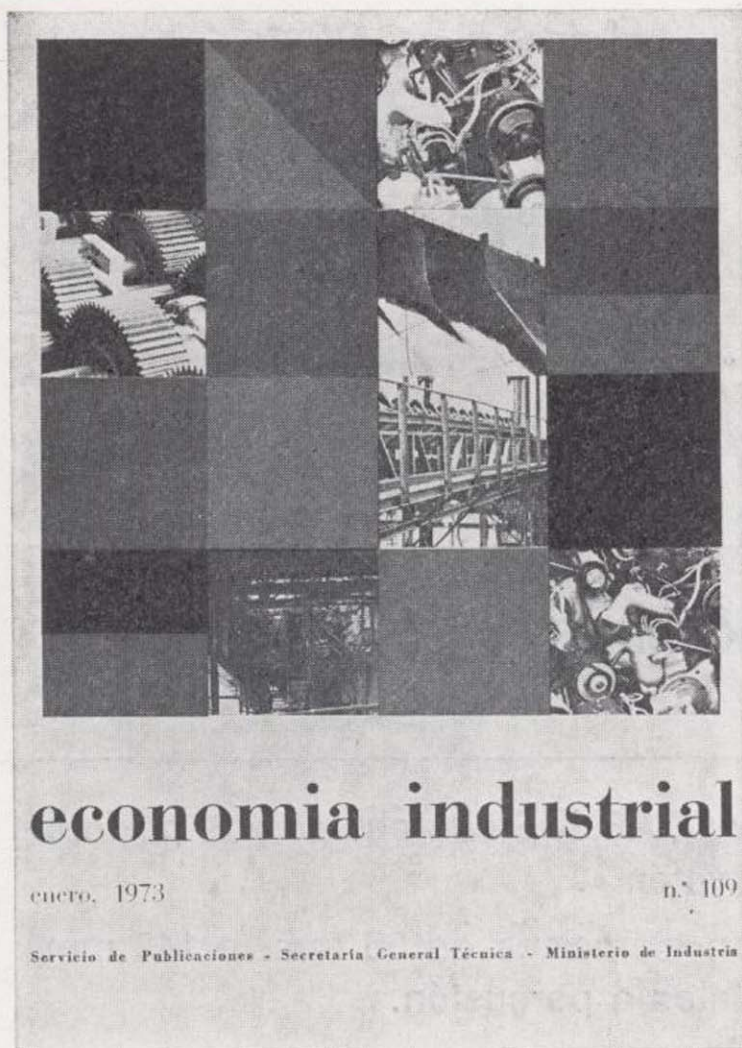
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

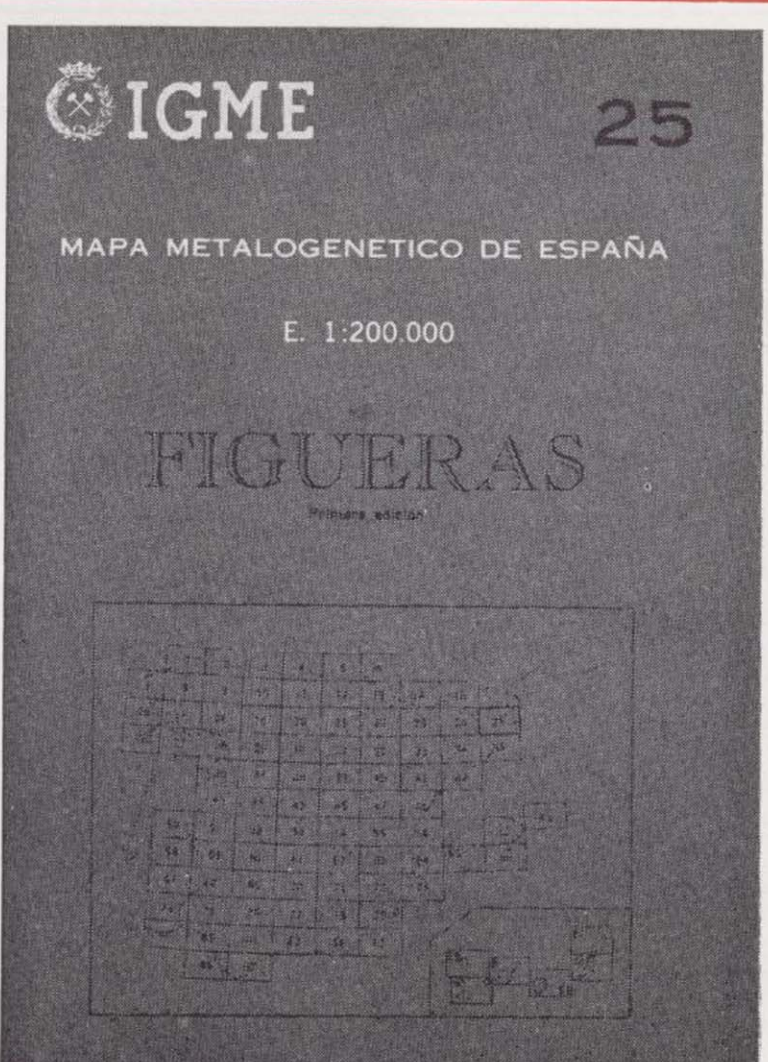
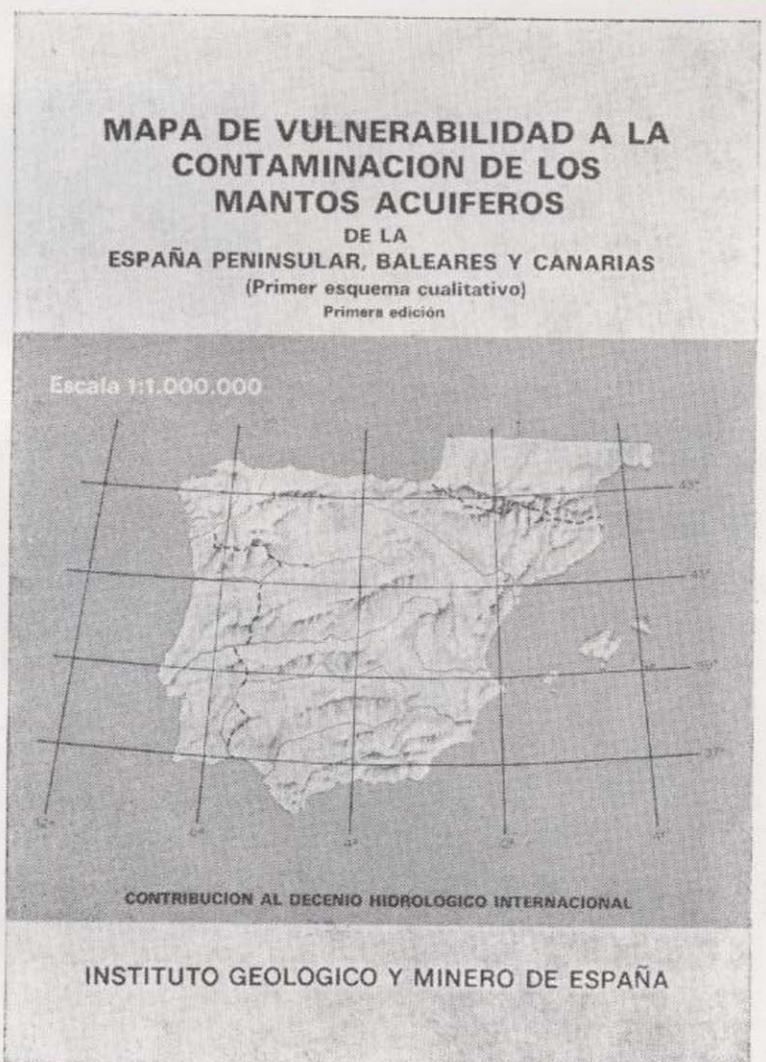
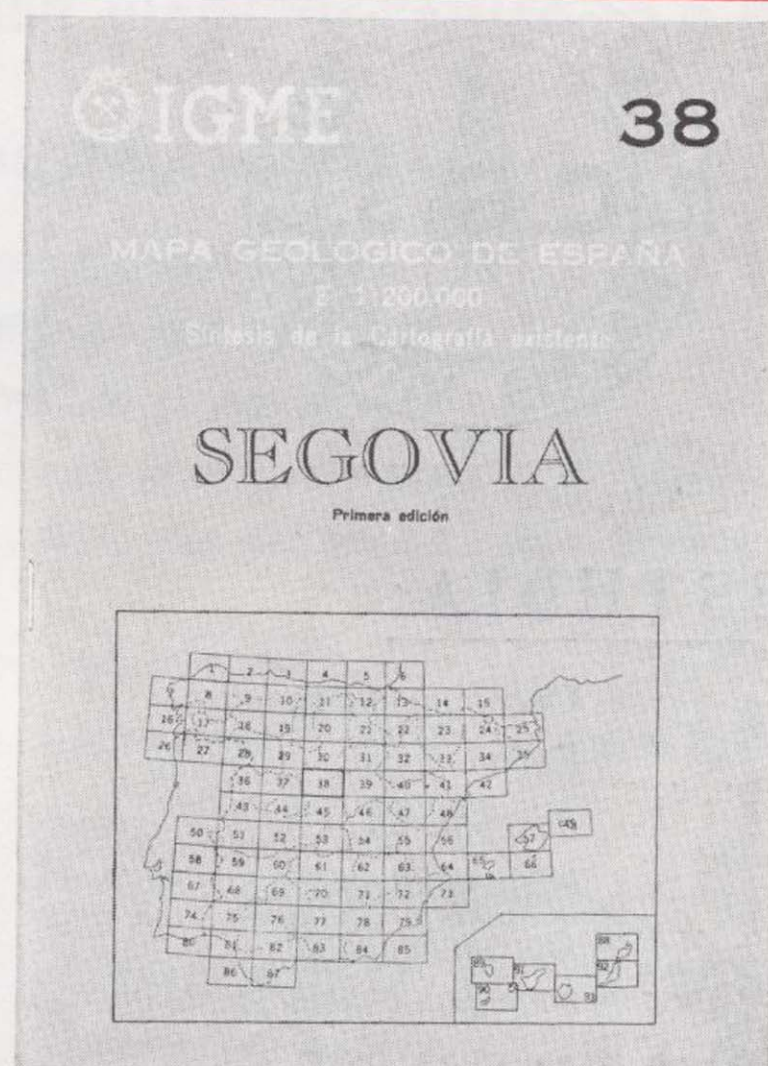
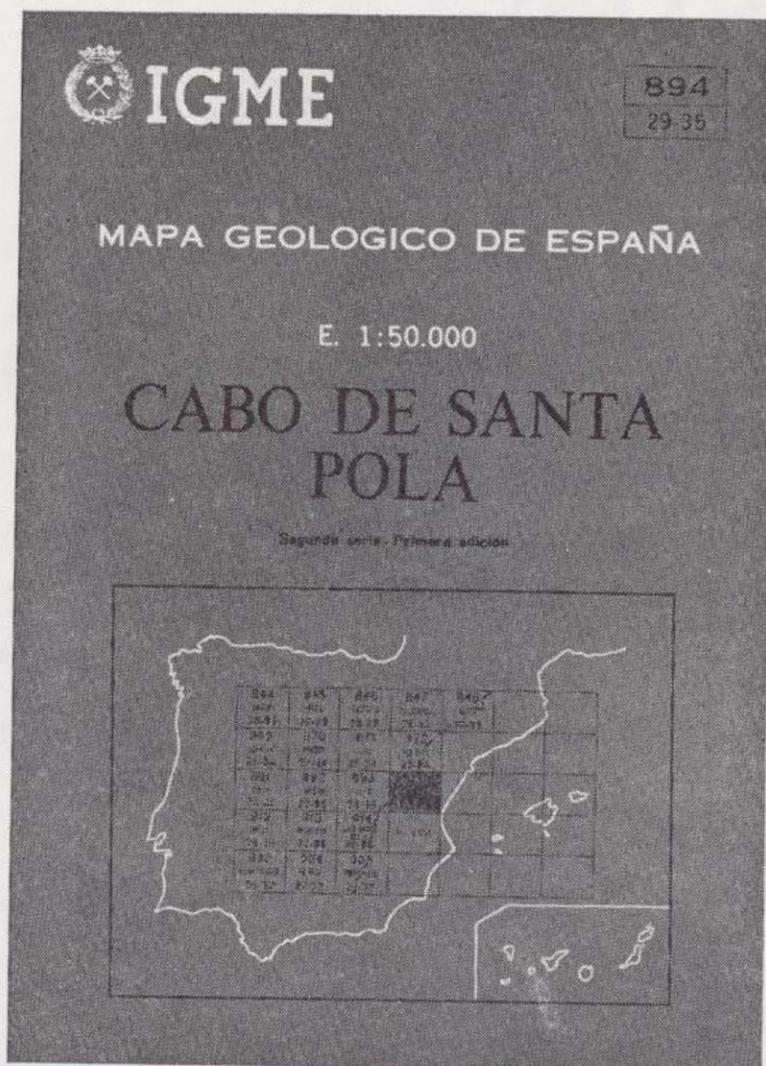
Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

NUEVAS PUBLICACIONES

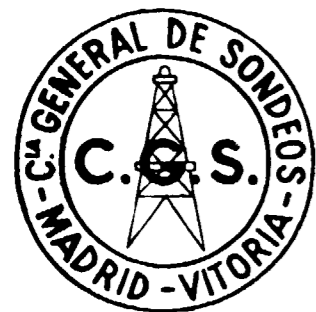


SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Telef. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

NUEVAS PUBLICACIONES



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1



COMPANÍA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras, etc.

INTERPRETA:

Diagrafías eléctricas y radiactivas
Ensayos de bombeo en pozos de agua
Estudios geofísicos

REALIZA:

Sondeos para investigación petrolífera hasta 6.000 m. de profundidad
Sondeos para alumbramiento de aguas subterráneas hasta 750 mm. de diámetro
Sondeos mineros de reconocimiento en general
Sondeos de eliminación de productos residuales en la industria
Sondeos para obras civiles

★ ★ ★

COMPANÍA GENERAL DE SONDEOS, S. A.
C. G. S.

Portal de Castilla, 66. Vitoria
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5. Madrid - 2
Teléfono 415 60 54



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

- Coronas y demás útiles de diamante para sondeos y perforaciones.
- Equipos y material de sondeos «Longyear», sondas, bombas y accesorios.
- Equipos de toma de testigos sistema «Wire Line», de «Longyear».
- Triconos y demás útiles de sondeo «Smith», triconos de aire para grandes voladuras.
- Útiles para perforación a percusión «Hard Metals», bocas de acoplamiento cónicos y roscadas, bocas para martillos de fondo, etc.
- Toda clase de equipos y materiales para sondeos y perforaciones.
- Sondas industriales para tomas de probetas. Cortadoras de juntas en pavimentos. Discos de diamante, etc.

DIRECCION COMERCIAL:
Telg. "CHRISTENSA"

ALBERTO ALCOCER, 5, 3.º-C
MADRID-16. Tel. 250 34 04



**Empresa
Nacional
Adaro
De
Investigaciones
Mineras
Sociedad
Anónima**

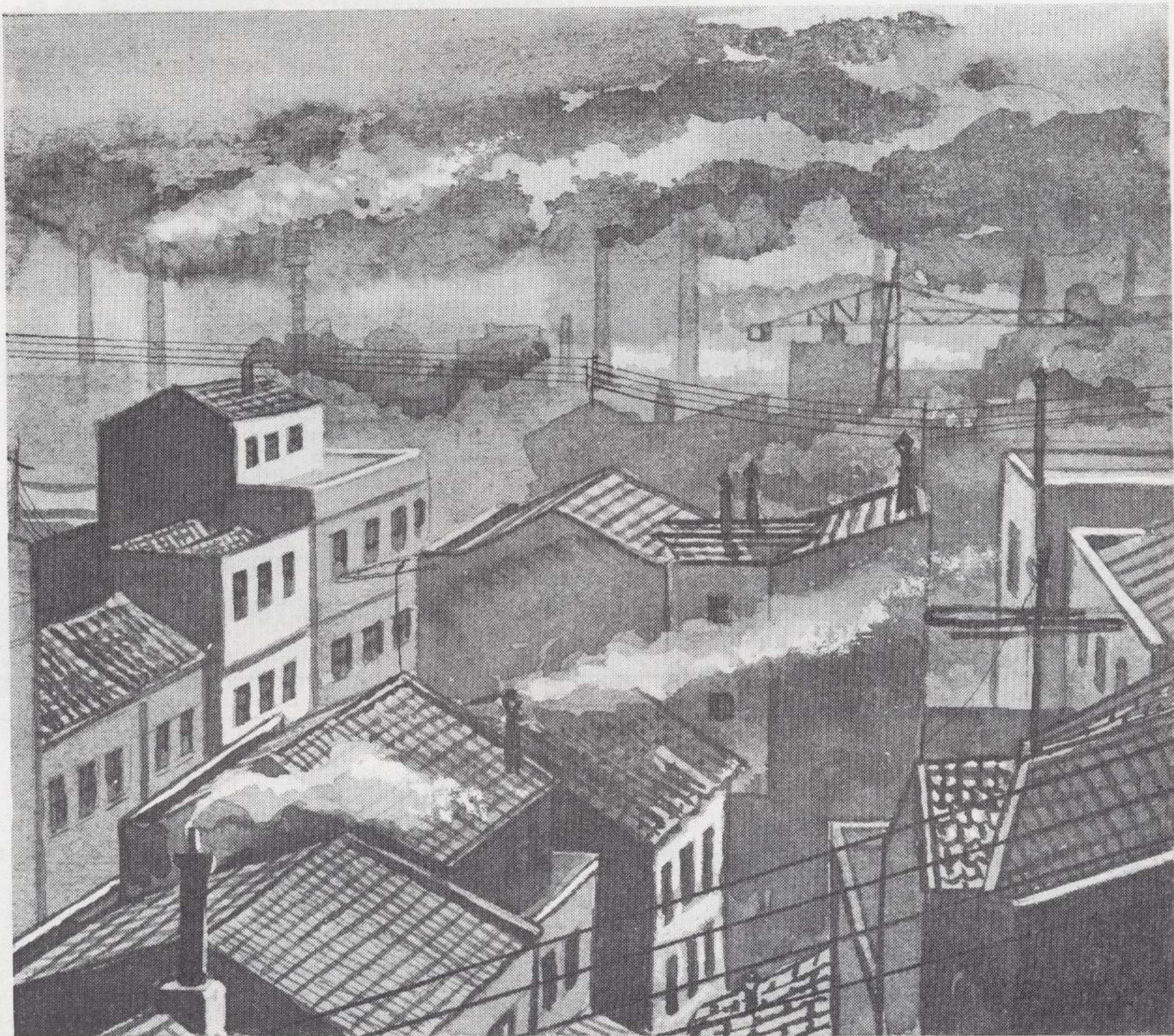
Proyectos de
investigación de
**GEOLOGIA
MINERA
HIDROGEOLOGIA
INGENIERIA
de desarrollo
minero**

ENADIMSA

Servicios especializados en	GEOFISICA GEOLOGIA FOTOGEOLOGIA ESTRATIGRAFIA PETROLOGIA	SONDEOS METALOGENIA GEOQUIMICA GEOESTADISTICA MINERALOGIA HIDROGEOLOGIA
-----------------------------	--	--

domicilio social: serrano núm. 116, madrid-6. teléfono 261 79 02
oficinas y laboratorios: carretera de andalucía, km. 12, getafe (madrid)
teléfonos 797 09 50/54/58

esto puede evitarse!



EVITE LA CONTAMINACION DEL AMBIENTE AUMENTANDO LA RENTABILIDAD DE SU EMPRESA

Todo residuo de polvo puede ser recuperado para una enorme diversidad de usos. De esta forma, al tiempo que evita la contaminación del ambiente, aumenta la producción de su Industria, disminuyendo de forma ostensible el costo de ésta.

por un ambiente más limpio

FULLER fabrica la gama más amplia y completa de "EQUIPOS de CAPTACION DE POLVO" con el nuevo filtro "PLENUM PULSE". **FULLER** ha conseguido el 60% del Mercado de Captación de Polvo de los E.E.U.U. donde las exigencias son las más severas del Mundo.

Fabrica desde equipos para talleres pequeños: "UNIFILTROS": hasta el filtro más grande en el mundo para BETHLEHEM STEEL

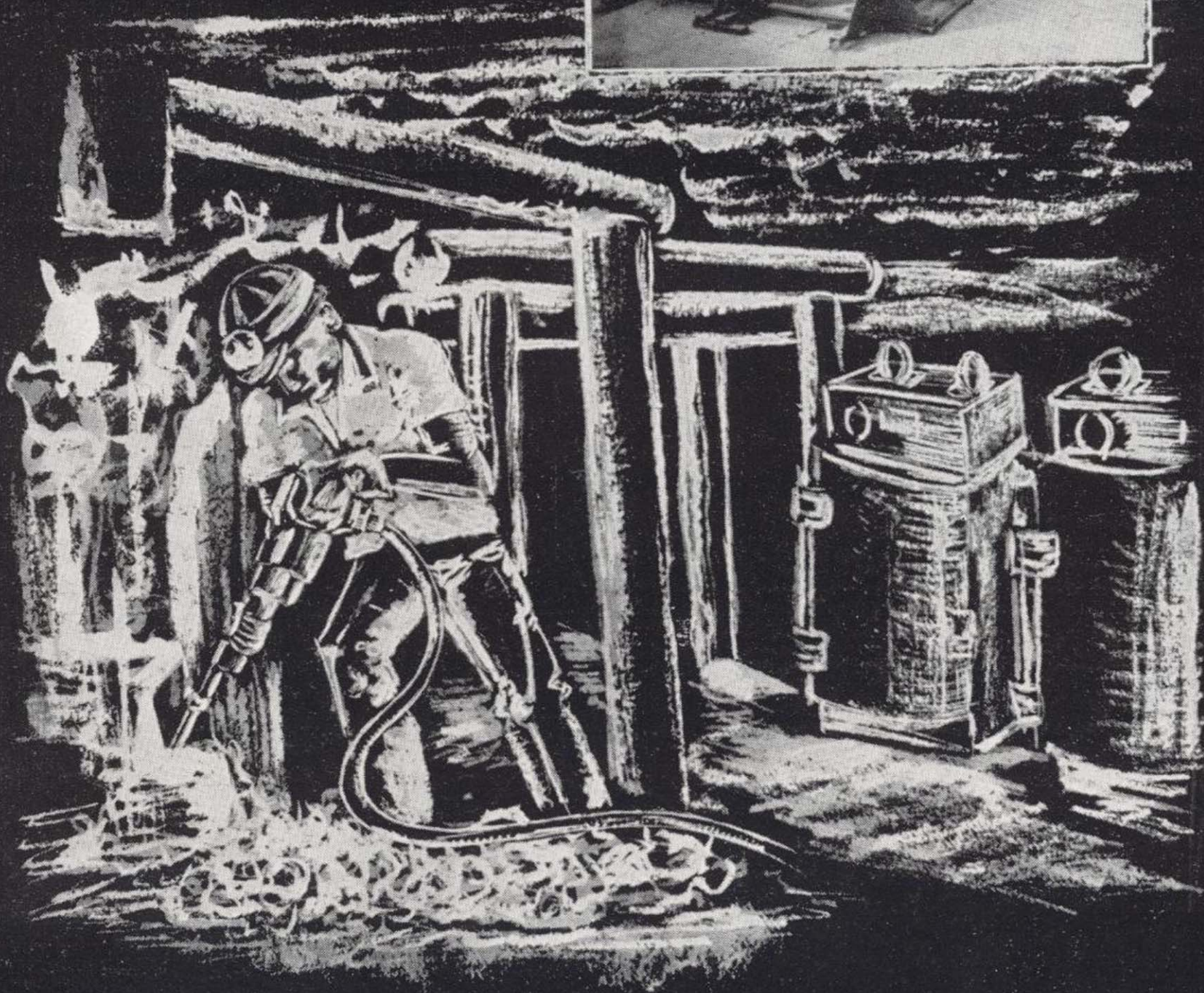
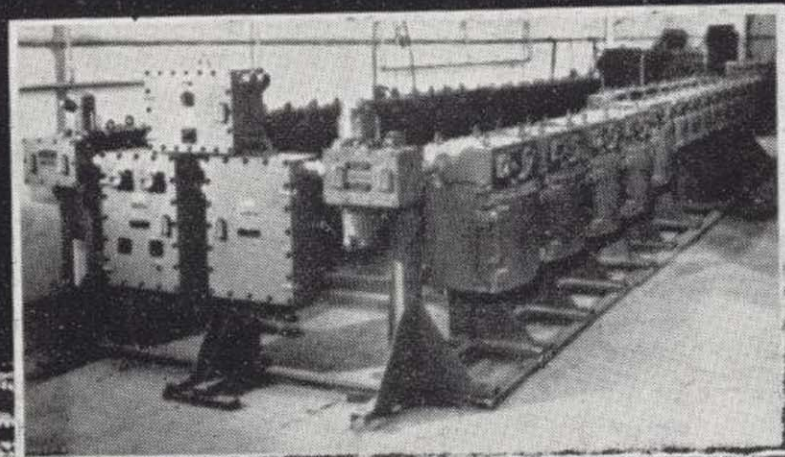
GATX-FULLER

SANCHO EL SABIO, 28 ● SAN SEBASTIAN
Tel. 41 84 42 ● Telex 36210

antes

CONSTANTIN
ESPAÑOLA S.A.

APARAMENTA ANTIDFLAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS

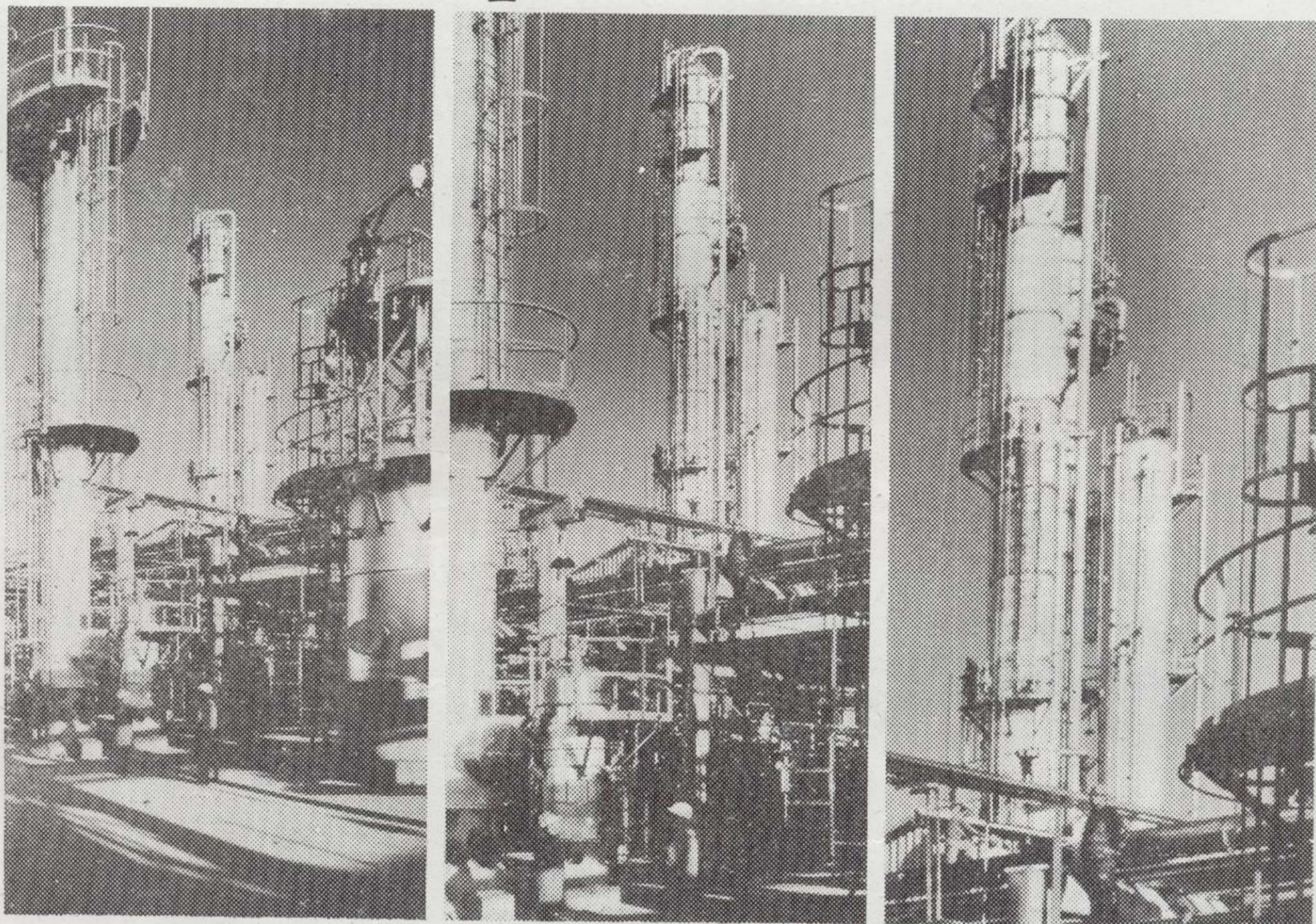


APARATOS DIVERSOS DE
SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDAS MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087

El petróleo base de la industria química moderna



Unión Explosivos Río Tinto incorpora el complejo petrolífero de la Rábida

La química actual es la química del petróleo. Porque del petróleo se obtienen hoy productos aparentemente tan dispares como asfaltos o nylon, lubricantes o plásticos. Y energía

Unión Explosivos Río Tinto, S. A. la primera industria química del país, lo tiene muy presente. E.R.T., que inició este camino en 1964, ha integrado hoy totalmente el complejo de La Rábida con su refinera, su petrolquímica, su unidad de asfaltos y su planta en construcción de lubricantes.

E.R.T., participa además en el complejo de Tarragona (ENTASA), y en la Refinería de Bilbao (PETRONOR).

Unión Explosivos Río Tinto, S. A. abarca, en muy importantes sectores desde las actividades extractivas hasta los productos finales.

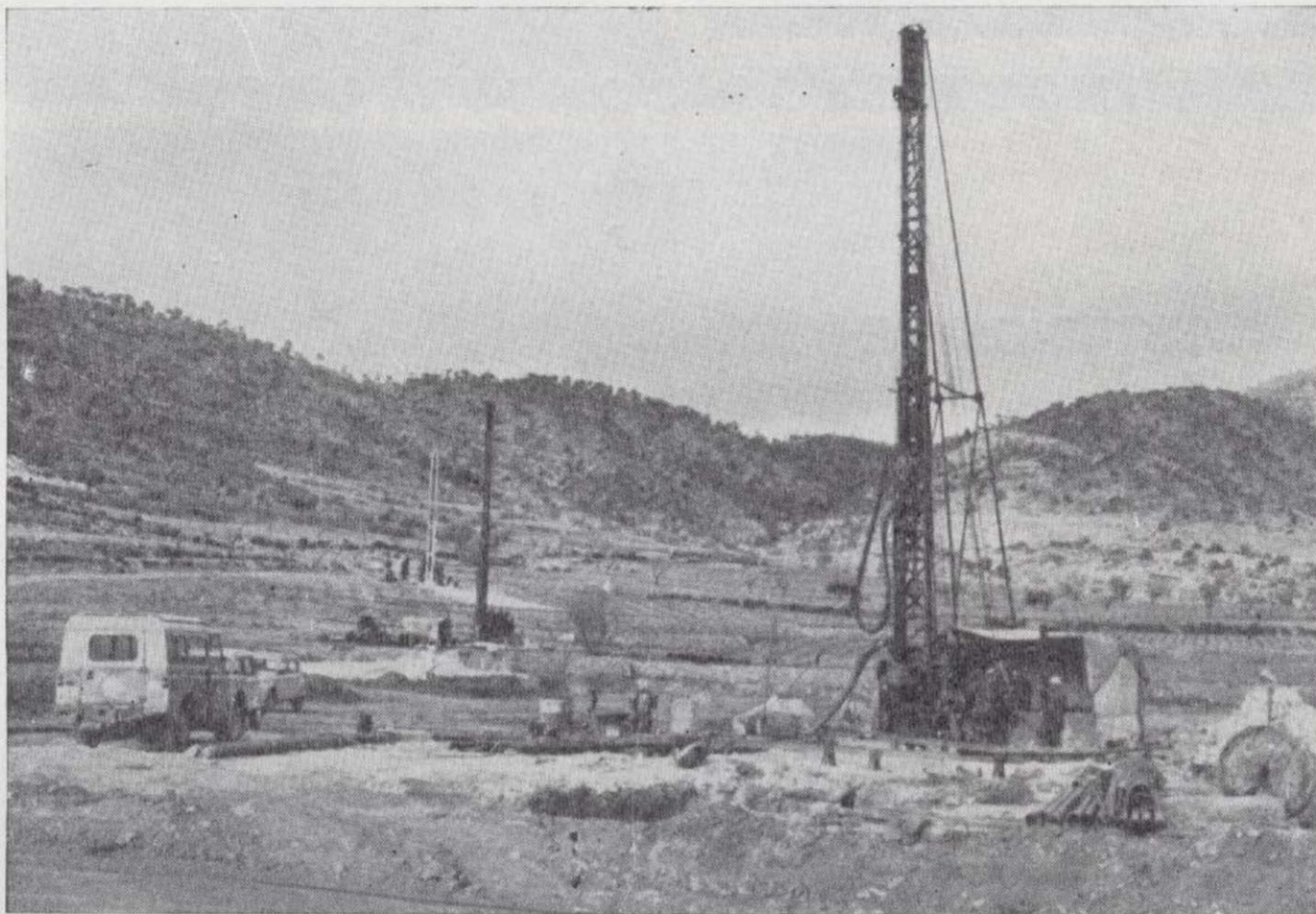
El objetivo sigue siendo el de siempre: el progreso industrial del país. Y en este camino la Incorporación de La Rábida ha sido un paso muy importante, del que estamos particularmente satisfechos y nos alienta a nuevas empresas.



**UNION
ERT EXPLOSIVOS RIO TINTO, S.A.**

Primera Industria Química de España

SONDEOS RODES



Sondeos para alumbramientos de aguas.

Estudios hidrogeológicos.

Acidificaciones y cimentaciones de sondeos.

Equipos de perforaciones a percusión y rotación para profundidades hasta 1.400 m.

★ ★ ★

Consúltenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 130 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 2 50 18 03 - 45 — MADRID-2

economía industrial

Revista mensual, editada por el Servicio
de Publicaciones de la Secretaría General
Técnica del Ministerio de Industria

- *llega a todos los industriales españoles*
- *interesa a todos los industriales españoles*

Si tiene algo que decir a los industriales
españoles, dígalo a través de las páginas de

economía industrial

Servicio de publicidad: Claudio Coello, 44 - Madrid (I)
Teléfs. 2 76 20 01 - 2 76 22 01

**TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA**



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA



TERRATEST, S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, eléctricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudios y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación, cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos otros servicios como muestras del suelo, tamizado de rocas, cortes y aserrado de materiales de construcción, etc.

Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST, S. A., cubre todo el suelo.

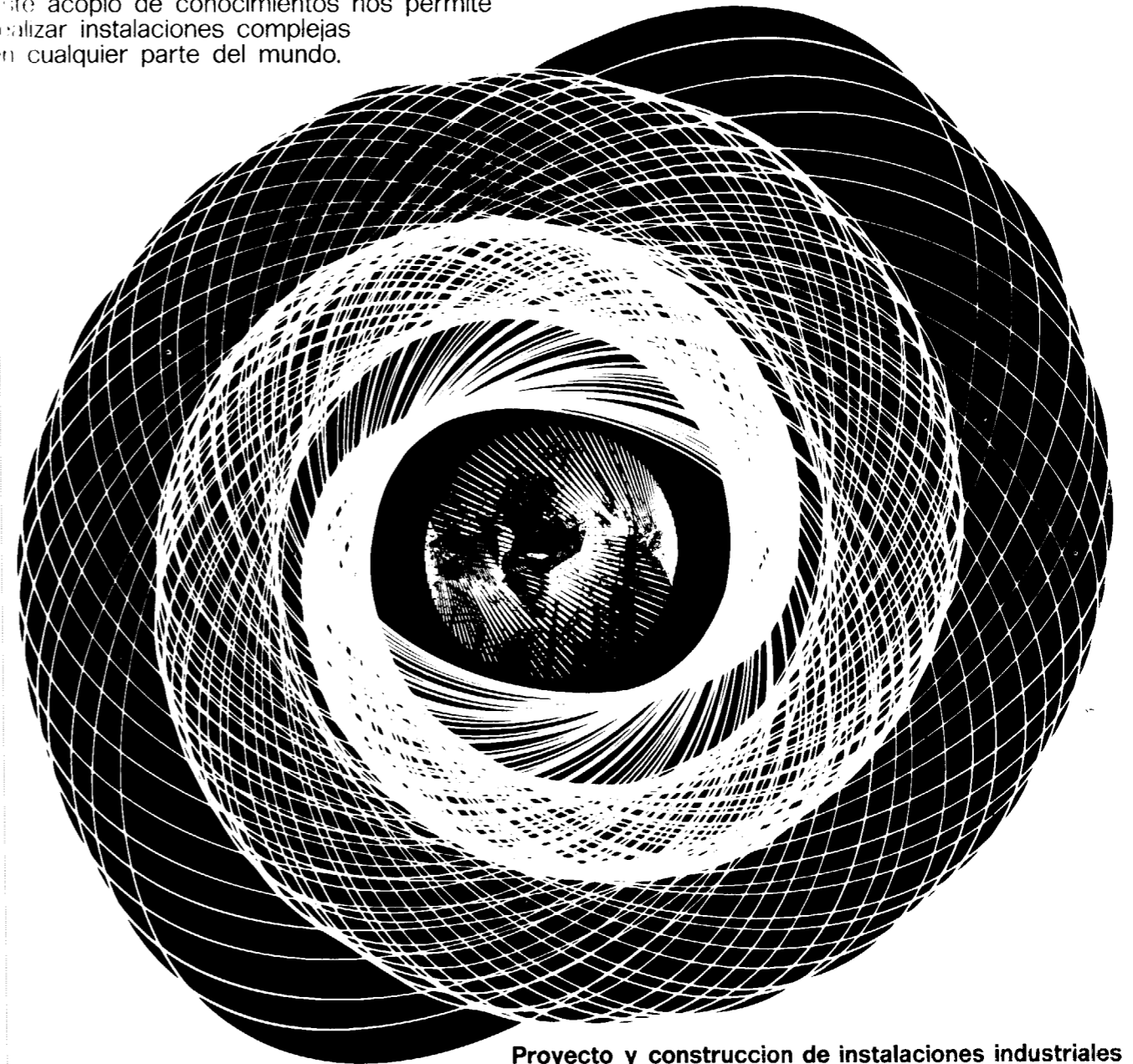
TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

xperienCIA undial



es característica
de McKee-Ctip

Desde 1905, en sesenta países, hemos adquirido experiencias valiosas. Este acopio de conocimientos nos permite realizar instalaciones complejas en cualquier parte del mundo.



Proyecto y construcción de instalaciones industriales

McKEE-CTIP INGENIEROS SA

Avenida Generalísimo 71/A, Madrid 16, Tel. 2702800, Cables Makibermad

Asociada de

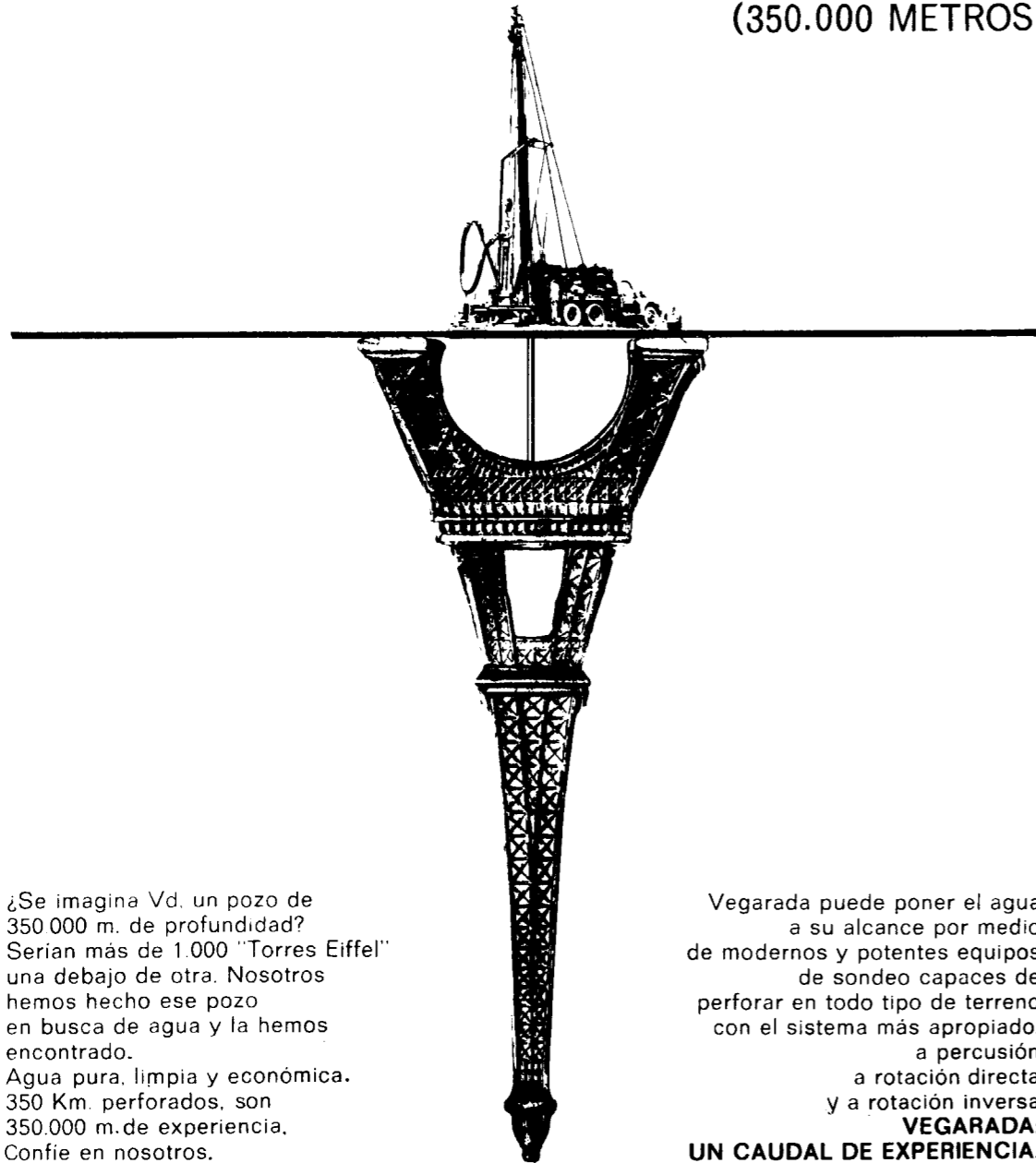
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa

Ctip, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia

Oficinas: MILANO, DÜSSELDORF, PARIS, BRUSELAS, LUCERNA, NUEVA YORK, UNION, PITTSBURGH, CHICAGO, HIBBING, HOUSTON, SAN FRANCISCO, SANTIAGO, BOGOTÁ, TORONTO, MEJICO CITY, SAO PAULO, BUENOS AIRES, MELBOURNE

M **CTI**

más de 1.000 veces la altura de la Torre Eiffel (350.000 METROS)



¿Se imagina Vd. un pozo de 350.000 m. de profundidad? Serían más de 1.000 "Torres Eiffel" una debajo de otra. Nosotros hemos hecho ese pozo en busca de agua y la hemos encontrado. Agua pura, limpia y económica. 350 Km. perforados, son 350.000 m. de experiencia. Confíe en nosotros.

Vegarada puede poner el agua a su alcance por medio de modernos y potentes equipos de sondeo capaces de perforar en todo tipo de terreno con el sistema más apropiado: a percusión, a rotación directa, y a rotación inversa. **VEGARADA:** UN CAUDAL DE EXPERIENCIA.



Vegarada
perforaciones

GUZMAN EL BUENO, 133 «PARQUE DE LAS NACIONES» - MADRID-3 - TEL. 253 42 00

Tomo 84
Fascículo IV
Julio-agosto 1973

Boletín Geológico y Minero

vista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.ª serie

SUMARIO

Geología	F. J. GARCÍA ABBAD y J. REY SALGADO: Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid	1
	J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ: Consideraciones sobre el aspecto representativo de los "Cortes o perfiles geológicos"	16
	S. HERNANDO: El Pérmico de la Región Atienza-Somolinos (Provincia de Guadalajara)	19
Minería	J. DOETSCH y J. J. ROMERO: Contribución al estudio de menas, magnéticas del suroeste de España. Minas de Cala (Huelva)	24
	GME. DIVISIÓN DE MINERÍA: Mercado de minerales y concentrados de Wolframio	42
Geotecnia	J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ y F. BEA: Estudio radiográfico-estructural de muestras de las "arcillas negras", del Cretácico inferior de los alrededores de Oviedo	52
Estudios de Minerales y Rocas	J. LÓPEZ RUIZ: Los piroxenos de las rocas de la serie alcalina. El caso de los piroxenos del volcán Teneguía, La Palma (Islas Canarias)	56
Información	Realización por el Instituto Geológico y Minero de España, del Programa Nacional de Investigación Minera.—Noticias.—Mercado de Minerales y Metales.—Información Legislativa.—Notas bibliográficas	61

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3
Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-2
Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Buntsandstein. Cañete (Cuenca)

Foto: F. Meléndez

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-VII-1973.

Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid (*)

Por F. J. GARCIA ABBAD (**) y J. REY SALGADO (**)

RESUMEN

Se estudia la estratigrafía del Terciario y del Cuaternario de los alrededores de Valladolid.

Se describen en el Terciario cinco formaciones, una detrítica basal y otras tres evaporíticas superiores, separadas por unos niveles carbonosos que representan una discordancia erosiva intramiocena.

El Cuaternario consta de seis terrazas fluviales, una formación coluvionar de ladera y depósitos de carácter eólico. Además existe un coluvionamiento generalizado de poco espesor y funcionamiento actual.

Se hacen una serie de consideraciones estructurales, de influencia sobre el desarrollo morfológico de la región. Finalmente se plantean diversas hipótesis de trabajo para un futuro estudio geomorfológico de la zona.

ABSTRACT

The Stratigraphy of Tertiary and Quaternary in the surroundings of Valladolid, Spain, are studied in these papers.

In the Tertiary five formations are described, one detrital basal and three evaporitics superior separated by carbonaceous levels, wich represent an intramiocene erosive discordance (unconformity).

Quaternary consists in six fluvial terraces, one colluvial formation os slope and deposits of eolian character. Furthermore there is a thin generalised colluvium working actually.

A series of structural considerations are said with influence after the regional morphological development. Finally several hypothesis are proposed for future geomorphological researches on that region.

La ejecución de un informe técnico (*), ha brindado la oportunidad de levantar una cartografía geológica a escala 1:25.000 de los alrededores de Valladolid, sumamente detallada. Ello ha permitido el planteamiento concreto de varios problemas estratigráficos y de evolución geomorfológica de la región. Estos últimos se refieren al número y significado de las terrazas de los ríos, a la existencia de unos colu-

viones antiguos en las laderas de los páramos y a la procedencia y dirección de transporte de las ya conocidas de antiguo "arenas voladoras" (2). Dado que la geometría de estas formaciones ha llegado a conocerse de forma muy precisa, su representación detallada en los cortes ha exigido el realce de los mismos, que se han dibujado con una exageración vertical de 25 veces. La perfecta horizontalidad del Terciario permite que no se altere sustancialmente con ello el sentido geológico de los cortes.

En el trabajo de campo se ha utilizado sistemáticamente un altímetro barométrico de precisión, lo que permite asegurar una gran exactitud en las cotas de los contactos y en los espesores, tanto en los mapas como en los cortes.

(*) Este trabajo es un resumen del informe realizado por encargo del Servicio Geológico de Obras Públicas. Los autores agradecen a este Organismo su autorización para ser publicado.

(**) Cátedra de Geodinámica Externa, Universidad Complutense de Madrid.

1. GEOGRAFÍA

Se han estudiado las dos terceras partes aproximadamente de las hojas números 343 y 372 correspondientes a Cigales y Valladolid, respectivamente, que incluyen la V de confluencia de los ríos Duero y Pisuerga (fig. 1).

El territorio cartografiado comprende la "campiña", vega de los ríos, y los "páramos", típicas me-

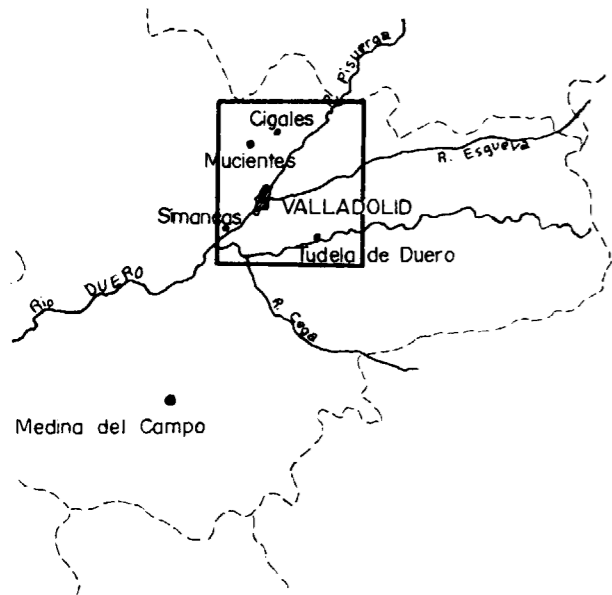


Figura 1

sas terciarias coronadas por las calizas del Mioceno superior. Esta sencilla esquematización geográfica encierra una elevada complejidad geomorfológica por cuanto las laderas de los páramos y las campiñas no son unidades simples, sino compuestas a su vez de otras varias.

El primer rasgo llamativo de la región es la total ausencia de llanura aluvial actual. Tanto el Duero como el Pisuerga corren encajados unos pocos metros en la II terraza que constituye la vega de los ríos, en tanto que la I terraza, muy poco representada, forma un revestimiento limoso que tapiza los cauces.

En segundo lugar, si bien en detalle tanto el Duero como el Pisuerga siguen un curso meandriforme, a grandes rasgos sorprende lo rectilíneo de su trazado, que no se limita a la zona estudiada, sino que se remonta río arriba. Es de destacar la amplia curva que describe el Duero entre Aranda y Peñafiel y que cabe relacionar con los relativamente próxi-

mos afloramientos mesozoicos que se extienden hacia el Sur.

Finalmente, hay que destacar la asimetría de los valles, fundamentalmente el del Pisuerga al N. de Valladolid, con suaves vertientes, escalonadas de terrazas al W., y brucas laderas de los páramos, ampliamente recortadas y desprovistas de terrazas al E.

Las diferencias de cotas son moderadas, como corresponde al típico relieve del centro de la depresión del Duero. Oscila entre los 865 m. de los páramos más altos y los 675 m. del cauce del Duero y Pisuerga al salir del mapa, siendo los 700 m. la cota media de las campiñas constituidas por la II terraza.

En el ángulo SE. del mapa existen diversos afloramientos de "arenas voladoras". Igualmente, al SE. del Pisuerga río abajo de Valladolid, las terrazas más modernas son muy arenosas. Parece indudable una relación entre estas formaciones y el carácter detrítico grueso del Mioceno basal aflorante en esta zona meridional.

Se pueden resumir las generalidades geográficas de los alrededores de Valladolid de esta manera:

— Campiñas de los ríos establecidas sobre la II terraza. En ellas está encajada la I terraza y a su vez los ríos.

— Transición de la campiña a la ladera del páramo a través de una gradación escalonada de hasta seis terrazas fluviales. En otros casos se pasa directamente de la II terraza al Mioceno, o no existen la totalidad de las terrazas. Finalmente, al S. del Duero, el valle queda cerrado simplemente por unos pequeños altozanos coronados por la III y la IV terrazas.

— Laderas de los páramos constituidas por materiales miocenos, plásticos y deslizables, con importantes coluvionamientos antiguos, y débiles recubrimientos actuales generalizados.

— Mesas de los páramos, de contorno macizo y laderas suaves al W. del Pisuerga y contorno mucho más digitado y vertientes de mayor pendiente al E. de este río, llegándose a dejar aislados varios cerros testigos. Las calizas del Mioceno superior que coronan estas mesas presentan un estado de avanzada alteración, que les confiere el aspecto de una masa arcillosa con cantos calcáreos.

— Acumulaciones arenosas, en el ángulo SE. de la región estudiada, de indudable origen eólica y cuya roca madre hay que buscarla en las facies groseramente detríticas del Mioceno basal.

2. ESTRATIGRAFÍA

Los materiales reconocidos como formaciones geológicas son los siguientes:

A.—Mioceno de las mesas de los páramos y sus laderas, con cuatro tramos.

B.—Seis terrazas fluviales, más el acarreo actual.

C.—Coluvión antiguo.

D.—Recubrimientos generalizados de pequeño espesor.

E.—Acumulaciones de arenas eólicas.

A.—Mioceno.

No afloran materiales más antiguos. Corresponde al relleno neógeno de la Depresión Castellana Septentrional, precisamente en el centro de la cuenca continental. Por ello las facies son finas, como corresponde a zonas alejadas de los bordes de la misma.

La Estratigrafía del Mioceno de esta región es ya bien conocida. En la bibliografía se pueden obtener datos litológicos, cronoestratigráficos y paleontológicos (1), (4), (6), (7), (8) y (9).

Nuestro análisis ha sido preferentemente litoestratigráfico y paleogeográfico. A este respecto hay que destacar nuestras observaciones referentes a la existencia de una clara discontinuidad sedimentaria, que seguramente implica un hiato de pequeña extensión. En efecto, se distinguen una formación basal detrítica y otras tres superiores evaporíticas, separadas netamente por unos niveles de arcillas verdosas y negruzcas con intercalaciones carbonosas, que en otros lugares son sustituidas por finas hiladas discontinuas de calizas margosas, todo ello con un espesor máximo de tres o cuatro metros. A nuestro juicio, esto revela una fase más o menos corta de emersión con implantación de un régimen de encharcamiento que separa dos etapas de mecanismo de sedimentación muy diferentes, pasándose de procesos de decantación mecánica de los materiales de acarreo, a otros de precipitación evaporítica y fino depósito mecánico.

De muro a techo se han distinguido los siguientes formaciones:

A-1. Formación Serie Roja.

Equivale a lo que antes hemos denominado "Mioceno basal" por tratarse de los niveles más bajos visibles, y corresponde a la sedimentación detrítica. Siguiendo trabajos anteriores (7), (9), se le puede atribuir una edad Vindoboniense medio superior.

Esta formación presenta tres facies diferentes (7), (9), cuya distribución geográfica queda reflejada en la figura 2, ligera modificación de la que se presenta en (9), y en los cortes. En todo caso, las transiciones, que se realizan gradualmente mediante in-

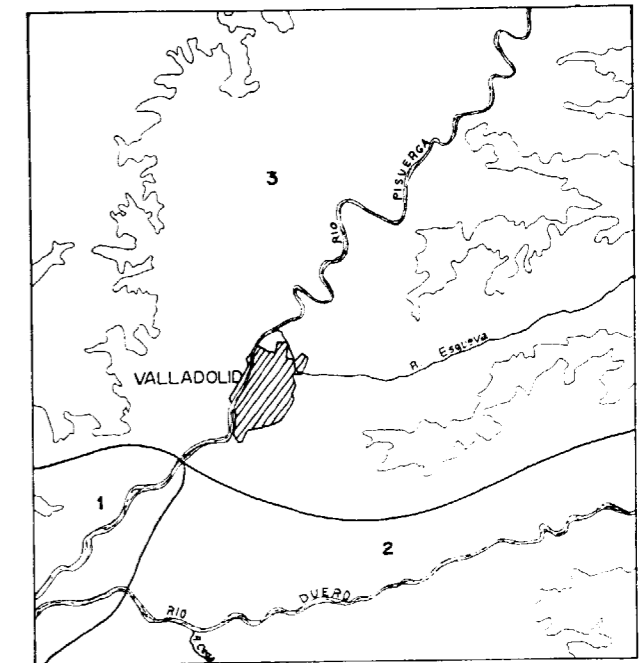


Figura 2

terdentaciones, son difícilmente observables, dado que los afloramientos de esta "Serie Roja" corresponden a las laderas de los páramos, interrumpidas por los amplios valles de los ríos, o bien al fondo de los mismos, cubiertos por las terrazas. Por ello, los límites de situación de cada facies tienen sólo valor orientativo, e indican la posición media del cambio lateral. Igualmente, dado que no puede conocerse, a partir de los datos de superficie, la geometría de los lentejones y concentraciones arenosas existentes en esta formación, las masas detríticas lenticulares que se representan en los cortes tienen sólo un valor indicativo acerca de la constitución de la "Serie Roja" en cada lugar, y de sus cambios de facies.

A-1.1. Facies "Tierra de Campos".

Es la más ampliamente representada, extendiéndose al N. del Duero desde las proximidades de su margen derecha.

Consiste en arcillas algo margosas (dan reacción al CIH) que contienen granos muy finos de cuarzo,

apenas visibles a simple vista. El color es sumamente característico, ocre-rojizo con manchas irregulares verdosas o blanquecinas. Presenta en ocasiones eflorescencias blanquecinas de poca extensión, del orden de decímetro cuadrado. Sin embargo, en los análisis químicos efectuados no se han encontrado indicios significativos de cloruros.

En los alrededores de Cabezón cambia el color, pero no sustancialmente la litología, dominando los tonos verdosos sobre los rojizos en los primeros 30 metros visibles.

Existen algunos lentejones discontinuos o aislados más groseramente detríticos, en los que domina la arena de cuarzo de 1-3 milímetros de diámetro medio, con escasa matriz arcillosa. Su espesor es del orden del metro, y no pasan de ser ocasionales. De los datos de pozos y sondeos parece deducirse que son más frecuentes y potentes en profundidad, aunque este tipo de información hay que analizarlo con prudencia porque, por lavado, el testigo ha podido perder la fracción fina en sondeos por rotación.

En el cerro de San Cristóbal, junto a la Cistérniga, se ha obtenido la siguiente columna estratigráfica tipo:

De muro a techo:

1. Arenas finas y muy finas con matriz arcillo-margosa, de colores amarillento-rojizo. Intercaladas en ellas, lentejones de material detrítico arenoso más grueso.
2. Tramo constituido por una alternancia de margas arcillosas y niveles carbonosos de 10 a 20 centímetros.
Espesor: 4 metros.
3. Margas yesíferas masivas, de colores grisáceos verdosos. Abundantes niveles yesíferos de cristales idiomorfos maclados, con intercalaciones de capas margosas compactadas.
Espesor: 34 metros.
4. Paso gradual a margas arcillosas con niveles calcáreos compactados de aspecto sepiolítico. Intercalaciones hacia el muro de niveles margosos con yesos.
Espesor: 34 metros.
5. Paso gradual a margas calizas con intercalaciones de niveles margosas.
Espesor: 2,60 metros.
6. Caliza en capas de 10 a 20 centímetros de espesor, nodulosa y regularmente estratificada en toda la masa.
Espesor: 3,40 metros.

Esta columna, para la formación de "Serie Roja" (término 1) corresponde a la zona de iniciación del cambio lateral a facies más detríticas. Por ello, hacia el N. va dominando la matriz margoarcillosa sobre los elementos arenosos finos, a la vez que las intercalaciones detríticas lenticulares van perdiendo frecuencia y espesor.

En conjunto, la facies "Tierra de Campos" es de una gran monotonía, ligeramente paliada por los

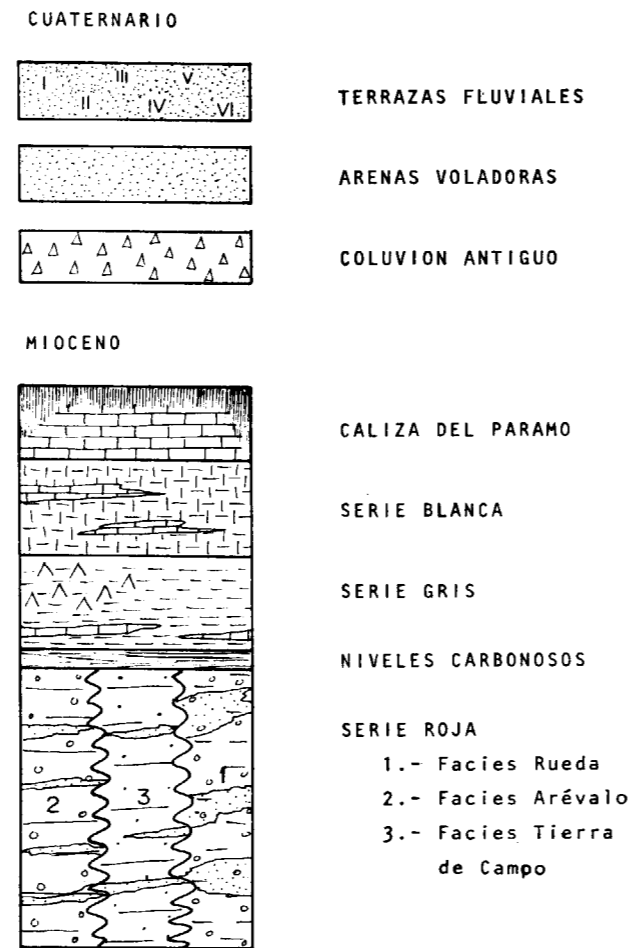


Figura 3

niveles basales de arcillas verdosas de los alrededores de Cabezón.

A-1.2. Facies "Arévalo".

Es la más marcadamente detrítica. Se extiende al S. del Duero, aproximadamente hasta un par de kilómetros al N. de éste, aunque por tener lugar el cambio de facies bajo las terrazas del río, es difícil concretar el límite.

Consiste en una masa arcillosa con granos de cuarzo más gruesos y numerosos que en la facies "Tierra de Campos". Las intercalaciones de bancos de arenas gruesas subangulosas (diámetro medio de 1 a 3 milímetros e incluso más) son mucho más frecuentes y de mayor potencia, incluso varios metros, y en ellos no son raros los niveles de conglomerado fino (de 1 a 3 centímetros). El conjunto tiene mucho más de arena o arenisca que de masa margoarcillosa, y dado lo poco o malamente consolidado de las arenas, resulta altamente degradable. Esto hace que sólo en cortes frescos, canteras, trincheras, etc., sea posible observar la formación con sus caracteres típicos y sus tonos ocre-rojizos con manchas verdosas. En otro caso, un recubrimiento limoarenoso bastante generalizado, y las acumulaciones de arenas eólicas lo ocultan de la observación.

A-1.3. Facies "Rueda".

Esta facies, limitada al ángulo SW. de la región, es, hasta cierto punto, intermedia entre las dos anteriores. Su aspecto general se asemeja al de la facies "Tierra de Campos", de la que sólo se diferencia por la mayor abundancia en niveles detríticos, que no alcanzan tampoco ni la frecuencia ni el espesor que adquieren en la facies "Arévalo".

Se trata, por tanto, de una masa margo-arcillosa y levemente arenosa de grano muy fino (diámetro menor de 0,1 milímetros), que engloba niveles discontinuos, de 1 a 5 metros de potencia media, de arenas gruesas (diámetro de 1 a 3 milímetros), más consolidadas que en la facies "Arévalo" por la matriz margo-arcillosa. Los tonos son idénticos a los de la facies septentrional y presenta también algunas eflorescencias blanquecinas.

El espesor del Mioceno hasta alcanzar el substrato mesozoico o el zócalo no puede, evidentemente, aventurarse en este estudio de superficie. En cuanto a la potencia aflorante no alcanza en ningún caso los 100 metros para el total de la "Serie Roja". Puede darse como cifra media 80 metros para el espesor de la "Serie Roja" aflorante sobre la lámina de agua del Duero y Pisuega en esta zona.

Si bien la "Serie Roja" presenta variaciones laterales, como corresponde a una sedimentación continental en la que la dirección e intensidad de las corrientes de acarreo así como la energía del relieve y la proximidad del área madre tienen una influencia directa sobre los caracteres de la sedimentación, en vertical la homogeneidad de la formación se mantiene con notable constancia. Resulta llama-

tivo, por ello, el fin brusco de la misma y su sustitución por formaciones en buena parte evaporíticas, de coloraciones muy diferentes, sin un cambio gradual o progresivo, y abarcando además la totalidad de la zona de estudio. Parece lógico suponer para la delgada formación de arcillas oscuras con niveles carbonosos (tramo 2 de la columna estratigráfica tipo), el carácter de serie condensada que comprenda un período de tiempo más o menos largo, durante el cual tuvieron lugar las modificaciones ambientales del tipo que fueran, que permitieron la reanudación de la sedimentación bajo condiciones muy diferentes de las precedentes. Un estudio palinológico detallado de los niveles carbonosos podría dilucidar esta hipótesis de trabajo.

A-2. Formación "Niveles oscuros".

De escaso espesor, entre 1 y 4 metros, encierran la clave de la interpretación de varios de los problemas de la estratigrafía del Mioceno de la región.

De ser posible su datación palinológica se podría conocer la edad del hiato y confirmar su carácter de formación condensada, y, con ello, conocer la extensión del mismo, así como la situación estratigráfica exacta de las formaciones miocenas que lo limitan por muro y techo.

Además, su destacado carácter de nivel guía permite conocer la geometría del contacto entre las facies detrítica basal y las evaporíticas superiores. Ha quedado perfectamente establecida la total continuidad de esta formación en toda la zona estudiada. Esto refuerza la interpretación de una interrupción en la sedimentación normal, sustituida la cuenca por una región pantanosa levemente encharcada y con muy escasos aportes detríticos periféricos. Los abundantes restos vegetales existentes en los niveles carbonosos, así como algunas concentraciones limoníticas apoyan la idea de una situación de encharcamiento somero generalizado.

Está constituida esta formación por niveles margoarcillosos verdosos y negruzcos, con frecuentes intercalaciones de hiladas carbonosas de unos pocos centímetros de potencia y con algunas concentraciones limoníticas. En ciertos puntos muy localizados (en el triángulo Villabáñez-Renedo-Tudela de Duero, y al N. de la carretera Corcos-Cigales-Mucientes-Monte de Torozos), se convierten en bancos de calizas y calizas margosas, que hay que interpretar como precipitación química en los ombligos de alguna profundidad del conjunto de la región encharcada. Coinciden estas zonas con las de cota míni-

ma para el contacto entre la "Serie Roja" y las series evaporíticas superiores, sobre todo entre Villabáñez, Renedo y Tudela. La irregularidad de este contacto, que puede apreciarse en los cortes, indica una fase erosiva de poca importancia y, por tanto, una etapa de emersión, en contraste con la perfecta y regular horizontalidad y concordancia de los restantes contactos del Mioceno.

Resumiendo: tras la sedimentación detrítica de la "Serie Roja" tuvo lugar una emersión generalizada por causas desconocidas, que expuso el territorio a una ligera erosión, que modificó levemente la horizontalidad regularidad del techo de esta formación. En las suaves hondonadas así formadas se acumuló una pequeña cantidad de agua en cuyo seno tuvo lugar la precipitación de calizas margosas, mientras en el resto de la región se establecía un régimen de encharcamiento pantanoso, cuyo ambiente reductor permitió la formación de los niveles carbonosos y de concentraciones limoníticas, así como la conservación de restos vegetales.

Sobre esta formación suavemente alabeada se reanuda la sedimentación, ahora con caracteres netamente evaporíticos.

A-3. Formación "Serie Gris".

Comienza con ella la sedimentación evaporítica. Está formada por margas arcillosas y arcillas de tonos predominantes grisáceos y blanquecinos. También presenta algunos niveles calcomargosos discontinuos del orden de algunos centímetros de espesor.

En el NW. de la región estudiada, allí donde la formación "Niveles oscuros" está constituida por tramo calcáreo, la "Serie Gris" comienza con hileras de calizas y calizas margosas de algunos decímetros de espesor, alternantes con la masa de margas arcillosas y arcillas grises, a la que se pasa gradualmente hacia arriba.

Esta formación contiene yesos, explotados en algunos lugares, en sus tramos medio y alto, y nunca cerca del muro. Se trata de acumulaciones de cristales idiomorfos, algunos de notable tamaño, frecuentemente maclados, englobados en la masa arcillosa en forma de hiladas discontinuas. Su presencia es prácticamente general, excepto desde Mucientes hacia el Sur, en la margen derecha del Pisuerga, como se indica en el mapa.

El espesor de esta formación es relativamente variable y oscila de 30 a 55 metros, lo que se debe a las ya mencionadas irregularidades del muro, mien-

tras que el techo se mantiene prácticamente horizontal y a cota constante.

Se atribuye a esta formación (7), (8) una edad Vindeboniense superior, pero habría que precisarla en relación con la duración del hiato representado por los "niveles oscuros".

En la columna estratigráfica, corresponden a la "Serie Gris" el tramo 3 y la parte basal del 4.

A-4. Formación "Serie Blanca".

Sigue a la anterior en perfecta concordancia, hasta el punto de que la transición es relativamente difusa y progresiva. Queda definido el paso entre ambas formaciones por:

— Existencia de un nivel único o doble de arcillas verdosas de un metro aproximadamente de potencia.

— Desaparición de los yesos, que no pasan a la "Serie Blanca" en ningún caso.

— Alternancia de bancos de espesor medio de 25 centímetros de calizas y calizas margosas, más calcáreas y frecuentes hacia el techo, donde la transición a las calizas del páramo es gradual y progresiva.

— Coloraciones más claras que las de la "Serie Gris", blanquecinas o suavemente amarillentas.

La "Serie Blanca" presenta, por tanto, el aspecto de una masa de margas y margas arcillosas con frecuentes intercalaciones de niveles de 5 a 25 centímetros de espesor, de calizas y calizas margosas, más abundantes hacia el techo, carente el conjunto de yesos, y presentando tonos suaves, blanquecinos o ligeramente amarillentos.

Dada la perfecta horizontalidad y concordancia del conjunto, la potencia de esta formación es sumamente constante, alrededor de los 40 metros.

A-5. Formación "Calizas del Páramo".

Coronando la serie miocena, existen, hasta un máximo de 12 metros de espesor, las típicas calizas del páramo. Son relativamente variadas, margosas en la base, más calcáreas hacia el techo, frecuentemente cavernosas y de colores claros, blancos o amarillentos en superficie y blanquecinos o grises en fractura.

Pero el carácter más importante de esta formación no radica en sus propiedades petrográficas sino en el intenso grado de alteración que presentan. Dado su pequeño espesor, toda la masa caliza ha podido incluso desaparecer, quedando reducida a una

masa de arcilla de decalcificación con cantos calcáreos residuales englobados en ella. Así, donde su espesor total no sobrepasa los 5 metros puede afirmarse que está alterada en todo el espesor, y cuando supera esta cifra, el exceso está constituido por calizas en la base cubiertas por residuo de arcillas de decalcificación. Como la cota aproximada del muro de las calizas del páramo es extremadamente constante, 845 metros al W. del Pisuerga y 850 metros al E. de este río, basta consultar el mapa topográfico de la región para conocer la existencia o no de calizas sin alterar y su espesor aproximado.

En todo caso las calizas que subsisten están profundamente carstificadas y presentan un aspecto oqueroso en los cantiles de las mesas o en las trincheras de las carreteras, únicos lugares en que es posible su observación.

B. Terrazas fluviales.

Se han identificado hasta seis terrazas. En la margen derecha del Pisuerga, al N. de Valladolid, es donde se encuentran mejor representadas, apareciendo las tres más altas sólo ocasionalmente en las restantes zonas.

Para evitar confusiones aclararemos que nombramos las márgenes según se mira hacia la desembocadura, y numeraremos las terrazas desde la más baja y moderna como I terraza, hasta las más altas.

Su distribución espacial, escalonada y paralela a los ríos, sus cotas aceptablemente constantes y regularmente crecientes con el número de orden de la terraza, la morfoscopia de las gravas, bien rodadas y la evidente relación entre la composición mineralógica y granulométrica de sus materiales con su situación geográfica, justifican sobradamente su clasificación como terrazas. Han sido, sin duda, los tonos rojizos de la matriz arcillosa de las terrazas altas, y la gran extensión superficial que ocupan éstas en la margen derecha del Pisuerga, lo que ha permitido confundirlas con rañas. A este respecto hay que afirmar de forma radical la total inexistencia de rañas o formaciones equivalentes en la región estudiada.

Los espesores de las terrazas que se deducen de los cortes presentan un aceptable grado de exactitud, basado en los datos de campo y en los de los pozos y sondeos que se han efectuado en la región, de forma que los cortes son auténticos esquemas a escala.

Se observa en los cortes cómo la II terraza, que es la que constituye la vega de los ríos, tiene un

espesor limitado, de forma que ha quedado colgada por la ulterior profundización de los cauces y, por tanto, desconectada de éstos, de manera que los ríos discurren directamente sobre la "Serie Roja", ligeramente tapizada por la I terraza en algunos lugares. Quiere decir esto que la última evolución del trazado de los ríos ha tenido lugar dentro de la estrecha franja constituida por la I terraza.

Además de las terrazas de los dos ríos principales de la región, Duero y Pisuerga, y de sus afluentes Cega y Esgueva, algunos pequeños emisarios de aquéllos han dejado retazos colgados de terrazas antiguas. En estos casos, y dada su procedencia dentro del páramo, el canto es calizo y generalmente cementado, formando pequeños estratos conglomeráticos consolidados. Por el contrario, las terrazas principales están formadas por material suelto en general.

En el tercio meridional de la región estudiada, las terrazas son sumamente arenosas, como consecuencia de la toma de material de la facies "Arévalo". Estas zonas, además, presentan recubrimientos locales de arenas eólicas de la misma procedencia, así como cierta proporción de cantos rodados con morfoscopia de ventifactos trifacetados, lo que atestigua el papel jugado por el viento como agente de transporte.

No se han cartografiado los rellenos de fondo de los pequeños arroyos y barrancos dada su poca potencia, asimilándolos al recubrimiento generalizado de coluviones de pequeños espesor, con el que tienen en común el significado de manto detrítico en acarreo por los mecanismos erosivos y de transporte actuales.

B-1. Sexta terraza.

Se localiza fundamentalmente en la margen derecha del río Pisuerga, al N. de Valladolid. Otros afloramientos de menor importancia existen a la salida del valle donde se encuentra el pueblo de San Martín de Valvení, y en el valle del Esgueva. El Duero, por el contrario, carece por completo de esta terraza.

Aparece como retazos dispersos y colgados entre los 780 y los 800 metros de cota, en el Pisuerga, y a los 770 metros en los restantes afloramientos.

Existe una diferencia neta entre las terrazas del Pisuerga y las de San Martín de Valvení y el Esgueva. En estos casos se trata de pequeños estratos conglomeráticos discontinuos y más o menos desmantelados, con cantos de diámetro inferior a 10

centímetros, cementados por margas y arcillas. Se encuentran coronando pequeños cerros o rellanos, y presentan coloraciones amarillentas. Dada su procedencia y corto transporte, los cantos son exclusivamente calizos y están mal rodados.

En la margen derecha del Pisuerga, por el contrario, se trata de una masa de cantos rodados silíceos de 0,5 a 15 centímetros de diámetro, englobados en una matriz arcillosa algo margosa de tonos marcadamente rojizos. El conjunto no está consolidado y lo más llamativo, como en las terrazas V y IV de esta zona, es precisamente su coloración. Se encuentran también, en débil proporción, algunos cantos calizos, interpretándose la aludida coloración como rubefacción de las arcillas de decalcificación de estos cantos y de las arcillas de acarreo, bajo condiciones climáticas apropiadas. Este punto, para ser aclarado, exigiría un estudio detenido de la mineralogía de estas arcillas.

El espesor de la VI terraza del Pisuerga es moderado, como máximo unos cinco metros, y depende de la topografía y del grado de desmantelamiento de la terraza en cada punto.

B-2. Quinta terraza.

Tanto su localización como sus caracteres son prácticamente idénticos a los de la VI terraza. Presenta, además, dos pequeños afloramientos en el valle del Duero, de iguales características a las del Esqueva.

Se encuentra situada a una cota de unos 755 metros al E. del Pisuerga, y entre los 750 y los 780 metros en la margen derecha de este río.

Para el Pisuerga, el espesor es algo superior al de la VI terraza, con una media de 4 y un máximo de 8 metros, y morfológicamente, determina rellanos suavemente inclinados hacia el valle, pero sin desnivel neto en su borde inferior. Se encuentra desconectada de la terraza superior, aunque un ligero coluvionamiento de material proviniente de ella simula la unión entre las dos terrazas, separadas en todo caso por pequeña diferencia de cota. Lo mismo ocurre con la IV terraza.

B-3. Cuarta terraza.

Ocupa gran extensión superficial y adquiere notable espesor en la margen derecha del Pisuerga, al N. de Valladolid, así como al S. del Duero, en los alrededores de Boecillo. Los restantes afloramientos son de menor importancia.

En el Pisuerga forma un amplio y espeso escalón

que se eleva suave pero constantemente hasta la cota de 755 metros. Sobre la III terraza desciende bruscamente mediante un resalte bastante neto de hasta 8 metros, sin dejar aparecer el Mioceno, de forma que existe alguna conexión entre ambas. La potencia máxima puede evaluarse en unos 10 metros y la media, entre 6 y 8 metros.

Litológicamente no ofrece variaciones en relación con la VI y la V al Norte del paralelo de Fuensaldaña. Hacia el S. el espesor disminuye paulatinamente, los afloramientos se hacen discontinuos y la terraza va adoptando el aspecto de una costra cementada de colores más claros, ampliamente degradada, por lo que lo más frecuente es encontrar restos de esa costra cementada en la base, y el resto de la terraza como aglomerado de cantos silíceos de 0,5 a 12 centímetros de diámetro y mucho menos frecuentes de caliza, dentro de una matriz arcillosa y margosa de tonos ocres y amarillentos, que localmente puede estar nuevamente rubefactada. En toda esta zona meridional, el espesor raramente alcanza los 5 metros.

Esta IV terraza es, por tanto, la primera que presenta la morfología típica de estas formaciones, con rellano y resalte bien caracterizados. La cota más baja de la superficie de Mioceno sobre la que reposa es aproximadamente de 715 metros, aunque hacia el S., por estar colgada sobre el cantil de Mioceno que denomina la campiña, esta cota es más alta, superior a los 730 metros.

En la margen izquierda del Duero presenta un importante retazo colgado en lo alto de los altozanos que limitan el valle hacia el S. De unos 8 metros de espesor, está constituida por cantos silíceos de 3-15 centímetros de diámetro con matriz arenosa y algo arcillosa muy abundante. En el conjunto domina la arena, como ocurre con todas las terrazas meridionales, afectadas por la facies Arévalo.

En la otra margen del Duero, donde su importancia y desarrollo son más restringidos, se aprecia una procedencia mixta de los materiales que la constituyen. Los cantos calizos proceden del valle donde se encuentra el pueblo de Villabáñez, y los silíceos han sido aportados por el propio río Duero, al menos en la mayor proporción. Esto se deduce de la situación de los afloramientos, que se remontan arroyo arriba hasta casi Villabáñez, con composición exclusivamente caliza, mientras en Laguna de Duero la totalidad de los cantos es silícea.

La terraza, a la altura de Tudela de Duero, consiste en un conglomerado cementado por margas

calcáreas de cantos calizos de 1 a 10 centímetros de diámetro como media, y un espesor alrededor de 1,5 metros. Hacia el techo la terraza está desgregada, y el conjunto tiene una potencia de 4 a 5 metros. Río abajo, los cantos silíceos alcanzan el 25 por 100 del total pasada la carretera de Soria, y son prácticamente la totalidad en la de Segovia, manteniéndose el espesor. En Laguna de Duero, la IV terraza se encuentra colgada en un cerro y consiste en hasta 5 metros de cantos silíceos con matriz arcillosa y arenosa rojiza. En este caso, el muro de la terraza desciende hacia el W., por lo que probablemente pertenezca al Pisuerga y no al Duero.

Los restantes afloramientos de la IV terraza constituyen diminutos retazos discontinuos de costras o restos de costras conglomeráticas más o menos desmanteladas. Son de muy pequeño espesor, inferior a los 3 metros, y están formadas por cantos rodados calizos de 1 a 10 centímetros de diámetro, englobados por cemento o matriz margosos o margoarcillosos de tonos amarillentos, como en las terrazas anteriores.

B-4. Tercera terraza.

Constituye el escalón que limita las campiñas de los ríos. Adquiere importancia en las siguientes zonas:

- margen derecha del Pisuerga;
- parte interna de la V de confluencia del Duero y el Pisuerga, entre Valladolid y Tudela de Duero;
- margen izquierda del Duero.

En la margen derecha del Pisuerga está conectada en toda su extensión con las terrazas II y IV. Su espesor es muy constante, de unos 6 metros, así como sus cotas, de 712 a 716 metros para el techo, y de 704 a 708 para el muro. También su morfología es muy regular, con superficie horizontal y resalte de unos 8 metros sobre la II terraza, así como la composición granulométrica y mineralógica. Se trata de gravas silíceas, de 0,5 a 15 centímetros de diámetro, con matriz arcillosa y limosa algo arenosa, en una proporción del 50 por 100 con los cantos. Los tonos son amarillentos, pardos y rojizos, estos últimos menos intensos que en las terrazas superiores. Al llegar a la altura de Cabezón se interrumpe, para no reaparecer en esta margen del Pisuerga.

En la V de confluencia del Duero y el Pisuerga, presenta una buena continuidad de afloramientos, pero sus caracteres composicionales no tienen la

misma constancia. En Tudela de Duero consiste en 3 ó 4 metros de una costra conglomerática, más o menos disgregada, de cantos calcáreos de 3 a 7 metros de diámetro medio, con algunos silíceos dispersos, y cementados por margas algo calcáreas. La procedencia de los cantos calizos es la misma que en la IV terraza, es decir, el valle de Villabáñez. El muro de la terraza se encuentra a unos 719 metros de cota, y entre ella y la II aparece el Mioceno, no estando, por tanto, mutuamente conectadas.

A medida que se avanza río abajo, la proporción de canto calizo disminuye muy rápidamente, al alejarse de la zona fuente y tomar más importancia el propio río Duero en su formación. Así, a la altura de la carretera de Segovia domina ampliamente el canto silíceo de 0,5-10 centímetros de diámetro, englobado en una matriz abundante en la que la fracción arenosa predomina sobre la limosa y arcillosa, carácter típico de las terrazas en las zonas meridionales de la región estudiada. El espesor es también mayor, de hasta unos 7 metros y la cota del muro ha descendido a 714 metros.

En el vértice de la V, a partir de Laguna de Duero, la terraza es de canto exclusivamente silíceo, de diámetro medio de 5 a 10 centímetros y matriz arenosa gruesa y algo limosa, abundante. A partir de este punto, la II y la III terraza están conectadas mutuamente. El muro de esta última se encuentra a la cota 700 metros y su espesor es de unos 7 metros.

A medida que se avanza hacia el vértice de la V y la influencia del Pisuerga empieza a hacerse sentir la cota del muro desciende notablemente, hasta 688 metros y el espesor aumenta hasta un máximo de unos 12 metros, que es la mayor potencia de cualquier terraza en la región estudiada. Esta III terraza del Pisuerga consiste en un espeso manto de matriz arenosa gruesa (diámetro medio de 1-3 milímetros) con algo de limo, y cantos silíceos de 3 a 15 y 20 centímetros de diámetro. La matriz es ampliamente dominante en todo el espesor, más exageradamente en los dos metros superiores. En esta zona la III terraza se encuentra conectada con la II, a la que domina con un escarpe muy neto de unos 10 metros de desnivel. Dicho escarpe es algo menor, de unos 8 metros en la III terraza del Duero a la altura de la carretera de Madrid, el S. de Laguna de Duero, donde aún aparece Mioceno entre éstas y la II, no estando, por tanto, todavía conectadas.

En el vértice de la V de confluencia el desnivel se suaviza, de forma que no resulta fácil distinguir el contacto entre ambas terrazas.

A medida que se avanza hacia el N. en el Valle del Pisuerga, la III terraza va adelgazándose hasta alcanzar unos 8 metros a la entrada de Valladolid, donde, además, pierde la conexión con la II. La matriz va haciéndose menos arenosa, al ir aumentando la proporción de fracción limosa y arcillosa.

En Valladolid, la III terraza del Pisuerga entra en relación con la de la margen izquierda del Esgueva, rápidamente interrumpida. En ella domina el canto calizo de 0,5-15 centímetros de diámetro medio, con un 10 por 100 escaso de canto silíceo menor de 5 centímetros de diámetro y matriz arcillosa y margosa de tonos claros. El espesor alcanza los 77 metros pero el desarrollo trasversal es muy limitado.

En la otra margen del Esgueva existe la III terraza como pequeños afloramientos discontinuos y de espesor máximo de 4 metros aunque lo más frecuente es que se trate de una costra conglomerática más o menos desmantelada de unos 2 metros de potencia constituida por cantos de caliza de 1 a 20 centímetros de diámetro, cementados por margas arcillosas. Los escasos cantos silíceos existentes en el borde más próximo al Pisuerga, parecen haber sido aportados por éste.

En la margen izquierda del Duero la III terraza alcanza también importante desarrollo, extendiéndose con notable continuidad paralelamente al río. Morfológicamente, lo más destacado de esta terraza consiste en la continuidad de la cota de su muro, que determina el paso de una III terraza conectada a la II en Tudela de Duero, a otra colgada y desconectada a la altura de Boecillo.

Se plantea aquí el problema de lo elevado de esta terraza, que no baja de los 700 metros de cota, en relación con la III terraza de la otra margen del Duero. La explicación a este fenómeno hay que buscarla en la desaparición de las porciones de esta terraza más próximas al río, indudablemente situadas a cotas más bajas que las de los afloramientos que quedan en la actualidad sin desmantelar.

Otra particularidad a destacar es su matriz arenosa francamente abundante, influenciada por la facies "Arévalo" de la Serie Roja del Mioceno, dominante en esta zona.

En Tudela de Duero consiste en una matriz ampliamente arenosa y muy levemente limosa que engloba cantos silíceos de hasta unos 15 centímetros de diámetro, bastante abundantes. La proporción de matriz arenosa es mayor en superficie que en profundidad, donde el porcentaje de acarreo detrítico es impotente. El espesor máximo es del orden de 7 metros, que como media no pasa de 5.

A la altura del puente del F. C. sobre el Duero, aparece el Mioceno entre la II y III terrazas, con lo que a partir de este punto la III terraza empieza a quedar colgada, lo que explica lo elevado de su cota al W. de Herrera de Duero, por erosión de la porción más próxima al río. Entre Boecillo y el río Cega la terraza corona los altonazos que cierran el Valle del Duero hacia el Sur, así como entre el Cega y el pueblo de Viana de Cega. El espesor llega a los 12 metros y consiste en la misma masa de cantos de cuarcita de 3 a 15 e incluso 20 centímetros de diámetro con matriz algo limosa pero muy predominantemente arenosa, de tonos rojizos.

B-5. Segunda terraza.

Es la terraza que constituye las "Campiñas" de los ríos. Se encuentra casi sin excepción colgada sobre los cursos actuales y, por tanto, desconectada de ellos.

Son de destacar los siguientes caracteres de esta terraza.

— Se encuentra desconectada de los cursos fluviales, no sólo por estar a cota superior, sino por interponerse una anchura mayor o menor de afloramiento de I terraza.

— Las cotas de su muro descienden regularmente en el Pisuerga de 697 a 677 metros, desde el borde N. al SW. de la región estudiada. Para el Duero, las cotas son idénticas.

— La diferencia de cota entre el muro de la terraza II y la lámina de agua disminuye río abajo. En el Pisuerga pasa de 6 a 1 metros y en el Duero de 9 a —2 metros. Parece deducirse, por tanto, que sólo en el ángulo SW. de la región estudiada existe conexión entre la II terraza y el cauce de los ríos.

— Los espesores de esta II terraza son muy regulares, 6 metros como término medio, oscilando entre 4 y 8 metros.

— Su composición es francamente más limosa que las anteriores. Esta observación hay que considerarla con prudencia, por cuanto por estar ocupada por vegas cultivadas, el canturral superficial ha podido ser eliminado por la mano del hombre.

— El acuífero instalado sobre ella descarga por su base en contacto con el Mioceno mediante pequeños manantiales.

El aspecto superficial general de esta terraza es limoarcilloso con escasos cantos, que hacia la confluencia del Duero y el Pisuerga y en la margen S. del Duero es predominantemente limoarenosa. Pero en los escarpes, pozos, canteras, así como en los datos

de pozos y sondeos, se comprueba la existencia de una cierta proporción de cantos silíceos de hasta 10 centímetros de diámetro como media.

En el Mapa se reflejan las zonas en que esta terraza está conectada con la III, y aquéllas en que entra en contacto directo con el Mioceno. Por otra parte, dado su carácter no actual, su evolución erosiva posterior origina frecuentes diferencias de cota, del orden de los 2 a 4 metros, en su superficie superior a ambos lados del río, y por tanto, potencias diferentes.

A pesar de la incertidumbre que introduce la probable eliminación de canturral por la mano del hombre, parece posible establecer una clara diferenciación entre ésta y la I terraza con todas las anteriores, en el sentido de un predominio mucho mayor de la matriz en las dos terrazas más modernas. Esto plantea el problema acerca de las causas de esta variación en la composición granulométrica de las mismas.

B-6. Primera terraza.

Constituye un revestimiento limoso de los cauces del Duero y Pisuerga, de limitada anchura de afloramiento. Cuando ésta es apreciable, forma un rellano de aterrazamiento, situado de 3 a 7 metros sobre la lámina de agua.

Los cortes explican sus relaciones con la II terraza. Frecuentemente oculta el contacto entre ésta y el Mioceno sobre el que reposa, pero en otros casos, su superficie de aterrazamiento está más baja que ese contacto, lo que permite determinar el espesor de la II terraza y la cota de su muro.

Su constitución es esencialmente limosa, de tonos pardos, y en ella no han sido observados cantos rodados.

De la composición de la II terraza, con cantos pero con matriz limosa predominante, y de la I, exclusivamente limosa, así como del carácter encajado de los cauces actuales, parece deducirse una disminución progresiva de la energía erosiva y de transporte de los ríos en las épocas más recientes de su evolución morfológica. Esto se confirma por lo modesto del zapamiento lateral de los mismos en los últimos tiempos, limitada su actividad a la estrecha franja ocupada por la I terraza, y más recientemente, exclusivamente a su thalweg.

Resumen de terrazas fluviales.

Hay que distinguir claramente entre las dos terrazas más recientes y las restantes. Y de éstas, las

originadas por el Duero y el Pisuerga por una parte, y las debidas a sus emisarios más o menos importantes, por otra.

El Duero y el Pisuerga tienen el carácter de ríos alóctonos, en el sentido de que proceden de zonas exteriores al territorio castellano de páramo y campiña. Por ello, el aluvión que transportan y transportaron, contiene cantos silíceos paleozoicos y mesozoicos.

Por el contrario, los tributarios de estos ríos en la región que estudiamos tienen su cabecera dentro del páramo, lo que limita la composición de sus cantos rodados a los de naturaleza calcárea. Esto, unido a las diferencias de superficie de cuenca de alimentación, caudal, longitud de curso, etc., con los dos ríos principales, hace que las terrazas de éstos y las de sus tributarios sean esencialmente diferentes. Para estos últimos, su importancia y desarrollo son mínimos, pero en cambio, son de gran utilidad para seguir la evolución geomorfológica de la región por cuanto dan indicación de las cotas a que tuvieron lugar las sucesivas estabilizaciones del proceso de encajamiento de la red fluvial en el relieve de los páramos.

Por el contrario, el Duero y el Pisuerga poseen cuatro terrazas antiguas bien desarrolladas, con abundante y grueso canturral silíceo de acarreo, sometido a un largo transporte. El más amplio desarrollo y mejor grado de conservación de estas terrazas en el Pisuerga que en el Duero, aconseja analizar preferentemente aquéllas, en vista a obtener conclusiones generales.

El notable diámetro de los cantos de las terrazas VI, V, IV y III indica unas condiciones hidrodinámicas más intensas que las actuales. La similitud de los caracteres de las tres más altas implica una constancia en sus condiciones de formación. Se plantea el problema de si la acentuada rubefacción que presentan es contemporánea a cada una de ellas, o corresponde a una única fase climática favorable, posterior a la IV terraza y anterior a la III, por cuanto en esta última la coloración es más atenuada que en las anteriores.

Por último, el carácter escalonado y asimétrico de estas terrazas en el Pisuerga, inexistentes en su margen izquierda, prueba un desplazamiento lateral del río hacia el E. a lo largo de la evolución morfológica de su curso. Dada la monotonía litológica de los materiales terciarios, parece necesario pensar en alguna actividad neotectónica profunda para explicar el fenómeno.

En el Duero, el grado de conservación de las te-

rrazas altas es muy inferior. Además, el W. de Tudela no existen mesetas de páramo que hayan podido soportar la deposición de terrazas V y VI. Sin embargo, los afloramientos de IV y III terrazas del río Duero son suficientes para confirmar las observaciones hechas en el Pisuerga.

La confluencia de ambos ríos suscita interesantes problemas morfotectónicos. En primer lugar, la desnivelación de la III terraza del Duero a ambos márgenes del río, en parte justificable, como ya se ha dicho, suponiendo la desaparición de las partes bajas de la terraza en la margen meridional, hace sospechar, sin embargo, una explicación neotectónica. En todo caso, el curso del Pisuerga, prolongado por el Arlanzón, parece seguir una directriz estructural. Esta observación está reforzada por el paralelismo de esa alineación con las del Esla entre Benavente y su confluencia con el Duero y la del Duero en la frontera portuguesa, entre Miranda do Douro y Barca d'Alba, Corresponden estas directrices a las citadas para el zócalo hespérico por numerosos autores. Su ligero juego reciente parece haber influido decisivamente en el establecimiento y evolución de la red fluvial de la Meseta (10) y (11).

Para las terrazas II y I hay que pensar en una modificación de las condiciones precedentes. La inexistencia de rubefacción indica una variación paleoclimática, y la menor proporción en la II y la ausencia de cantos rodados en la I, una disminución en la capacidad de transporte de la red fluvial.

Finalmente, hay que recordar el carácter anómalo de los cauces, en el sentido de estar excavados en la campiña con ribazos escarpados, y con casi total ausencia de aluvionamiento y llanura aluvial actual.

C. Coluvionamiento antiguo.

Inexistentes de forma absoluta las formaciones de tipo raña, son en cambio muy notables ciertas acumulaciones de material coluvionar depositadas en las laderas de los páramos o en el fondo de los pequeños valles que se remontan por ellos.

Localizadas a cotas bastantes fijas, su superficie superior parece encontrarse, formando rellanos, alrededor de los 810 metros, lo que indicaría la situación de la topografía, encajada en las masas del páramo en el Cuaternario antiguo. Su datación hay que establecerla en función de las cotas de las terrazas fluviales, encontrando las relaciones entre éstas y el coluvión.

Está formado por un aglomerado caótico de cantos y bloques de hasta 20 centímetros de diámetro

de caliza del páramo, completamente angulosos, englobados en una matriz margosa y arcillosa proveniente de las Series Blanca y Gris. Su espesor es sumamente variable y depende de la topografía y de su grado de desmantelamiento, pudiendo aceptarse un máximo de 30 metros en la actualidad. Constituye una formación totalmente residual que la erosión actual desmantela sin cesar, por lo que los espesores más frecuentes son mucho más modestos, y los alforamientos sumamente discontinuos.

Es de destacar la aparente incompatibilidad entre este coluvión y las terrazas altas, explicable, supuestos coetáneos, como dos tipos diferentes de modelado de fondo de valle, en una margen mediante construcción de la terraza y en la otra por deslizamientos de ladera y asentamiento del material deslizado.

Aparte de su disposición caótica y no estratificada, y su más fácil erosionabilidad, sus propiedades físicas no parecen diferir esencialmente del Mioceño evaporítico del que proceden sus materiales. Por ello, tanto los procesos morfogenéticos de su formación como los de la actual degradación general de las laderas de los páramos y en particular del coluvión antiguo, hay que atribuirlos a deslizamientos por soliflucción y mecanismos conexos. Se trata de materiales impermeables pero muy susceptibles de empapamiento, en cuyas condiciones adquieren una notable plasticidad y facilidad para el deslizamiento. De todas formas parece indudable que los procesos generadores del coluvión antiguo fueron de mayor intensidad que los que hoy los degradan, dada la capacidad que tuvieron las arcillas deslizantes para englobar y arrastrar consigo una notable cantidad de clastos calizos caídos de lo alto del páramo, y el mismo volumen de la formación. Además, el equilibrio entre la cantidad de material deslizado por la ladera y la del evacuado por la red de drenaje, estaba muy desplazado en el sentido del primer término, por cuanto el coluvionamiento representa un volumen importante que los cursos de agua fueron incapaces de transportar. El sistema morfoclimático de erosión que pudo dar lugar a tales formaciones tuvo que ser, por tanto, muy apto para dar lugar a importantes deslizamientos de laderas y de limitada capacidad de transporte en los cursos fluviales.

Hay que destacar que junto a rellanos de ladera constituidos por este coluvionamiento antiguo, existen otros que no son de acumulación sino labrados erosivamente sobre los materiales terciarios "in situ" de las vertientes de las mesetas de los páramos.

Unos y otros son indudablemente coetáneos y constituyen dos aspectos diferentes del mismo proceso morfogenético que en unos lugares acumulaba materiales y en otros puntos los arrancaba de la ladera. El resultado fue una "superficie de fondo de valle" más elevada que la actual, de la que ambos tipos de rellano son testigo, y que representa una estabilización temporal del nivel de base de la erosión regional.

D. Recubrimiento generalizado.

Con débil espesor, constituye el tapiz que cubre de forma generalizada las laderas de los páramos y el fondo de sus valles. Se diferencia del coluvión antiguo por su carácter de formación muy superficial, por la evidencia de su funcionamiento actual como manto de derrubios en descenso hacia los valles, mediante procesos de soliflucción y arroyada, y por no estar situado a cotas determinadas.

Generalmente proviene de las series Blanca y Gris, con escasos cantos angulosos de caliza, dada la avanzada descomposición de éstas. Pero es muy frecuente que en las zonas en que la pendiente de las laderas es limitada y el antiguo espesor de calizas en lo alto del páramo importante, la arcilla de decalcificación constituya casi la totalidad de este recubrimiento.

Dada la modernidad, escaso carácter de terraza y pequeño espesor, se incluyen en este capítulo los rellenos de fondo de los pequeños arroyos subsidiarios.

En la parte meridional, a este recubrimiento se añade el de arena eólica, en lugares en que ni su espesor ni la continuidad del afloramiento permite darle consideración de formación geológica, aunque su presencia sea sumamente frecuente. No resulta fácil de distinguir en ocasiones este recubrimiento de las terrazas arenosas meridionales o incluso del coluvión de la facies "Arévalo", teniendo en cuenta que la acumulación de estas arenas eólicas no es actual, y que han sido removilizadas posteriormente por los procesos de coluvionamiento, activos hasta nuestros días.

Se observa de esta forma, una íntima relación entre este "recubrimiento generalizado" y su roca madre (arcillas decalcificadas, series "Blanca" y "Gris", facies arcillosas y detríticas de la "serie Roja", arenas eólicas, terrazas, etc.), teniendo los procesos edafogénicos una influencia homogeneizadora muy subsidiaria.

Ninguno de estos recubrimientos ha sido cartografiado.

E. Arenas voladoras.

Se localizan en el ángulo SE. de la zona y su forma de yacimiento es ya una prueba de su agente de transporte y acumulación.

Se encuentran apoyadas sobre la ladera SW., al pie del páramo de la Parrilla, pero llegan incluso a descansar en lo alto de la mesa.

Esto, unido a la morfometría y morfoscopia de los granos, no deja lugar a dudas sobre su origen eólico.

Se trata de arenas de grano de cuarzo con un elevado grado de redondez, bien clasificadas, con dos tamaños predominantes, 0,01 milímetro y 0,5 milímetros de diámetro. Su espesor no es determinable a falta de cortes en el terreno, con máximos probables de unos 15 metros.

Su roca fuente es, sin duda, la facies "Arévalo", con la que tienen una íntima relación geográfica.

Además de los afloramientos reseñados en el mapa, existen, como se ha dicho, pequeños retazos de arenas voladoras en diferentes puntos al S. del Duero. Así por ejemplo, al N. de la carretera de Viana de Cega a Tudela del Duero, al pie de las elevaciones topográficas; en igual disposición, entre la IV y III terrazas que existen entre Boecillo y Herrera de Duero; al pie del escarpe septentrional de la III terraza, al W. de Boecillo, etc. En estos casos, dado su poco espesor resultan difíciles de distinguir de la matriz arenosa de las terrazas meridionales. Por ello, y dada la poca extensión e importancia de estos afloramientos, no han sido cartografiados.

En general puede decirse que en mayor o menor grado, toda la zona al S. del Duero está afectada por estas arenas voladoras, pero afloramientos con entidad propia y espesor suficiente sólo existen los cartografiados.

Constituyen una formación residual que la erosión actual desmantela sin cesar, sobre todo en las zonas altas, incorporando sus materiales al recubrimiento generalizado.

Cronológicamente son posteriores al coluvionamiento antiguo, por cuanto reposan a cota más baja que la "superficie de fondo de valle" que determina aquél. La datación relativa de las terrazas fluviales y las arenas voladoras puede hacerse en función de la existencia de dreikanter en las terrazas. Se trata de cantos rodados de éstas, en las que la erosión eólica, responsable de la acumulación de las arenas, ha modelado la típica morfología de los ventifactos y ha efectuado un intenso pulimiento de su superficie. Por ello, las terrazas cuyos cantos es-

tén trifacetados son anteriores a la fase de actividad eólica. Por otra parte, el carácter limoso y sólo restringidamente arenoso de la II y I terrazas indica que estas son posteriores a las arenas, ya que en otro caso la movilización eólica habría enriquecido dichas terrazas en contenido arenoso.

Para dilucidar la edad de las arenas voladoras haría falta un estudio más detenido pero en principio parece desprenderse de las observaciones anteriores que está comprendida entre la de las terrazas IV y II. También queda como problemas pendiente establecer el paleoclima responsable del acarreo eólico de estas arenas.

La formación "arenas voladoras" es conocida de antiguo (2), y se extiende cubriendo amplias zonas de las provincias de Segovia y Valladolid, hasta el pie de la Sierra de Guadarrama. El afloramiento que aparece en el ángulo SE. de la zona de estudio representa el borde septentrional de esta formación, y también de su roca madre, la facias "Arévalo". Un estudio que abarcara regiones más meridionales permitiría establecer las relaciones entre ambas formaciones así como la dirección de transporte de las arenas.

3. ESTRUCTURA

Como anteriormente se ha dicho, los muros de la "Serie Blanca" y de la "Caliza de páramo" se mantienen casi con estricta exactitud a cota constante. Para la "Serie Blanca" esta cota es de 800-805 metros y para la "Caliza del Páramo" de 840-845 al W. del Pisuerga y de 850 metros al E. del mismo río. Ello permite asegurar la inexistencia de deformaciones tectónicas que afecten al Mioceno, y por tanto, la horizontalidad de éste.

En cambio, el contacto de la "Serie Roja" con las "Serie Gris" mediante los "Niveles oscuros" presenta variaciones de cota de cierta magnitud, de hasta casi 30 metros. De hecho la cota es también bastante fija en la generalidad del territorio, alrededor de los 770 metros excepto en una zona muy localizada, donde desciende hasta los 745, que queda aproximadamente centrada en el triángulo que tiene por vértice a los pueblos de Renedo, Villabáñez y Tudela de Duero, y que se prolonga hasta el Esgueva. El fenómeno queda reflejado en los cortes y en el mapa, si se estudia la situación mutua del contacto y de las curvas de nivel.

Hay que interpretar esta particularidad como una irregularidad del techo de la Serie Roja como con-

secuencia de la discordancia erosiva que se establece entre ella y la Serie Gris. Es de notar que en esta zona, además, los niveles oscuros están sustituidos por calizas y calizas margosas, lo que parece indicar la existencia de una pequeña depresión topográfica en ese tiempo, ocupada por una cierta cantidad de agua, a modo de laguna. En ella se depositaron, por precipitación química, esas calizas en vez de los niveles de arcillas verdosas y carbonosas, más propios de zonas débilmente encharcadas.

No hay que pensar, sin embargo, en la inexistencia total de deformaciones tectónicas en la región estudiada. En efecto, los trazados rectilíneos del Duero y Pisuerga parecen reflejar influencias del zócalo. Esta suposición se ve reforzada por la asimetría de la distribución de las terrazas del Pisuerga, que atestiguan un desplazamiento del río hacia el E., y por la ligera diferencia de cota, espesor y grado de alteración de las calizas del páramo a ambos lados del Pisuerga.

En el Duero, como ya se dijo, no existe buena concordancia en las cotas de la III terraza a ambos lados del río, a partir de Herrera de Duero, aunque en parte pudiera ser consecuencia de la desaparición de la partes bajas de la misma en la margen izquierda. A falta del páramo en la zona de Boecillo, no puede asegurarse la existencia de una ligera desnivelación tectónica entre ambos márgenes del río, aunque no se pueda descartar esa posibilidad.

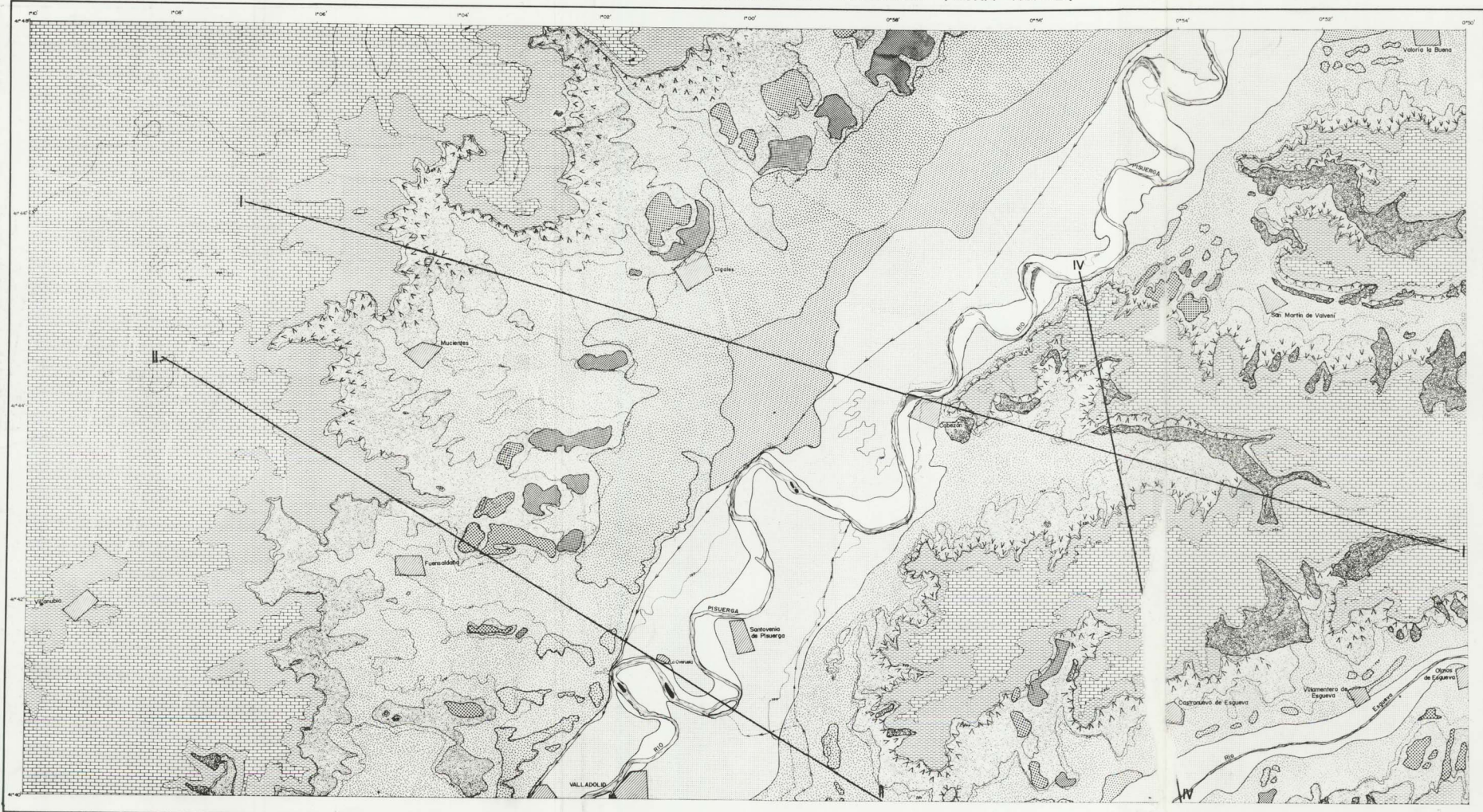
En todo caso, existen indicios de una netotectónica cuaternaria, basados en el carácter rectilíneo de los cursos de los ríos principales y en la asimetría de su vertientes. Las directrices de las deformaciones son NE-SW en el Pisuerga y E-W en el Duero, y en todo caso constituyen un ligero reflejo de los últimos reajustes del basamento (10) y (11).

4. GEOMORFOLOGÍA

Dejamos aquí planteados una serie de cuestiones que pueden servir de hipótesis de trabajo para un futuro estudio global de la evolución geomorfológica de la zona.

La degradación general del relieve y el encajamiento de la red fluvial no han tenido lugar de una forma regularmente continua. Queda esto atestiguado por la existencia de terrazas fluviales escalonadas y de rellanos erosivos y de "coluvión antiguo" en las laderas de los páramos. Faltan por establecer las relaciones cronológicas y morfogenéticas entre terrazas y rellanos, así como las condiciones paleoclimá-

MAPA GEOLOGICO DE LOS ALREDORES DE VALLADOLID (ZONA NORTE)



LEYENDA

- TERCIARIO**
- Formación "Cabeza del Paramo" [Symbol] Calizas
 - Formación "Paramo" [Symbol] Margas y calizas margosas
 - "Serie Blanca" [Symbol] Arcillas, margas y yesos
 - Formación "Serie Gila" [Symbol] Arcillas margosas y yesos
 - Formación "Serie Rapa" [Symbol] Arcillas margosas y arenas

CUATERNARIO

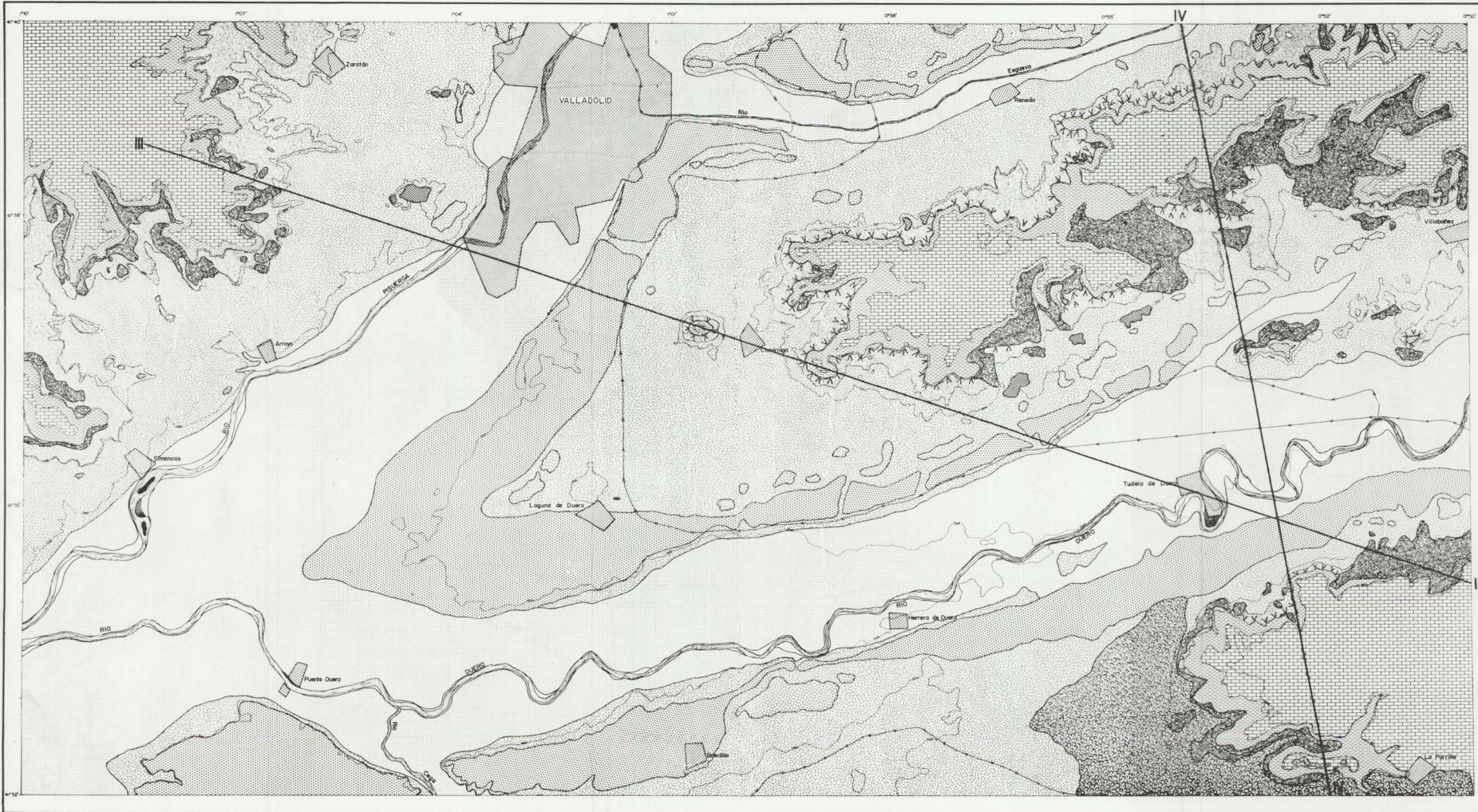
- [Symbol] Aluvión
- [Symbol] I
- [Symbol] II
- [Symbol] III
- [Symbol] IV
- [Symbol] V
- [Symbol] VI
- [Symbol] Arenas volcánicas
- [Symbol] Calviños antiguos

SIGNOS CONVENCIONALES

- [Symbol] Curva de nivel (eq. 50 mts.)
- [Symbol] Contacto concordante
- [Symbol] Contacto discordante
- [Symbol] Conales
- [Symbol] Zona edificada



MAPA GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE VALLADOLID (ZONA SUR)



LEYENDA

- TERCIARIO**
- Formación Calles
 - *Calles de Pinar Calles
 - Formación Mergas y calles margas
 - *Sera Blanco Mergas y calles margas
 - Formación Arcillas, margas y yeso
 - *Sera Gris Arcillas, margas y yeso
 - Formación Arcillas margas y yeso
 - *Sera Rojo Arcillas margas y yeso

CUATERNARIO

- Aluvión
- I
- II
- III
- IV
- V
- VI
- Arenas volcánicas
- Coluvión antiguo

SIGNOS CONVENCIONALES

- Curva de nivel (a eq 50mts.)
- Contacto concordante
- Contacto discordante
- Canales
- Zona edificada



ticas que permitieron la rubefacción de las primeras y los deslizamientos del "coluvión antiguo" en los segundos. Como hipótesis de trabajo podría aventurarse un sistema morfoclimático periglaciario para esta última formación.

De las arenas voladoras ya se han indicado las cuestiones pendientes paleoclimáticas y de datación relativa con las terrazas. También falta comprobar si el territorio topográficamente deprimido que se extiende al S. de Boecillo, fuera ya de la región estudiada, tiene el significado de área fuente de las "arenas voladoras".

Un estudio sedimentológico completo aclararía muchos puntos acerca de la historia hidrodinámica de los ríos, que habría que relacionar con la evolución paleoclimática de la región a lo largo del Cuaternario.

Finalmente queda por comprobar de forma más segura la influencia de la estructura del basamento y de su actividad reciente sobre la red fluvial, así como establecer las relaciones cronológicas y topográficas entre los accidentes morfológicos de la región estudiada y las superficies de erosión labradas sobre el Sistema Central.

Para todo ello hay que tener en cuenta el papel de rígido nivel de base para el Duero, y con ello para toda la red fluvial, que juegan los afloramientos del zócalo hercínico del W. de la Península, a través de los cuales el río ha tenido que abrirse paso hasta el mar. El ritmo con el que el Duero haya ahondado su curso a través de Portugal ha tenido que condicionar forzosamente el encajamiento de la red fluvial en los blandos materiales de la Depresión del Duero.

BIBLIOGRAFIA

1. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: "Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia". Com. de Inv. Pal. y Prehistoria, núm. 5. Madrid, 1915.

2. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: "Las arenas voladoras de la provincia de Segovia". Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXIII. Madrid, 1923.
3. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: "Las terrazas cuaternarias del río Pisuerga entre Dueñas y Valladolid". Bol. Real. Ac. Cien. Ex. Fis. y Nat. T. XXIV. Madrid, 1929.
4. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: "Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid". Junta Amp. Est. e Inv. Cient. Museo de Ciencias Naturales. Madrid, 1930.
5. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: "Las terrazas cuaternarias del Duero en su tramo medio". Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. T. XXXIII, núm. 10. Madrid, 1932.
6. MABESOONE, J. M.: "La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero (provincia de Palencia)". Est. Geol. Inst. Lucas Mallada C.S.I.C. Vol. XVII, núm. 2. Madrid, 1961.
7. PLANS, P.: "La tierra de Campos". Inst. de Geograf. Aplica. Patron. Alonso de Herrera. C.S.I.C. Madrid, 1970.
8. JIMÉNEZ, E.: "Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la Cuenca del Duero" (tesis doctoral). Salamanca, 1970.
9. I.G.M.E.: "Mapa geológico de España", escala 1:200.000. Hoja núm. 29. Valladolid. Madrid, 1970.
10. PARGA, J. R.: "Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico". Trab. del Lab. Geol. de Lage, núm. 37. Lage, 1969.
11. VEGAS, R.: "Formaciones preordovícicas de Extremadura y Sierra Morena Occidental. Su evolución geotectónica". Tesis Facultad de Ciencias. Universidad Complutense.
12. MARTÍN, ESCORZA, C., y HERNÁNDEZ ENRILE, J. L.: "Contribución al conocimiento de la geología del Terciario occidental de la Fosa del Tajo". Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. T. 70, núm. 3. Madrid, 1972.

Recibido: marzo de 1973.

Consideraciones sobre el aspecto representativo de los "Cortes o perfiles geológicos"

Por J. A. MARTINEZ-ALVAREZ (*)

RESUMEN

En la presente nota se hacen algunas consideraciones sobre el aspecto representativo de los *cortes o perfiles geológicos*. Teniendo en cuenta que en éstos existen una serie de niveles con valor distinto de la representación obtenida, se propone el generalizar un tipo de corte o perfil geológico en el que quedan mejor matizadas estas circunstancias.

ANTECEDENTES

El *perfil o corte geológico*, es el elemento de representación profunda más generalizado dentro de las ciencias geológicas.

El proceso de su trazado lleva inherente el desarrollo de las siguientes fases de trabajo, bien diferentes:

- a) Fase de copilación de los datos de observación directa, de índole estratigráfico y estructural.
- b) En algunos casos se dispone, también, de datos complejos obtenidos por procedimientos de observación indirectos; normalmente de tipo geofísico o derivados de la realización de sondeos profundos.
- c) Fase de explotación de los diversos *sistemas constructivos*. Tienen por objeto reconstruir —con el máximo de parámetros verídicos— la continuidad profunda de las diversas agrupaciones de materiales que se percibieron en la superficie o zona subterránea, prospectada indirectamente.

El resultado de este habitual proceso de trabajo es la construcción de un perfil o corte geológico con no pocas limitaciones, como se puede deducir del proceso de obtención utilizado.

(*) Laboratorio de Geología Estructural. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo.

Limitaciones que obligan normalmente a (1) acortar notablemente la profundidad de la zona representada y (2) a lo que, desgraciadamente, es más frecuente; es decir, a deducir con mayor o menor grado de libertad —en el mejor de los casos sustentada en el sentido del *estilo*— la continuidad profunda de los materiales y estructuras.

Los documentos geológicos en general y este, uno de los más genuinos medios de representación geológica, son cada vez más utilizados y consultados por profesionales de muy diversa procedencia. Los cortes o perfiles geológicos diversos y *siempre problemáticos*, en sus extrapolaciones en profundidad, se siguen presentando como una unidad de representación gráfica indiferenciada. No se destacan las cualidades de representatividad. Continuamente se corre el peligro del corte exiguo en matizaciones sobre la continuidad geológica profunda. También del correspondiente sin este defecto y casi siempre, en consecuencia, con un cierto grado de atribuida fantasía, por exageración de las deducciones que la utilización del criterio estilístico permite.

NIVELES DE REPRESENTACIÓN

Parece llegado el momento de tener que resaltar lo interesante que puede resultar el tratar de destacar en el perfil o corte geológico esa realidad

práctica incuestionable que es la existencia de lo que podemos llamar *niveles de representación*.

El nivel puede ser definido como, una zona de profundidad —distinta y definible en cada caso— la cual puede variar a lo largo del desarrollo del corte o perfil geológico. Comprende la zona profunda en la que las observaciones sobre las que se basa el trazado del corte tienen carácter semejante. Normalmente en toda sección geológica se pueden y deben definir los siguientes niveles de representación:

a) *Nivel superficial*.—Comprenderá la zona cuyo carácter profundo puede ser deducido de la consideración de los datos de observación geológica directa sobre el terreno. Como norma revisable apuntamos la posibilidad de que se considere con este carácter la franja que se obtiene uniendo los puntos resultantes de reunir las cotas de menos 50 ó 100 metros (según el tipo de material), por debajo de los puntos más bajos seccionados en el perfil (cotas bajas).

b) *Nivel de prospección subterránea*.—Está condicionado por la existencia o no en la región, de trabajos de prospección. Es muy variable y queda concretamente determinado por las extensiones y profundidades alcanzadas en este tipo de investigaciones.

c) *Nivel de extrapolación constructiva*.—Comprende la zona de deducción directa, a partir de los datos superficiales, matizada por procesos de *construcción o reconstrucción* diversos. Se trata de un nivel de amplitud variable.

d) *Nivel de interpretación estilística*.—Integra las zonas profundas, cuya *reconstrucción* está basada en la consideración de los diversos factores que enmarcan el *estilo* de la amplia región en la que se sitúa el perfil considerado.

SISTEMA DE MATIZACIÓN GRÁFICA DE LOS NIVELES DE REPRESENTACIÓN

Consideramos que existen dos procedimientos para resaltar estos hechos prácticos (1), el uno mediante acotación de las profundidades y el segundo (2) con símbolos diversos.

En efecto, sobre el eje que representa las cotas topográficas y subterráneas, se pueden marcar estas zonas (fig. 1) y, después, precisar su trazado en el perfil o corte geológico.

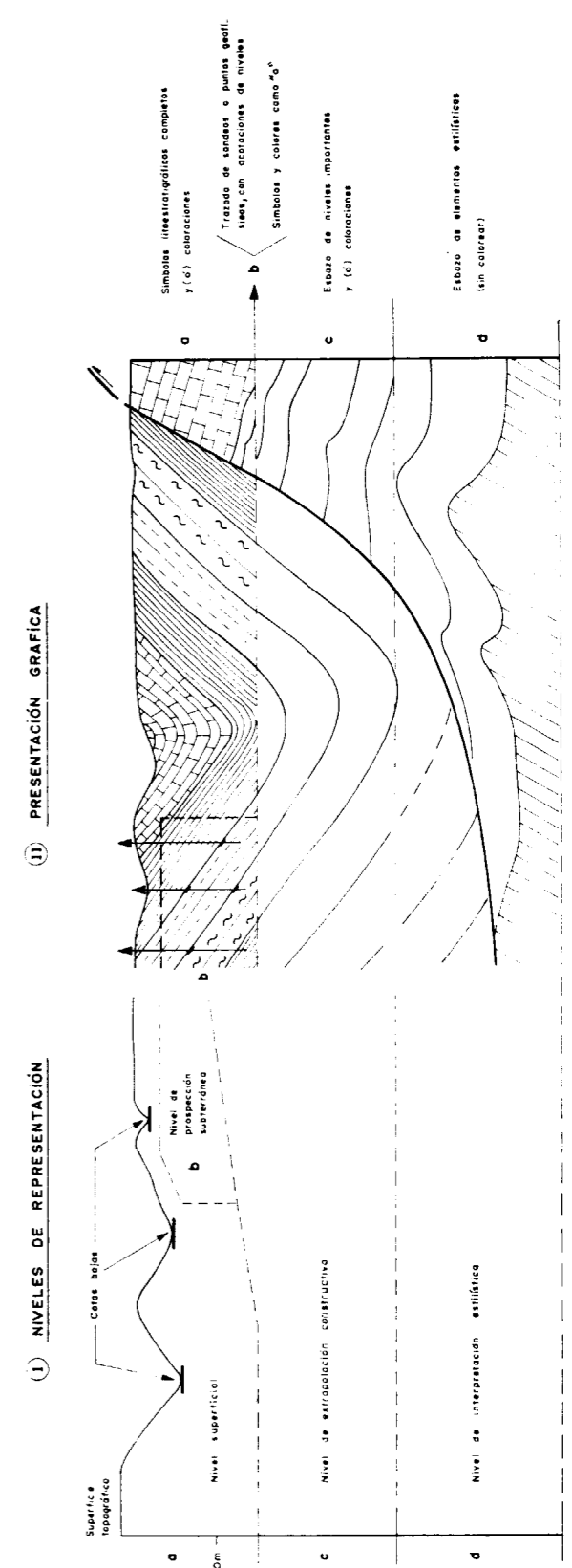


Figura 1 Esquematización de los diversos niveles de representación de un corte o perfil geológico y su sistema de matización gráfica

— También se puede destacar, aún más, esta circunstancia obligándonos a colorear y representar con símbolos litoestratigráficos únicamente los niveles "a" y "b"; mediante líneas que delimiten las mayores agrupaciones litoestratigráficas al nivel

todo corte o perfil geológico existen unos *niveles de representación* que tienen como carácter diferenciador, la información que se utiliza y, por tanto, el grado de veracidad que se puede obtener. Normalmente cabe distinguir los que denominamos:

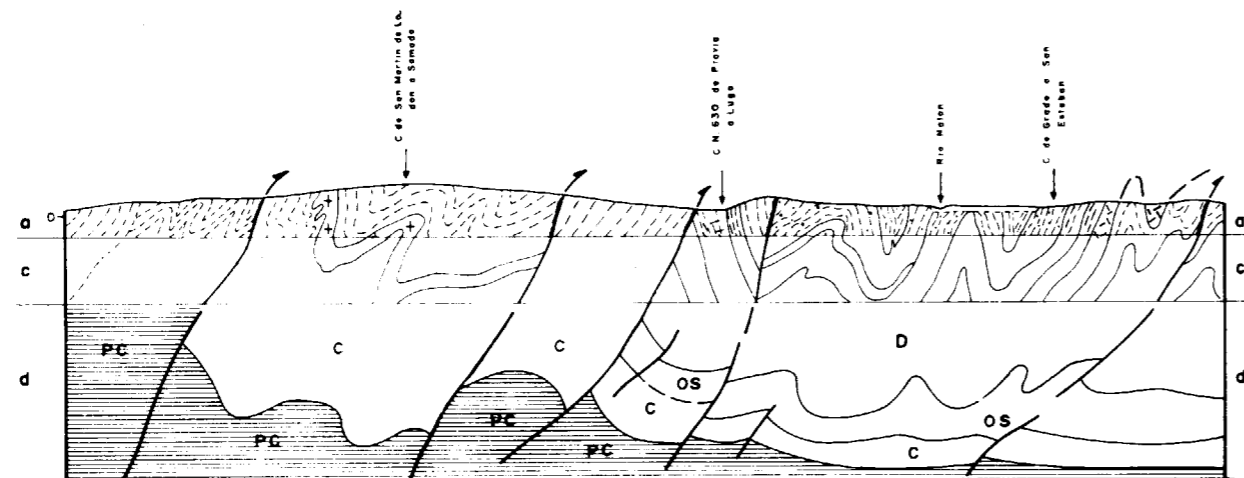


Figura 2

Esquema de un corte o perfil geológico trazado según los criterios que se proponen

PC-Precámbrico.
C-Cámbrico.
OS-Ordovícico-Silúrico.
D-Devónico.

"c", y con líneas discontinuas de bosquejo las mismas particularidades del nivel "d" (fig. 2).

Adjuntamos el esquema de un perfil o corte geológico trazado y representado de acuerdo con este procedimiento.

CONCLUSIONES

— El corte o perfil geológico es un elemento de representación geológica en cuyo trazado se conjugan valores diversos de observación directa, prospección, deducción constructiva y deducción estilística.

— En consecuencia y aún cuando no resalten, en

a) Nivel superficial; b) Nivel de prospección subterránea; c) Nivel de extrapolación constructiva y d) Nivel de interpretación estilística.

— Consideramos que resulta preciso destacar sobre los cortes geológicos estas circunstancias de una forma sencilla. Proponemos, pues, la generalización de estas consideraciones sobre los cortes y un modelo de matización de estos datos.

— Esta proposición tiene como justificación fundamental, el poder concretar cada vez más el carácter de los valores de todo corte en base a la generalización que de la utilización de la documentación geológica se hace por profesionales de diversa índole.

Recibido: marzo de 1973.

El pérmico de la región Atienza-Somolinos (Provincia de Guadalajara)

Por S. HERNANDO (*)

RESUMEN

En la región comprendida entre Atienza y Somolinos (Parte NW. de la Provincia de Guadalajara) aflora un conjunto de materiales detríticos que hasta el presente eran atribuidos al Triásico; teniendo en cuenta su posición estratigráfica y su facies tan característica, se les sitúa en el Pérmico. Asimismo se esclarece la situación de unas vulcanitas que se encuentran entre estos materiales. Se da una sucesión tipo para el Pérmico de esta región.

En la parte final se exponen unas ideas previas sobre paleogeografía de estos materiales y sobre el medio en que se depositaron.

ABSTRACT

A thick sequence of detrital materials outcrop in the region between Atienza and Somolinos (NW. of the Guadalajara province), considered up to now of Triassic age, but its characteristic facies and stratigraphic position place them in the Permian.

The situation of some volcanic rocks inside the series is corrected, and a type-section for the Permian at this region is shown.

Some previous ideas about the palaeogeography and environment of this materials are put forward.

En la región comprendida entre Atienza y Somolinos (parte NW. de la provincia de Guadalajara), afloran gran cantidad de materiales detríticos rojos que hasta el momento eran atribuidos al Triásico, pero los actuales trabajos que se realizan sobre esta región, revelan que en una gran extensión son materiales pretriásicos que pueden atribuirse al Pérmico por su situación estratigráfica, ya que se encuentran discordantes sobre los materiales paleozoicos metamórficos prestepanenses, y el Buntsandstein los cubre también discordante. Además, presenta facies idénticas a los materiales que se han atribuido al Pérmico en la Cordillera Ibérica, Sacher (1960), Riba y Ríos (1960-1962), Villena (1971), y especialmente a los dados por Boulouard y Viillard (1971) en Landete (Cuenca), por esporas.

Villena (1971) cita la posible existencia de mate-

riales atribuibles al Pérmico en Atienza, pero sin especificar en qué lugar y sin añadir más datos. También en la Memoria de la Hoja núm. 39 Sigüenza, escala 1/200.000, del Mapa Geológico Nacional, se citan como petriásicos a un conjunto de rocas volcánicas que se encuentran en los alrededores de Cañamares, Alpedroches y la Miñosa, basándose en que se encuentran cantos de dichas vulcanitas en el Buntsandstein, pero ocurre que esos materiales no son triásicos, sino pérmicos, por lo cual puede establecerse con mayor precisión y bastante seguridad la edad de las vulcanitas.

Aparte de los afloramientos, motivo de esta nota, cerca de Atienza hay dos lugares en que aparecen materiales similares. Uno, cerca de Naharros (Carretera Atienza-Hiendelaencina), que ya Soers (1972) asimila con la que él llama "Formación Pálmaces", aunque sin decir nada concreto sobre su edad. Otro, en la carretera de Atienza a Cercadillo, dos kilómetros antes de llegar a esta última localidad.

(*) Dpto. de Estratigrafía y Geología Histórica y Departamento de Geología Económica, C.S.I.C., Madrid.

DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Los materiales pérmicos afloran en la región comprendida entre Atienza, Casillas, Miedes de Atienza, Hijes y La Miñosa. Los mejores afloramientos se encuentran en los alrededores de las carreteras de Atienza a Cañamares y de Tordelloso a Alpedroches; asimismo, se encuentran buenos cortes en la carretera de Atienza a Somolinos, antes de llegar al cruce con la de Hijes y Ujados. También hay otro buen afloramiento aislado al oeste de la carretera de Atienza a Barcones, a la altura del kilómetro 3.

El estudio detallado de los distintos afloramientos, las columnas levantadas con muestreo muy detallado y la cartografía realizada, permiten obtener la siguiente sucesión tipo, de abajo a arriba, para la región considerada:

I. Un conjunto de rocas volcánicas (los distintos autores que las han estudiado las definen como Andesitas). Presentan un aspecto típico de pórfido volcánico, con fenocristales blancos y negros y pasta de tonos verdosos, que en la parte baja se hace violácea. El espesor de este conjunto varía bastante. Al noroeste de Atienza tiene 50 metros, mientras que en La Miñosa pasa a los 150 metros (aunque no se ve su límite superior), y al suroeste de Cañamares se aproxima mucho a los 200 metros. Estas vulcanitas se apoyan discordantes sobre los materiales paleozoicos prestefanenses, que en el contacto se presenta alterados, con síntomas de calcinación. A veces entre los materiales inferiores y las vulcanitas se encuentra una brecha poligénica ferruginosa, muy compacta y de pocos centímetros de espesor.

II. Unos 130 metros de materiales detríticos. En la mitad inferior hay grandes cantidades de materiales procedentes de las Andesitas antes descritas, arcillitas y areniscas. En la mitad superior predominan las arcillitas y las areniscas, y disminuyen mucho los materiales procedentes de las Andesitas.

Las areniscas son de tonos claros, en general violáceas. Contienen cantos de pizarra, cuarzo, cuarcita y andesita. Presentan laminación y estratificación cruzada del tipo de surco y de alto ángulo, asimismo presentan cicatrices, todo lo cual implica un medio de alta energía.

Las arcillitas, en general, son algo arenosas y muy ricas en micas (Biotita y Moscovita), de color marrón oscuro. Localmente contienen algún pequeño canto de pizarra y de andesita.

III. De 50 a 150 metros de vulcanitas (Ande-

sitas para los autores que las han estudiado), de pasta verdosa, ocre en la base, con fenocristales blancos y negros. En general se presentan bastante meteorizadas en superficie y muy diaclasadas. El espesor es difícil de controlar; cerca del cruce de la carretera de Atienza-Somolinos con las de Hijes se han medido 50 metros, mientras que al Sur de Alpedroches hay unas masas de andesitas, que casi seguro pertenecen a este conjunto y que pasa de los 150 metros.

En algunos lugares se encuentran grandes bloques de pizarras prestefanenses incluidos dentro de estas andesitas.

IV. Unos 300 metros de materiales detríticos. La cuarta parte inferior es muy rica en materiales andesíticos; contiene numerosos niveles de conglomerados de andesita, areniscas y arcillitas.

El resto es una alternancia irregular de paquetes de forma lentejonar, de areniscas y arcillitas.

Las areniscas son de colores claros: rosas, blancos y violetas. Contienen cantos de cuarzo, cuarcita, pizarra y andesita. También se encuentra alguno de caliza. Localmente los cantos se acumulan dando niveles de conglomerado. Presentan numerosas cicatrices y laminación y estratificación cruzada del tipo de surco y alto ángulo, de todo lo cual se deduce un medio de transporte de alta energía. El espesor de los paquetes varía entre 0,5 y 6 metros.

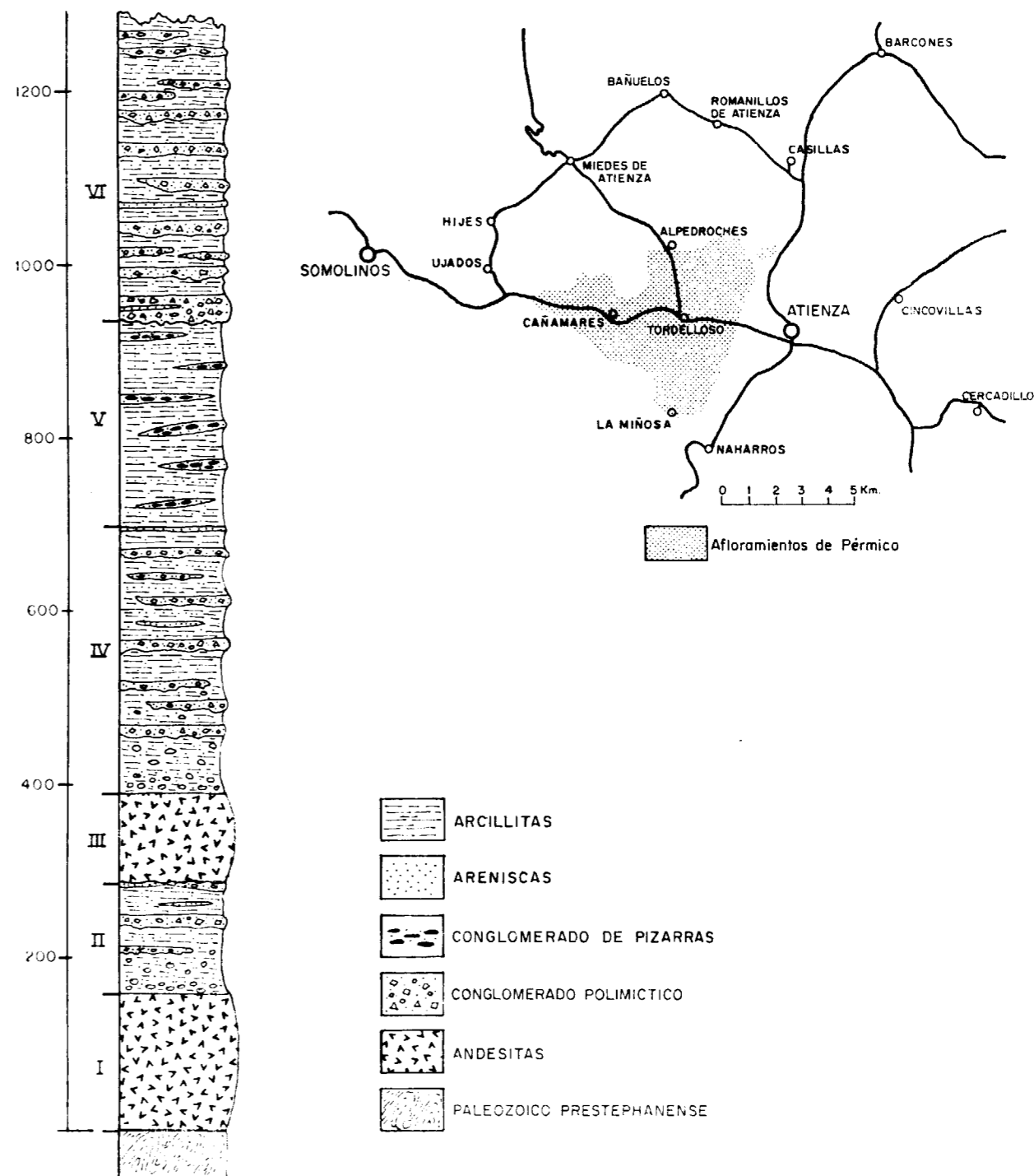
Las arcillitas son de color marrón oscuro, a veces algo rojizas, arenosas y contienen mucha micas (tanto biotitas como moscovitas). Localmente presentan finas intercalaciones de areniscas arcillosas de color rojizo. El espesor de los paquetes está entre 1 y 12 metros.

V. Unos 230 metros de un conjunto de arcillitas marrones oscuras, con intercalaciones de niveles de conglomerados de pizarras. Las intercalaciones de conglomerados de pizarras son pobres en matriz, de color marrón rojizo y contienen escasos cantos de cuarzo y cuarcita, su forma es lentejonar y su espesor pequeño, menor de 2 metros, su extensión lateral también es pequeña.

VI. 300 metros como mínimo de materiales detríticos rojos y marrones. Es una alternancia irregular de gruesos bancos de areniscas y conglomerados de arcillitas.

La base de estos materiales la forma un banco de 20 metros de conglomerados, con alguna intercalación de areniscas, de color marrón-violeta, que tiene gran continuidad lateral.

COLUMNA TIPO Y SITUACION DE AFLORAMIENTOS PARA EL PERMICO DE LA REGION COMPRENDIDA ENTRE ATIENZA Y SOMOLINOS



Las areniscas y conglomerados aparecen asociados. Son bancos de areniscas que contienen cantos que a veces dan niveles de conglomerados. Los cantos son de cuarcita, cuarzo, pizarra, algunos de andesita y micacita y también algunos de caliza. Presentan laminación y estratificación cruzada del tipo de surco y ángulo alto y a veces, muy alto. También son numerosas las cicatrices. Todo ello revela un medio de una energía muy alta.

Las arcillitas son de color marrón oscuro, a veces rojizas; localmente algo arenosas, y muy ricas en micras.

La parte alta de las distintas series es incompleta; unas veces porque no aflora, otras por estar tectonizada y la mayor parte de las veces porque la base del Buntsandstein se apoya discordante sobre cualquiera de los materiales antes descritos, incluso sobre los metamórficos presteфанenses.

CONCLUSIONES

La primera y fundamental es la existencia de Pérmico en la región considerada. Aunque dicha existencia no quede probada paleontológicamente, dado que el Pérmico es pobre en fósiles en toda Europa y que en la mayoría de los lugares está definido por su posición estratigráfica y por la facies característica de sus materiales; teniendo en cuenta la posición estratigráfica que ocupan los materiales estudiados en esta región, las relaciones que presentan con los materiales inferiores y superiores y su facies tan característica y peculiar, puede afirmarse que representan parte del período Pérmico.

Por otro lado y aunque algunos autores suponían edad pretriásica-postsilúrica para las rocas volcánicas (Andesitas), que afloran en esta región, nunca habían establecido, con claridad, sus relaciones con los materiales adyacentes. Se puede comprobar que se encuentran en forma de coladas interestratificadas, formando parte de las series como un material más. Las únicas rocas volcánicas de posición dudosa son las que se encuentran al sur de Alpedroches, ya que algunos de sus bordes están afectados por fracturas y, su base no aflora con claridad, pero es casi seguro que entran dentro de los materiales descritos en el apartado III de la sucesión tipo dada. Los otros materiales de este apartado no presentan dudas en cuanto a su posición, ya que hay varios puntos en los que se ve cómo se apoyan sobre los materiales del apartado II y en algún caso, cuando se apoyan sobre areniscas y conglomerados, éstos se presentan muy recristaliza-

dos y compactos, como por haber sufrido un suave metamorfismo térmico por contacto.

En una anterior publicación, ya se indicaba que las cuencas de deposición pérmica, al menos en los bordes del Sistema Central están muy ligados a la tectónica. La presencia de las andesitas confirma esta idea.

Desde el punto de vista paleogeográfico, los materiales pérmicos se depositaron en una cuenca continental muy cercana a relieves fuertes, y con una subsidencia grande, ya que el espesor total de sedimentos sobrepasa los 1.200 m. Seguramente las vulcanitas hicieron erupción ligadas a esa subsidencia.

Los materiales se depositaron bajo un ambiente muy poco agresivo químicamente, ya que se presentan casi sin ninguna alteración (feldespatos, micras, etcétera). Asimismo la presencia de cantos de pizarras en tal abundancia, indica un transporte rápido y corto, hecho que afirma la gran angularidad del resto de los cantos. De esto se deduce que los materiales se depositaron en un medio continental en zonas más o menos deprimidas, cercanas a relieves considerables y bajo un clima árido o semiárido, en el cual alternaban grandes períodos de sequía con períodos más cortos de fuertes lluvias, que producían el transporte de grandes cantidades de materiales a corta distancia y de un modo muy rápido. Es un medio de sedimentación muy típico al que Selley denomina "Alluvium of braided rivers", en el cual se producen lluvias temporales que dan lugar a corrientes que circulan por canales poco definidos y poco divagantes, casi rectilíneos, en los cuales se depositan las areniscas y conglomerados, mientras que en los canales abandonados y en las zonas llanas inundadas, se depositan las arcillitas, éstas también se depositan en ciertas cantidades durante los períodos de sequía y en épocas de lluvias suaves. Esto explica el porqué predominan, en cantidad, las arcillas sobre las areniscas y conglomerados. De esta manera quedan también explicadas la forma lantejonar de los depósitos más gruesos, y los cicatrices de erosión y laminación y estratificación cruzadas que presentan.

BIBLIOGRAFIA

- BOULOUARD, CH. y VIALARD, P. (1971): "Identification du Permien dans la chaîne Ibérique". *C. R. Acad. Sc.*, t. 273, págs. 2.441-2.444. París.
- PÉREZ DE COSSÍO, L. (1920): "El terreno carbonífero de Tamajón, Retiendas y Valdesotos en la provincia de

Guadalajara". *Bol. Instituto Geológico y Minero de España*. T. 41. 1.ª ser. Madrid.

RIBA, O. y RÍOS, J. M. (1960-62): "Observation sur la structure du secteur sudouest de la Chaîne Ibérique (Espagne)". *Livre Mém. P. FALLOT, Mém. hors serie: Soc. Géol. Fr. T. 1.*, págs. 257-290. París, 1962.

RUIZ FALCÓ, M. y MADARIAGA, R. (1941): "Aportación al estudio de los terrenos carboníferos y permianos de España". *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*. T. LV, páginas 147-203, 1 lám. Madrid.

SACHER, L. (1966): "Stratigraphie und Tektonik der nördwestlichen hesperischen Ketten bei Molina de Aragón, Spanien". *Teil 1 Stratigraphie (Paleozoikum) Neuss. Jahrb. Geol. un Palaontl. Abh. B. 124*, 2 T. S. 151-167. 2 Abb. 1 tal.

SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. y AGUEDA VILLAR, J. A. (1970): "Paleogeografía del Triásico en el sector occidental de la Cordillera Ibérica". *Estudios Geológicos*. Vol. XXVI, núm. 4, págs. 423-430, 2 láms., 10 figs. Madrid.

SCHAFER, G. (1969): "Geologie und Petrographie in östlichen Kostilischen Hauptscheidegebirge (Sierra de Guadarrama, Spain)". *Münster. Forsch. Geol. Paläont. H. 10*, 2075. Münster/Westf.

SCHRÖEDER, E. (1929-31): "La zona limítrofe del Guadarrama y las Cadenas Hespéricas". *Public. Extranjeras sobre Geología de España, C.S.I.C.*, T. IV, págs. 235-291, 22 figs., 1 map. Madrid, 1948.

SELLEY, R. C. (1970): "Ancient sedimentary environments". *Ed. Chapman and Hall*, págs. 1-224, 72 figs. London, 1972.

SOERS, E. (1972): "Stratigraphie et Géologie structurale de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama". *Studia Geológica*. T. IV, págs. 7-94, 80 figs., 7 maps., 1 lám. Salamanca.

VILLENA, J. (1971): "Estudio Geológico de un sector de la Cordillera Ibérica, comprendido entre Molina de Aragón y Monreal". Tesis Doctoral inéd. Granada.

VIRGILI, C. (1960): "The sedimentation of the permotriassic rocks in the Noguera Ribagorzana Valley (Pyrénées-Spain)". *International Geological Congress XXI Session, Norden 1960, Report. part XXIII. Inter. Asoc. of Sediment*, págs. 136-142. Copenhagen, 1961.

VIRGILI, C. HERNANDO, S. RAMOS, A. SOPEÑA, A. (1973): "Nota previa sobre el Pérmico y base del Buntsandstein en la Cordillera Ibérica y su enlace con el Guadarrama". *Acta Geológica Hispánica*. T. 8, núm 3 (En prensa).

VIRGILI, C. HERNANDO, S. RAMOS, A. SOPEÑA, A. (1973): "Quelques données sur le Permien de la Chaîne Ibérique et des bordures du Systeme Central (Espagne)". *C. R. Somm. séanc. Soc. Géol. Fr.* (En prensa).

I.G.M.E. (1971): "Mapa Geológico de España, a escala 1:200.000. Síntesis de la Cartografía existente". Hoja número 39 (Sigüenza). Madrid.

Recibido: julio 1973.

MINERIA

Contribución al estudio de menas magnéticas del suroeste de España. Minas de Cala (Huelva). (*)

J. DOETSCH (**) y J. J. ROMERO (***)

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento de tres especies minerales metálicas principales: magnetita, pirita y calcopirita procedentes del perfil topográfico 14 de Minas de Cala (Huelva) correspondientes a las Capas Norte de dicho criadero múltiple.

Se establecen las edades relativas de estas tres especies minerales metálicas con otras especies minerales presentes en la mena.

Se encuentra que la fase mineralogénica de estas muestras es indudablemente hidrotermal y relacionada con el filón cuarzo carbonatado y calcopirita llamado "Filón del Portugués" que penetra en el criadero primitivo.

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden drei Erzminerale studiert naemlich Magnetit, Schwefelkies und Kupferkies. Die Mustern gehoeren dem profil n.º 14 und sind in den noerdlichen Lagerstreifen der Cala Grube (Huelva) entnommen.

Wir studieren die relative Altersbestimmungen der drei Erzminerale Magnetit, Schwefelkies und Kupferkies mit andere Mineralien die im Vorkommen sich zusammen befinden.

Wir finden eine ausgesprochene hydrothermale Genese in den gegebene Verwachsungen, die sich natuarlich aussert in der genetischen Relation mit dem hidrotermalen "Filón del Portugués" des genetisch juenger ist als das ältere Vorkommen von Magnetit und Schwefelkies.

SUMMARY

We study three mineral species Magnetite, Pyrite and Chalcopirite. The samples are referred to the perfil n.º 14 and were taken from the nothern parts of the complex ore-body of Cala Mines (Huelva).

The relative ages of these three mineral species are given in our study.

The ultimate genesis of the samples is perfect hydrothermal and is function of the hydrothermal nature of the so called "Filón del Portugués" or silica carbonatous chalcopyrites hydrothermal vein, indoubtably younger as the older and primitive magnetite-pyrite orebody.

1. INTRODUCCION.

El acuciante problema de poder suministrar materias primas nacionales a la pujante siderurgia nacional, nos ha impulsado a estudiar las menas

(*) La tesis doctoral ha sido refundida, ampliada y resumida en el presente trabajo.

(**) Instituto Geológico y Minero de España y Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

(***) Doctorando.

que nos ofrece la Naturaleza dentro del ámbito nacional. Por ser muy amplio este estudio, hemos preferido reducirlo a las menas magnéticas del SW español y dentro de ellas a los criaderos en explotación. Uno de ellos es Mina de Cala.

En el presente estudio hemos puesto el empeño en llevar las investigaciones en dos campos convergentes. Estos son los estudios de Laboratorio y los trabajos de campo según lo expuesto (1).

En los estudios de laboratorio hemos podido concentrar la investigación a tres especies minerales.

Concretamente a la magnetita, a la pirita y a la calcopirita. Estas tres especies minerales son las principales de las menas magnéticas de Minas de Cala, desde el punto de vista económico-industrial.

Estas especies minerales se han estudiado desde aspectos diferentes. Uno es el aspecto, en sí, de la especie minera, e. d. sus características propias en el criadero mineral. Otro aspecto es el de las relaciones de esa especie mineral con las demás especies minerales presentes en el criadero actualmente en explotación, o sea que se estudian las características paragenéticas de esa especie mineral con las demás especie minera, e. d. sus características propias en coexiste, en contacto con ellas.

Las conclusiones a las que se ha llegado son sorprendentes como se podrá observar una vez que se conjuguen los datos obtenidos del Estudio de Laboratorio con los datos tomados en el campo (1). Se forma así un-todo-uno científico minero. Se pone de manifiesto con toda claridad una facies hidrotermal en el recinto estudiado del criadero, inédito completamente hasta el presente. Además las listas de minerales paragenéticos con sus edades relativas nos indican con bastante claridad cuáles son las especies minerales primitivas y cuáles no lo son. Pero además ponen de manifiesto generaciones diversas de estas especies minerales con lo cual será más fácil catalogar las especies minerales encontradas en otros criaderos de esta región. Siempre, sin embargo, estando alerta a cambios posibles debidos a fenómenos naturales, pero locales.

La naturaleza física de entrada en el criadero para formar parte de la paragénesis actual de la calcopirita, también es doble. En gran parte ha entrado durante la facies hidrotermal en el criadero estudiado.

Todos estos datos alumbran el oscuro camino a recorrer hasta encontrar la solución correcta y concreta de la génesis de estos criaderos.

2. ESTUDIO

Como se acaba de indicar los trabajos de Laboratorio se centran en investigaciones de muestras pulidas, placas delgadas y análisis espectrales ópticos y de fluorescencia, así como de difracción de Rayos X.

Las microfotografías están hechas con nicoles semicruzados y 72 aumentos. Cuando no, se cita la variación.

Las muestras de mano elegidas fueron extraídas del criadero en el perfil 14 de las capas del Norte

del criadero cercanas en contacto con el filón del Portugués.

Este lugar está a más de cien metros de la intrusión de rocas ácidas que corta al criadero después de empujarlo hacia el Sur. Esta distancia está medida en proyección horizontal, o sea en planta.

Basándonos en la información conseguida al co-tejar todos estos datos y confrontándolos con los expuestos en el trabajo (1) se obtienen las conclusiones del presente trabajo experimental.

Comenzamos la exposición de datos en forma más bien resumida. Introducimos en la exposición datos que figuran en las conclusiones con objeto de situar con mayor claridad los hechos objetivos naturales que se tratan en cada caso. Así hablaremos de tres clases genéticas de granos de magnetita, pirita y de calcopirita.

Sedimentario: Magnetita, pirita y calcopirita.

Metamórfico de contacto: Magnetitas, piritas y calcopiritas (?).

Hidrotermal: Magnetita, pirita y calcopirita (coloidal).

Pero hay que tener en cuenta que en el grado de investigación de las menas de Minas de Cala que llevamos realizado hasta el momento, tenemos que advertir que:

La inmensa mayoría de los granos de magnetita de la mena magnética son de origen sedimentario inicial.

Una pequeña mayoría de los granos de pirita de la misma mena son de origen sedimentario inicial.

La inmensa mayoría de los granos de calcopirita de la mena magnética son de origen hidrotermal (coloidal).

Por esta razón sólo en casos determinados citaremos granos de magnetita y calcopirita que pertenezcan a génesis minoritarias en las menas magnéticas del criadero de Minas de Cala. Y esto lo hacemos para mayor conocimiento del criadero.

3. LA MAGNETITA

2.1. La mena de Minas de Cala es más bien compacta. La magnetita se presenta en forma de agregados de granos masivos. Aparecen conjuntamente con granos de pirita y de calcopirita, etc. Además existen granos con formas cristalinas más o menos desarrolladas de especies minerales correspondiente a la ganga. En el conjunto del todo-uno se suele señalar como elemento químico metálico primordial el hierro con el 44 por 100 por término medio.

2.1.1. La pureza de la magnetita es bastante

grande. Como impureza mayor citamos al manganeso que no suele sobrepasar el 1 por 100. Los demás oligoelementos metálicos existentes son el cromo, níquel, cobalto y molibdeno. Se suelen encontrar principalmente en la ganga, así como el titanio. También están estos presentes en la roca encajante.

2.1.2. La mena contiene agregados de granos de magnetita. El tamaño medio del grano es de un milímetro. Existen zonas del criadero en que bien por recristalización o por defecto de haber sufrido presiones tectónicas, el tamaño es bastante mayor, alcanzando las laminillas los ocho milímetros de longitud por dos de ancho.

Los granos actuales proceden de otros mayores por disyunción. Esta se efectúa por agentes mecánicos (presiones, etc.) y especialmente a lo largo de planos (111) de exfoliación. Por lo común se aprecia en las probetas pulidas las formas paralelepédicas (Foto 1) que desaparecen por corrosión de



Microfoto número 1

Secciones de granos de magnetita (gris), de forma paralelogramática de disyunción. La magnetita (gris), es sucia. Tiene muchas inclusiones de ganga, etc. (negro), a manera de bandas, inclusiones de piritita (blanca). Cuarzo (gris oscuro) y carbonatos (gris más oscuro) con inclusiones de calcopirita (gris blanco).

otras especies minerales a cuyos ataques han sido sometidas en el largo proceso de formación del criadero actual (fase de metamorfosis regional, fase hidrotermal y de metamorfismo de contacto, debido a intrusiones locales magmática).

Así la forma que presentan los granos es sumamente variada, ya que la gama de formas incluye a cristales idiomorfos y a parte de ellos de forma más o menos paralelogramática, redonda, cuadrada, tabular, etc.

La mayor parte de los granos de magnetita aparecen con inclusiones. Estas las podemos considerar como debidas a ataques de agentes físicos o a agentes químicos. Las primeras son, por la general, debido al proceso de desbaste y de pulido. La segunda se deben al ataque de agentes químicos de formación de especies minerales que suelen atravesar a los granos de magnetita. En nuestro caso son generalmente cristales de tremolita, a veces cloritas, cuarzo, carbonatos y calcopirita principalmente. Estos granos de magnetita tienen aspecto sucio y son heterogéneos. Tienen textura poikilítica o de trama en criba.

Se suele decir que este fenómeno es característico de neumatolisis o metamorfismo de contacto. Sin embargo, esto no está claro ni mucho menos. El fenómeno se rige por leyes cristalquímicas, y se verifica todas las veces que se encuentren las especies minerales en las mismas condiciones de temperatura, presión, pH, etc., de condiciones físicas y químicas. Un ejemplo podrá aclararlo: En la metamorfosis regional se forma la tremolita a temperaturas bajas (antes de llegar a los 400°) y esta puede atravesar los granos de magnetita dando trama poikilítica. Huelgan los comentarios.

Siempre que se reúnan las condiciones físico-químicas determinadas se producen los mismos efectos. Por ello se forman los minerales de "skarn", tenido como minerales característicos del metamorfismo de contacto, muy lejos del influjo de magmas intruyentes (1).

Lo curioso es que los granos de piritita sometidos a los mismos agentes son mucho más resistentes a los agentes químicos por su gran fuerza de cristalización, y no son tan fácilmente atacables por los silicatos.

Donde las micropresiones esféricas o dirigidas han actuado sobre granos mayores originando la disyunción de granos mayores en menores, se observa un reguero de clastos. Este es muy favorecido en su desarrollo al encontrarse en un medio donde impera la fase mineralogénica hidrotermal. Los ejemplos que hemos observado dentro de esta clase son los correspondientes al flujo predominante de sílice (cuarzo) carbonatos (anqueritas) y sulfuros (calcopirita) que antes de solidificarse han actuado a manera de baño y han arrastrado los clastos consigo, dispersándolos. Al mismo tiempo han facilitado, a veces la recristalización en parte considerable de algunos y determinados clastos. De esta manera se generan verdaderos regueros de clastos (Fot. 2). Se observan perfectamente los clastos implantados en

el cemento (cuarzo o carbonatos, o calcopirita, según el caso de la naturaleza de la matriz).

Los granos de magnetita de la mena magnética eran originariamente mayores. Este hecho experimental queda probado al examinar las maclas de



Microfoto número 2

Magnetita cataclástica (gris) inmersa en calcopirita (blanco). Ganga (negro). Se observan clastos de magnetita de forma geométrica regular.

los granos actuales. Las maclas no suelen ser visibles en las probetas pulidas sin ser éstas atacadas por determinados reactivos químicos, que hacen perceptibles la trama interna de la materia cristalizada y que forma los granos. Las líneas rectas de los listones de maclas lamelares pertenecían en las probetas pulidas observadas a granos bastante ma-



Microfoto número 3

Secciones de granos de magnetita (gris) con contactos interdentados inmersos en calcopirita (blanco). Granos deshinchados de cloritas (negro).

mayores de dimensión y que actualmente han dado lugar por disyunción o fractura a un conjunto de gra-

nos más o menos independientes entre sí. Este fenómeno se puede observar en la mayoría de los casos.

Las fronteras de contacto entre granos es también un problema interesante. Existe gran variedad. Desde la fractura más o menos reciente en perfecto contacto los clastos resultantes hasta la separación total de entre ellos existe toda la gama imaginable. Es completamente natural. Así ha reaccionado el grano primitivo a los microesfuerzos presentes en aquel ámbito espacial.

La fractura puede ser muy variada, recta, denticulada, curva, etc. (Fot. 3), y puede estar sanada o cicatrizada mediante otra sustancia, pongamos, por ejemplo, cuarzo, carbonato, calcopirita, etc.

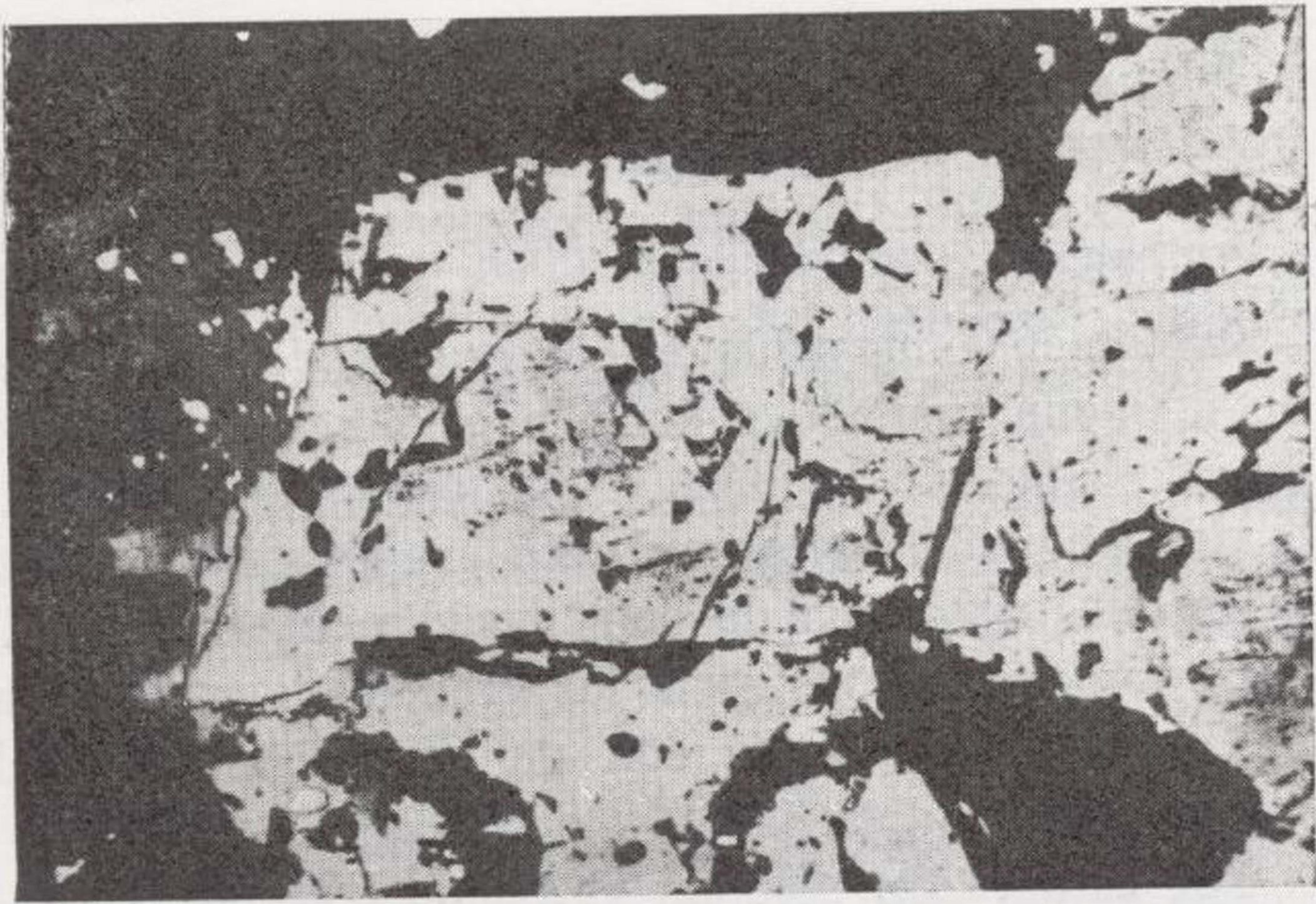
Hasta el presente no hemos podido observar zonado alguno en los granos de magnetita ni aun después de conveniente ataque. (Sólo existen en cristales de magnetita de rocas tipo "skarn").

Tampoco se ha podido encontrar trama de desmezcle. Este hecho es plausible, ya que la magnetita en sí es bastante pura.

Obligado es hablar ya de las transformaciones que sufren los granos de magnetita. Desde un punto de vista estructural cristalino la magnetita es una espinela de FeO. Cuando el ambiente donde se encuentran los granos le es desfavorable pierde el FeO y el resultado es que queda de la espinela sólo el nuevo γ -Fe₂O₃-cúbico, magnético que se llama *maghematita*, nombre de contracción de magnetita y hematita. Se suelen presentar inicialmente como película sobre la magnetita y aprovechando fisuras y otras discontinuidades de la superficie de la magnetita penetra en ella. La *maghematita* se transforma cambiando de estructura cristalina en hematites roja Fe₂O₃-trigonal escalenoédrico. Por lo corriente aparece la variedad de la *martita*, o sea laminillas aciculares muy exiguas que siguen en su disposición espacial las direcciones del octaedro de la magnetita de donde proviene.

La "martita" se puede formar directamente de la magnetita sin pasar por "maghematita". Por ello tenemos dos vías que considerar durante la meteorización procesiva de la magnetita. Una, en condiciones que requieren estudio más detenido, origina *maghematita*, otra da lugar a la *martita*. Lo único que podemos afirmar a base del material experimental observado es que la *maghematización* es más frecuente, al parecer que la *martitización*, en nuestras probetas estudiadas.

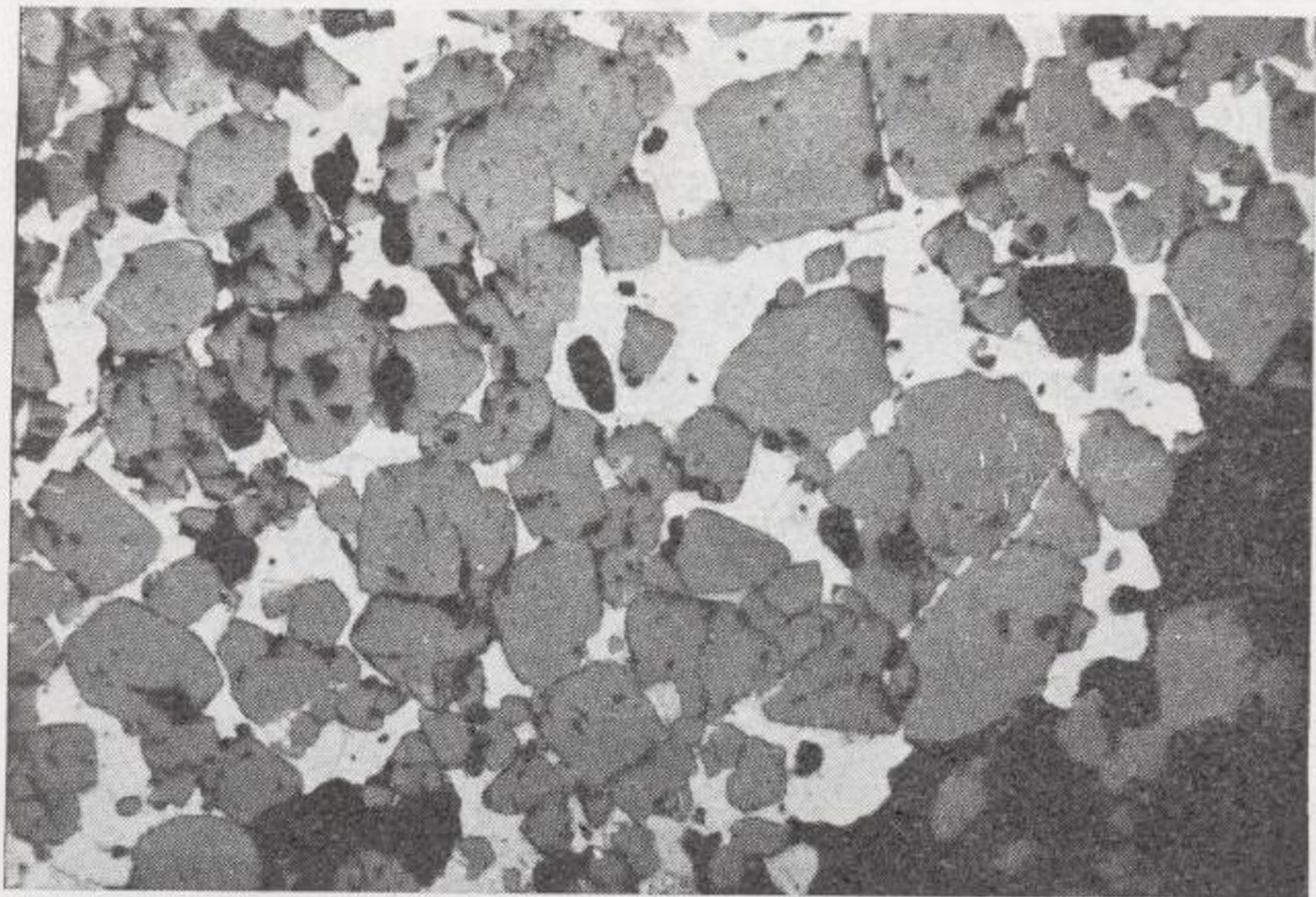
Las muestras observadas muestran que la magnetita toma frecuentemente leves tintes marrones



Microfoto número 1

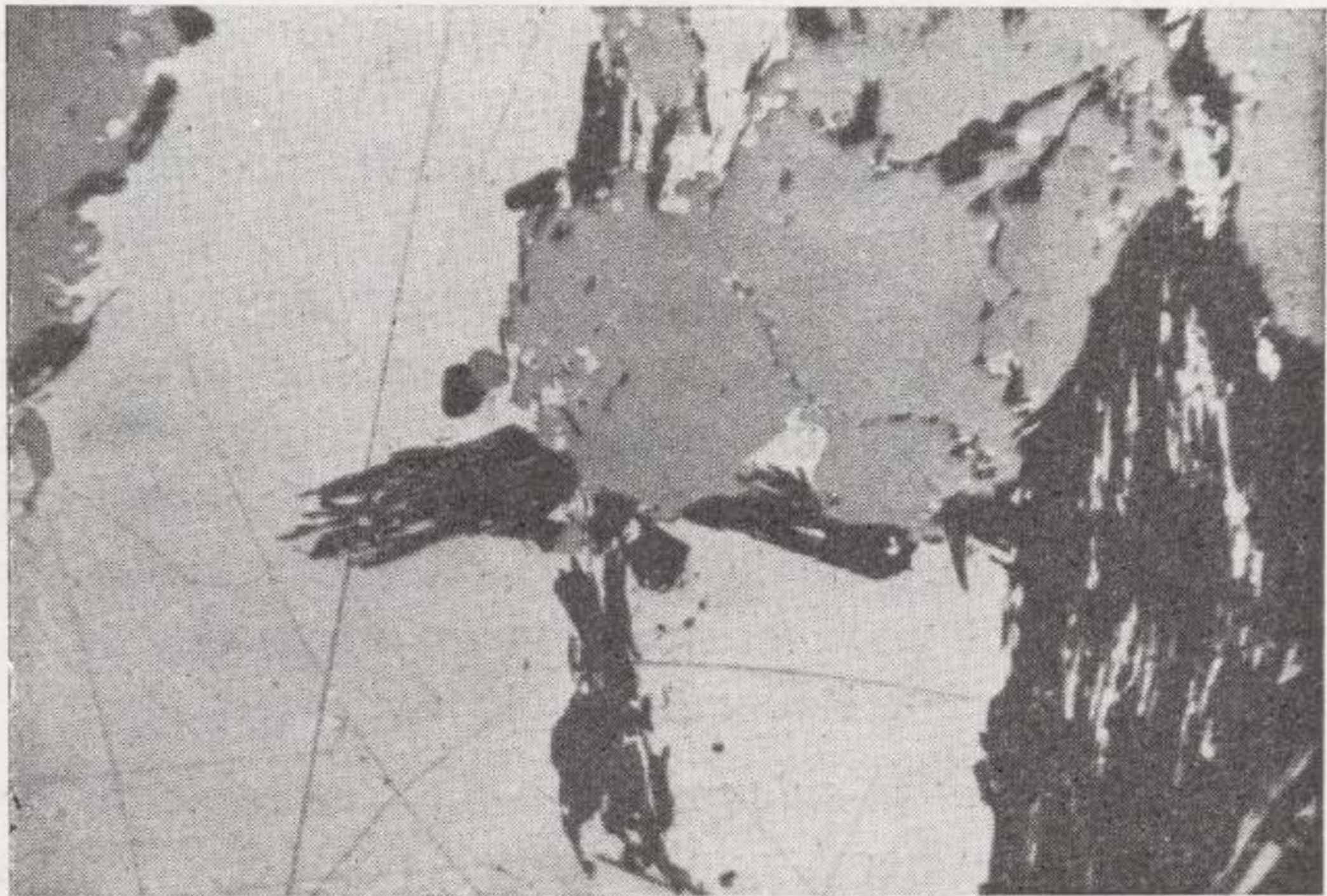
Secciones de granos de magnetita (gris), de forma paralelográfica de disyunción. La magnetita (gris), es sucia. Tiene muchas inclusiones de ganga, etc. (negro). a manera de bandas, inclusiones de pirita (blanca). Cuarzo (gris oscuro) y carbonatos (gris menos oscuro) con inclusiones de calcopirita (gris blanco).

Los minerales a cuyos ataques han sido



Microfoto número 2

Magnetita cataclástica (gris) inmersa en calcopirita (blanco). Ganga (negro). Se observan clastos de magnetita de forma geométrica regular.



Microfoto número 3

Secciones de granos de magnetita (gris) con contactos interdentados inmersos en calcopirita (blanco). Granos deshilachados de cloritas (negro).

y azulados como corresponde a películas de magnetita. Con nicoles cruzados y con una iluminación conveniente son perfectamente isótropas.

En el capítulo 4 dedicamos un epígrafe más detallado de la transformación magnetita-hematites roja.

La (Fot. 4) muestra claramente un grano de mag-



Microfoto número 4

Grano de magnetita mostrando claramente dos de las cuatro direcciones de exfoliación (111) del grano de magnetita primitiva.

netita martitizado a lo largo de dos o tres direcciones de las cuatro aristas del octaedro (111). Se observan claramente las laminillas aciculares orientadas en esas direcciones.

Pasamos a estudiar la paragénesis de la magnetita con otras especies minerales presentes en las probetas estudiadas:

2.1.3. *Las especies minerales encontradas en contacto con granos de magnetita* en las probetas investigadas las tratamos en distintos epígrafes, y son las siguientes:

1.º La pirita; 2.º La calcopirita; 3.º La marcasita; 4.º La hematites; 5.º La maghematites; 6.º La martita; 7.º La calcita y otros carbonatos; 8.º Cuarzo; 9.º Las cloritas; 10.º Otros silicatos (ganga).

Insistimos y procuramos hacer resaltar ante todo las relaciones paragenéticas de estas especies minerales con los granos de magnetita en contacto; reproducimos un reducido conjunto de microfotografías o dibujos esquemáticos de esas relaciones, escogiendo las mejor logradas en el trabajo de la tesis doctoral de J. J. Romero, que presentó en total 92 fotografías.

1.º *Magnetita-pirita*.—Como fruto del estudio de más de un millar de contactos de granos de magnetita con granos de pirita, enunciaremos las siguientes

proposiciones: Dado la gran fuerza de cristalización de la pirita frente a la correspondiente a la de la magnetita decididamente hay que considerar como coetáneos los granos actuales de magnetita y de pirita de las menas magnéticas de Minas de Cala. Estos granos de (Mg) y de (Py) en dos lugares próximos de la misma muestra pueden ofrecer características contrarias. En una parece que la (Mg) desplaza a la (Py), mientras que a menos de un milímetro se ofrece al investigador en el microscopio el fenómeno inverso. A veces sucede esto a lo largo del mismo contacto de dos granos aislados.

Fuera y aparte del ataque químico hay que tener siempre en cuenta que para unas condiciones de presión y de temperatura y demás condiciones físico-químicas determinadas, la recrystalización de una especie es seguramente distinta a la de la otra y que en este proceso evolutivo pueden efectuarse diferentes relaciones mutuas de dos granos en contacto.

Lo dicho se refiere a granos de magnetita inicialmente sedimentarios, lo mismo que los granos de pirita a los que nos referimos.

En este mismo estudio referiremos lo que sucede a granos de magnetita hidrotermal epígrafes correspondientes (2.º, 4.º, 7.º y 8.º).

Granos de magnetita neumatolítica no han sido encontrados en este lote de probetas.

En resumen, a nuestro juicio la deposición de la magnetita y de la pirita son prácticamente simultáneos y sujetos a posteriores reajustes ocasionales. En caso de que se admita ya como cierto la génesis inicial sedimentaria la explicación de los fenómenos es totalmente objetiva y da las razones a todo lo que se pueda observar en las probetas estudiadas.

Insistimos. En todos los criaderos de pirita de Huelva existe en el balance de especies minerales presentes en ellas un tanto por ciento variable de magnetita. Puede superar la magnetita (como en el caso del criadero de la Mina La Concepción o ser casi exenta de magnetita como en el caso de Cabezas del Pasto). Recordemos lo dicho en (1).

2.º *Magnetita-calcopirita*.—La calcopirita es una especie mineral que a juzgar por las probetas estudiadas lo invade todo. Se la encuentra en fisuras de contacto de granos de magnetita, atacando los bordes de los granos de magnetita y los atraviesa también. Es pues claramente posterior a la magnetita. Precizando más es posterior a la magnetita sedimentaria inicial.

En el presente lote de muestras no hemos podido

observar otra clase de calcopirita en contacto con granos de magnetita.

Presenta esta calcopirita ciertas propiedades que queremos subrayar. Estas propiedades se fundan en una gran fluidez que presenta esta calcopirita y que se explicará en el apartado dedicado a la calcopirita. Se manifiesta esta fluidez actuando como vehículo de transporte de trozos de magnetita ca-



Microfoto número 5

Sección de grano idiomorfo de magnetita (gris) (rayado ocasionalmente) inmerso en calcopirita (blanco) junto a otros granos de magnetita y cloritas (negro).

taclástica (Fot. 2) y como generador-sustentador de granos de magnetita posterior a los granos de magnetita del criadero primitivo (Fot. 5). Estos granos idiomorfos de magnetita no suelen contener inclusiones y han quedado aislados y defendidos dentro de la calcopirita de otros ataques físico-químicos a que ha estado sometido el criadero. Por decirlo así flotaban dentro de un medio aislante.

3.º *Magnetita-marcasita*.—En general podemos afirmar que existe una marcasita probablemente sedimentaria que en muy pequeña proporción sustituye en ubicación a los granos de pirita. Pero en el lote estudiado no aparece. Tan sólo hemos podido observar granos de marcasita dentro de la calcopirita que está en contacto con un grano idiomorfo de magnetita inmerso también en la calcopirita. Se trata de dos granos de la segunda generación e hidrotermales ambos.

4.º *Magnetita-hematites*.—Hay que distinguir varios aspectos de este problema: En general la magnetita se transforma en hematites roja por alteración meteórica. Además existen en otros lotes de muestras pulidas estudiadas en muy pequeña proporción granos aislados de hematites roja susti-

tuyendo a granos de magnetita. Pero en nuestro lote de muestras pulidas observamos la hematización pasando por martita o directamente. Realizándose el paso de magnetita a hematites como fenómeno corriente.

Sin embargo, hacemos resaltar en este lote la existencia de granos de hematites roja hidrotermal. La matriz o cemento en donde se encuentran estos granos de hematites es de calcopirita o de cuarzo. El contacto se verifica con granos de magnetita también hidrotermales. Más bien idiomorfos (Fot. 6).

5.º *Magnetita-maghematita*.—Como ya hemos indicado es un proceso pendiente de las condiciones físico-químicas ambientales que no suele ser demasiado frecuente pero que imperó en nuestros criaderos y que lleva a la magnetita al estado de maghematita cúbica con pérdida de FeO y como residuo queda el $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Es frecuente en nuestras muestras observarla a manera de pátina. Pero es menos frecuente en las probetas estudiadas encontrar granos de maghematita. Interesante sería un estudio dedicado a esta especie mineral.

6.º *Magnetita-martita*.—Presentamos la foto 4 en la que se pueden apreciar las direcciones (111) de magnetita primitiva y que han sido elegidos por las laminillas de la incipiente hematites roja para su

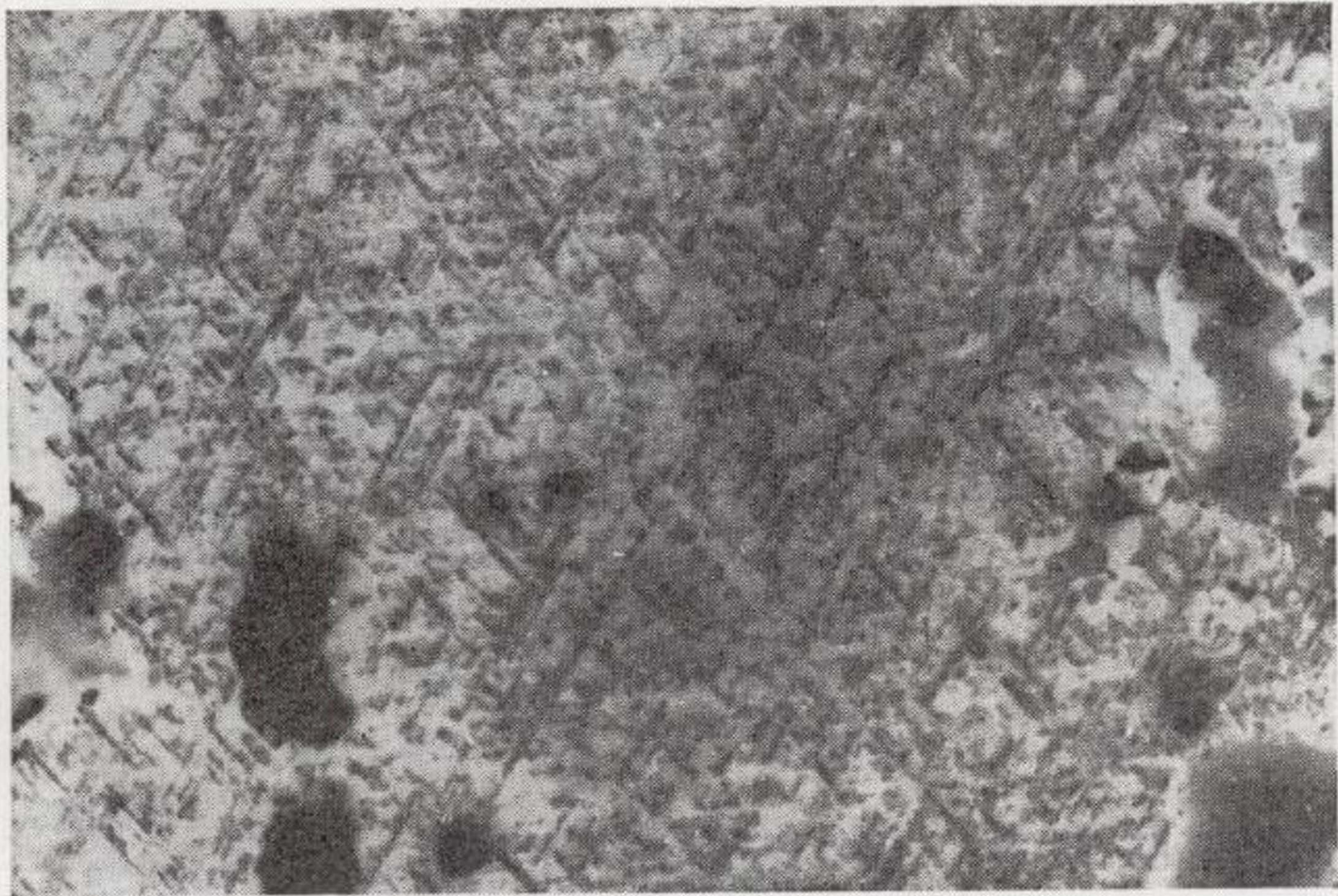


Microfoto número 6

Secciones de magnetita (gris) (más o menos idiomorfos) en contacto con hematites roja (gris clara), sobre un fondo de calcopirita (blanco). Existen granos de carbonato (gris, algo más oscuro). Ganga (negra).

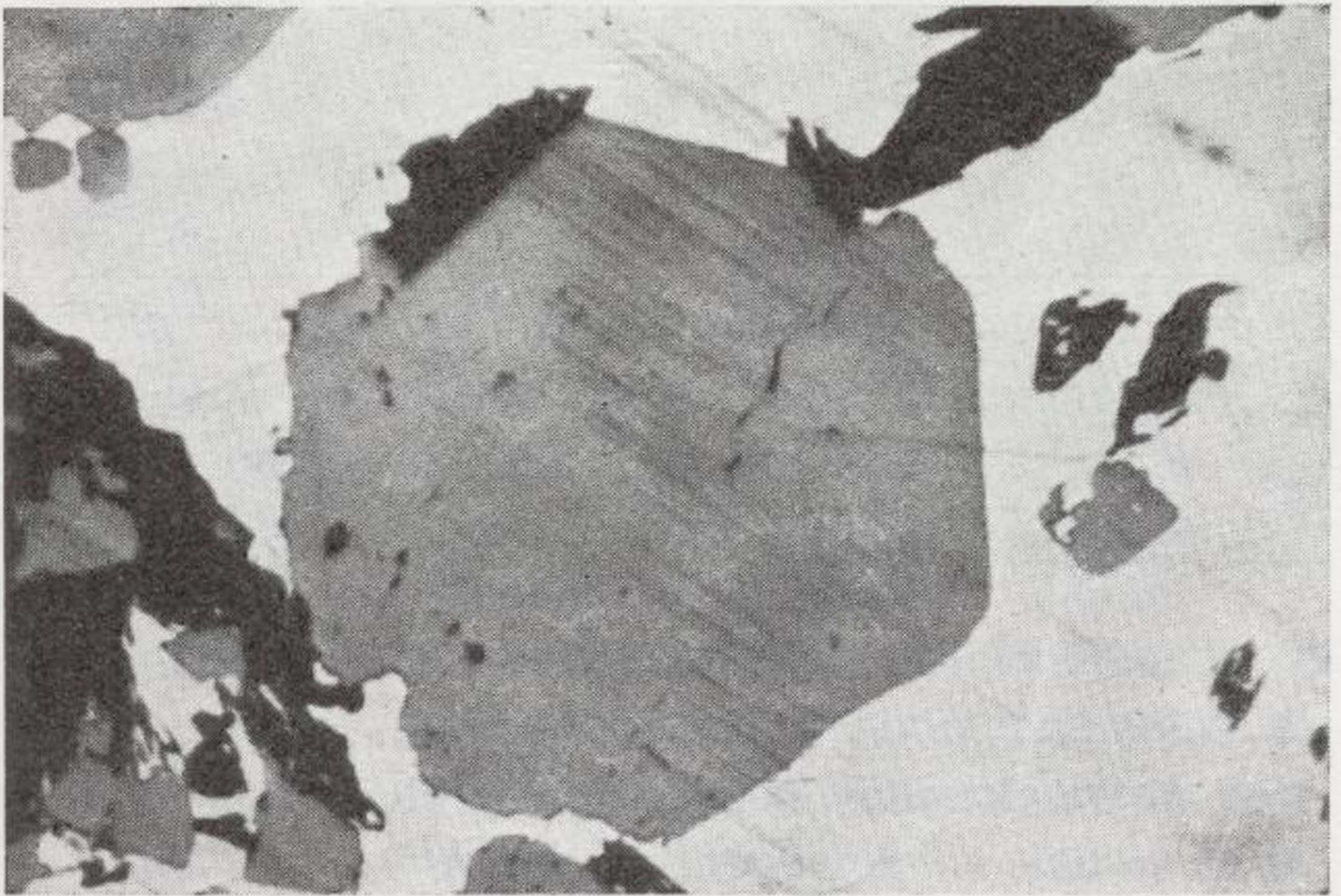
formación individual acicular. Más adelante todo el grano se transformará en hematites roja.

7.º *La calcita y otros carbonatos. Relación con magnetita*.—Aun cuando en el título del epígrafe



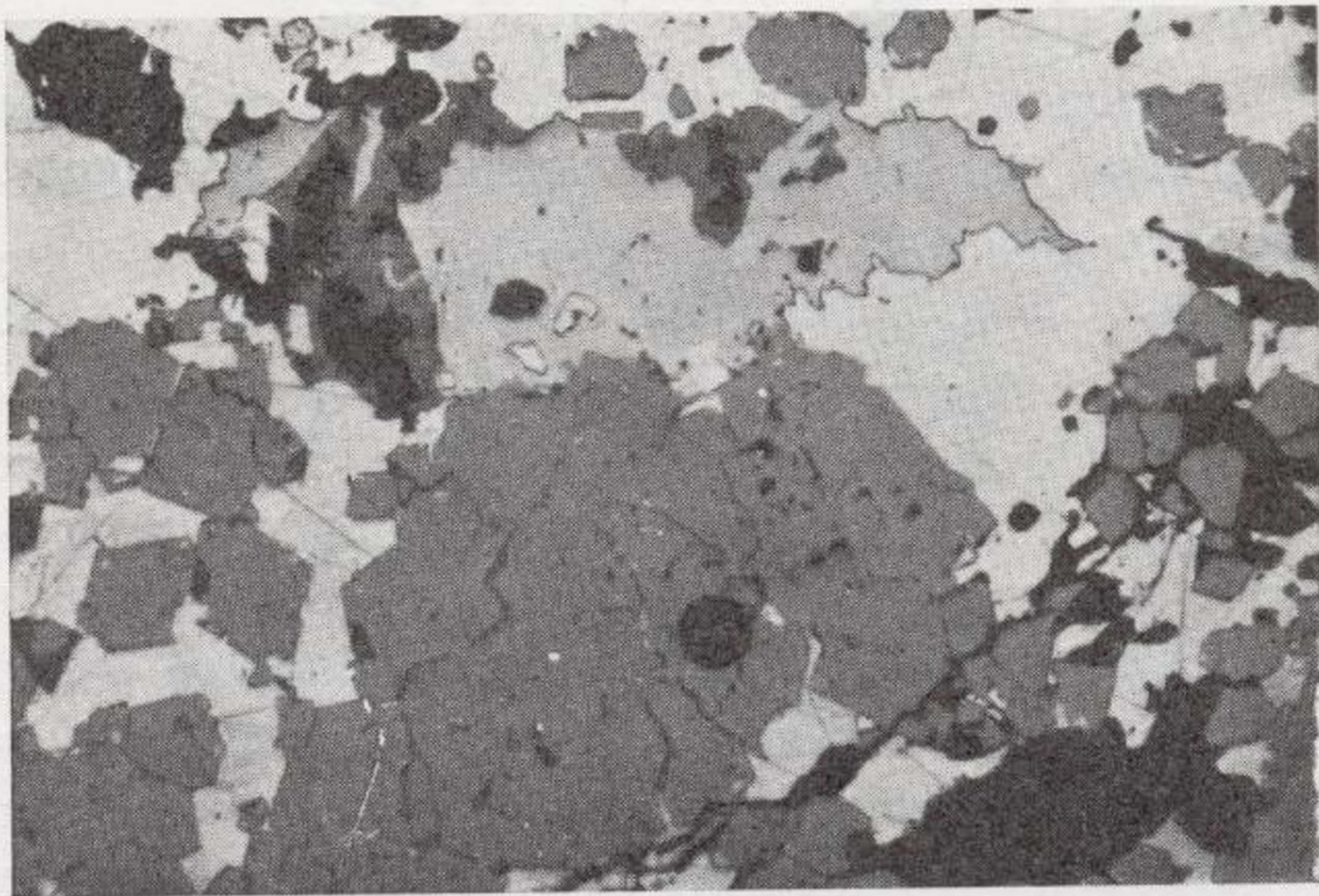
Microfoto número 4

Grano de martita mostrando claramente dos de las cuatro direcciones de exfoliación (111) del grano de magnetita primitiva.



Microfoto número 5

Sección de grano idiomorfo de magnetita (gris) (rayado, ocasionalmente) inmerso en calcopirita (blanco) junto a otros granos de magnetita y cloritas (negro).



Microfoto número 6

Secciones de magnetita (gris) (más o menos idiomorfos) en contacto con hematites roja (gris clara), sobre un fondo de calcopirita (blanco). Existen granos de carbonato (gris, algo más oscuro). Ganga (negra).

hablamos de calcita, en realidad se trata de carbonatos (calcita, dolomía, aragonito, anquerita, etc.). Y es que es muy difícil de distinguir con luz reflejada estos carbonatos con seguridad. Cuando existen maclas de presión es posible distinguir la calcita de los demás carbonatos. Las maclas de presión de la calcita son más finas o a lo menos suelen serlo.

Debido al comportamiento observado en las probetas afirmamos que es muy posterior a la magnetita. La ataca, destruye, etc., al menos a los granos primitivos sedimentarios.

En los carbonatos se encuentran granos de magnetita idiomorfos de generación hidrotermal.

Varía su abundancia según el sitio del criadero de donde se toma la muestra.

Este aporte de carbonatos lo adscribimos al célebre filón del Portugués que bordea por el Norte a las capas septentrionales del criadero múltiple.

La calcita puede tener dos coloraciones preferidas, la blanca y la rojiza. Esta suele ser característica de haberse formado en condiciones físico-químicas pertenecientes a rocas de tipo de "skarn".

8.º *La magnetita-cuarzo.*—Al igual que los carbonatos el cuarzo lo invade todo y claro está a los granos de magnetita. Al igual que los carbonatos atraviesa a la magnetita primitiva sedimentaria, genera granos idiomorfos de magnetita hidrotermal y cementa clastos de magnetita primitiva.

Relacionamos la aparición del cuarzo en la mena magnética con la existencia del filón del Portugués.

9.º *Magnetita-cloritas.*—Señalamos como de entre los silicatos, después del cuarzo le siguen en abundancia las cloritas. Por difracción de Rayos X hemos podido determinar que se trata de chamosita principalmente. Accesoriamente también está presente la thuringita. En otras muestras la thuringita casi igualaba a la chamosita en cantidad.

El estudio de las cloritas en las probetas pulidas nos indica que éstas desplazan y atraviesan a la magnetita primitiva, generan granos idiomorfos de magnetita hidrotermal (Fot. 7). La clorita aparece inmersa en la calcopirita en esa microfotografía.

10. *Magnetita-Otros silicatos.*—En el presente lote de preparaciones hemos querido relacionar la magnetita con otros silicatos de la ganga en pequeña proporción. Pero a pesar del número de muestras estudiadas en sección delgada y pulida no hemos logrado alcanzar nuestro objetivo. Es seguro que aumentando el número de preparaciones se logrará más adelante establecer relaciones recíprocas.

A continuación exponemos en el cuadro núm. 1 las relaciones paragenéticas que se acaban de encontrar en el lote de muestras estudiadas.



Microfoto número 7

Sección cuadrada de magnetita juvenil (gris) dentro de ganga (clorita) (gris oscuro). El fondo es de calcopirita (blanco).

CUADRO NUM. 1

<i>Edades relativas de especies minerales en relación con la magnetita primaria</i>		Edad relativa
<i>Especies minerales:</i>		
Pirita (primaria), frente a Magnetita primaria es ...		Simultánea
Calcopirita (hidrotermal), frente a Magnetita primarias es ...		Posterior
Marcasita (primaria), frente a Magnetita primaria es ...		Simultánea
Marcasita (hidrotermal), frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Hematites roja, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Maghematita, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Martita, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Carbonatos, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Cuarzo, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior
Cloritas, frente a Magnetita primaria es ...		Posterior

LA PIRITA

La pirita en Minas de Cala se presenta en formas variadas.

Unas veces se presenta formando nódulos en rocas esquistosas algo magnéticas. Se parece mucho a los azufrones de la parte central de la provincia

de Huelva, prescindiendo, claro esta, del magnetismo de las pizarras salpicadas con magnetita.

Otra forma lo constituyen las rocas fajeadas o en bandas paralelas de pirita que ofrecen la mena de diferentes partes del criadero.

Otro modo es la existencia en capas de hasta un metro de espesor como mena en masa (sondeo número 1 a más de 400 metros de profundidad), y siempre mezclado con magnetita.

Cuando aparece la mena fajeada con pirita suele verse el fajeado paralelo de calcopirita también en la misma muestra.

La pirita de segunda generación se encuentra normalmente en lugares que no guardan relaciones geométricas con el criadero. Las cumplen con el filón hidrotermal del Portugués de donde proceden. Con estas descripciones se comienza a entender el origen múltiple del criadero de Minas de Cala.

Esta pirita secundaria es bastante más blanca que la primaria de Minas de Cala y suele presentar algunas vicisitudes en su crecimiento. Primero aparece un germen que da lugar por lo menos a un apuntamiento idiomorfo y luego se rodea de más material formando nódulos dentro de la mena de hasta 5 centímetros de diámetro. Suele incluir cristales de marcasita también hidrotermal.

2.2.1. Aparece la pirita como acabamos de explicar formando parte de la mena magnética en la que, claro está, predomina con mucho la magnetita. Los acompañantes de la pirita son las siguientes especies minerales: la magnetita, la calcopirita, los carbonatos, el cuarzo y demás silicatos (cloritas, etcétera).

La pureza es la corriente. Lo demuestra el análisis de productos flotados en el proceso de beneficio industrial.

2.2.2. El tamaño es muy variable, pero los cristales idiomorfos de pirita no suelen exceder de unos 3 centímetros de arista (los vistos hasta hoy).

Los granos de pirita, cuando aislados tienden a la idiomorfia. Por el contrario, cuando están reunidos forman un conjunto con tendencia masiva y de compacidad. La pirita no presenta tanta facilidad a la disyunción como lo hace la magnetita. Se fractura antes de disyungir o segregarse en granos exfoliados (111) (100).

Una de las cualidades físicas de la pirita es la gran fuerza de crecimiento que posee y la que le da facultad de conservar su forma exterior y ser de difícil exfoliación.

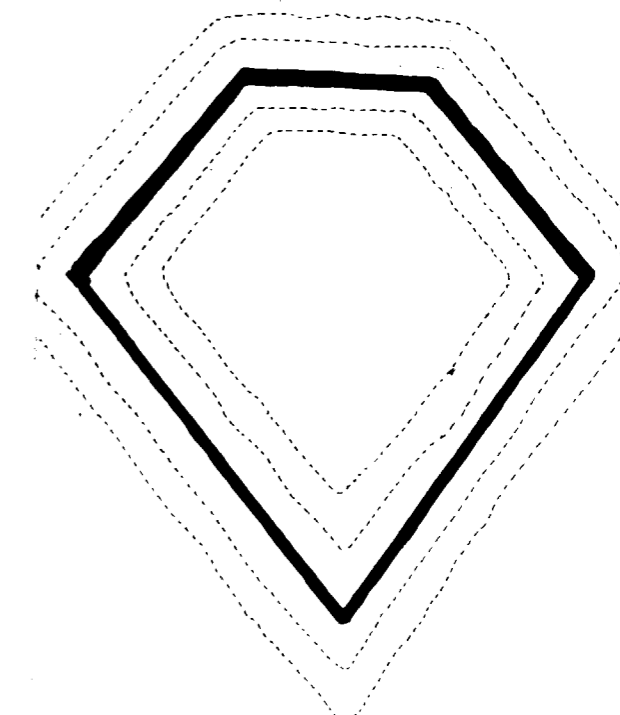
También químicamente se resiste a ser atacada,

especialmente a lo largo y ancho de sus caras cristalinas que son los planos reticulares densos. Por ello los granos de pirita contienen pocas inclusiones comparado con los granos de magnetita cercanos. Así es lógico que no suele presentar la textura poikielítica o en criba como le pasa a los granos de magnetita. Esta es atacable a temperaturas y presiones mucho menores que la pirita.

Este hecho físico-químico es muy importante de conocer para establecer una paragénesis objetiva.

La superficie de los granos de pirita son generalmente lisos con muy pocas inclusiones.

Las formas cristalinas que desarrollan los cris-

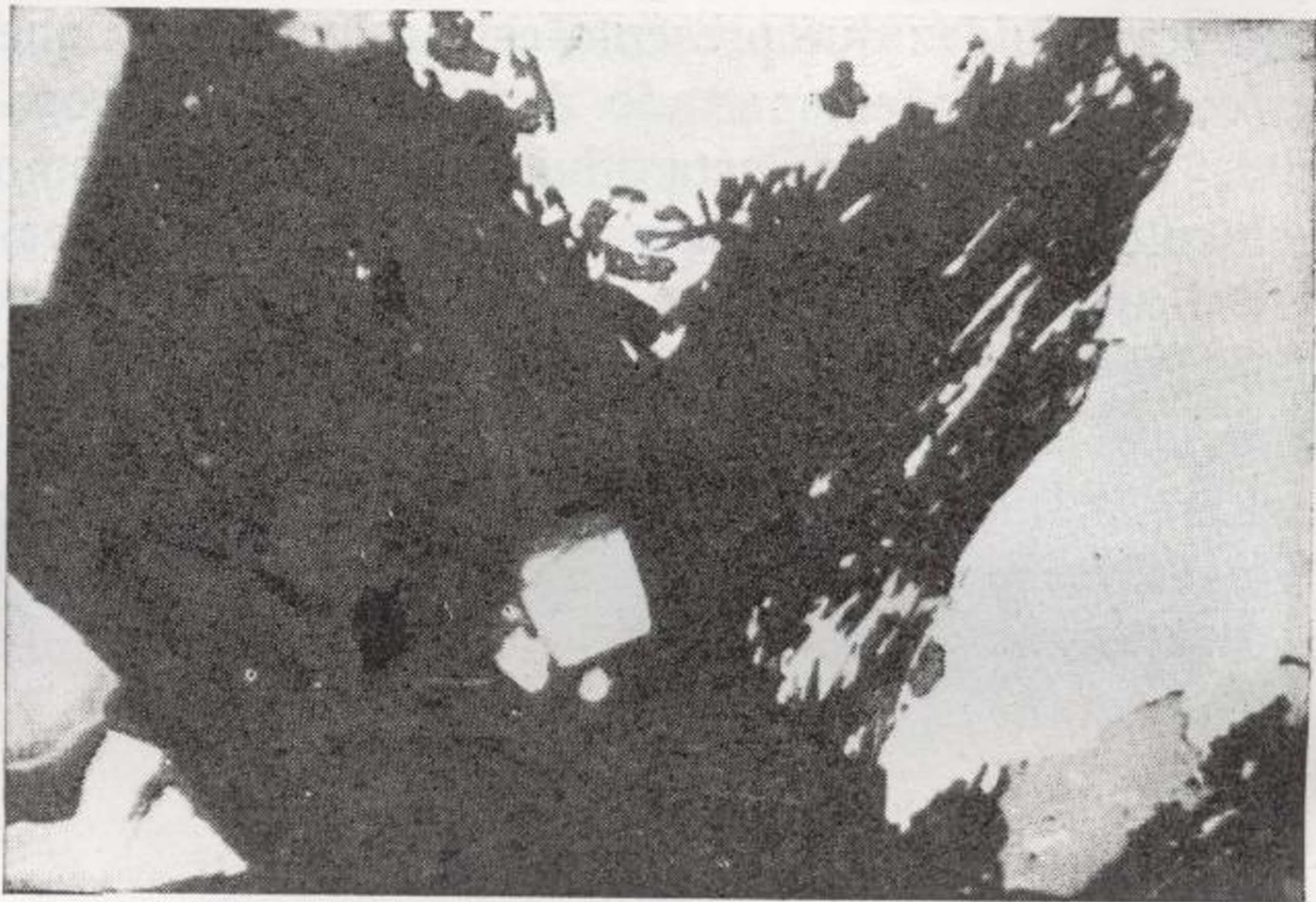


Microfoto número 8 (Croquis)

Grano idiomorfo de pirita con caras reticulares superiores limitantes (—) disueltos rítmicamente por calcopirita hidrotermal (*).

tales de pirita son el cubo (100) el piritocubo (210) y el octaedro (111). Desarrolla frecuentes maclas de compenetración que por lo general no suelen faltar nunca en los cristales idiomorfos. Microscópicamente no se las observa.

(*). La primera franja, a uno y otro lado de la línea continua y gruesa es de color rojo; la siguiente es de color amarillo y la tercera siempre a uno y otro lado es de color violeta y sigue este mismo proceso tres veces más rítmicamente.



Microfoto número 7

Sección cuadrada de magnetita juvenil (gris) dentro de ganga (clorita) (gris oscuro). El fondo es de calcopirita (blanco).

No sólo las caras del cubo presentan el clásico estriado paralelo, en caras alternantes, a las aristas a causa de su hemiedria esencial, $2/m^3$ (Símbolo Herman Mauguin) de la pirita, sino que hemos podido observar en una cara octaédrica estrías que al cortarse por ser paralelas a las aristas de la cara, forman un triángulo. Ha sido en un solo ejemplar, que concuerda con su rareza.

Entre otras cualidades de los cristales de pirita está el zonado. Tampoco suele verse este fenómeno físico al observar muestras pulidas al microscopio. De ahí que no hayamos podido encontrar ningún caso microscópico. Pero en una muestra de mano hemos podido observar el zonado de crecimiento.

No se ha podido aún observar al microscopio de luz reflejada recristalización de granos de pirita.

No podemos por menos de hacer constar aquí el influjo precisamente notado en la bondad y grado de desbaste y pulido de granos de pirita en las probetas. A veces utilizando el aparato, modificación Rehwald, de pulidos, aparecen todos los granos de pirita como anisótropos. El observador que no co-



Microfoto número 9

Grano alargado de molibdenita (gris muy blanco) atacando a un grano de pirita (blanco). Carbonato (gris oscuro). Ganga (negro) y grano de cuarzo en contacto de pirita y molibdenita. Su color es más oscuro que el de carbonato. Dosecientos aumentos y nicoles paralelos.

nozca este defecto casual, clasificará erróneamente los granos de pirita. La razón de esta anisotropía de la pirita hay que buscarla en una causa puramente mecánica del aparato pulidor. En algún momento se le da exceso de presión o no se le refrigera suficientemente y los planos reticulares de la superficie en pulido son desgarrados y así se quedan. Este hecho fue ya observado casi hace diez años por el

Profesor Doetsch en el Laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

Decimos todo esto porque a veces se pueden encontrar hechos similares y en una probeta ha sucedido, de las que tuvimos que estudiar.

La pirita generalmente se presenta completamente isotropa. A veces, sin embargo, en las muestras que proceden de la zona de meteorización-cementación se pueden observar con nicoles casi cruzados o cruzados por completo cierta anisotropía con tonalidades hacia el rojizo pardo.

Los contactos entre pirita y otras especies minerales suelen ser más bien rectilíneos de no mediar ataque químico. Mucho se podría discutir cada caso particular, pero la reconstrucción de las condiciones físico-químicas sufridas por cada conjunto de granos es difícil de reproducir y en éstos reside la verdadera causa del efecto que observamos, y que queremos interpretar correctamente. Algunos casos se discuten en la tesis, pero que omitimos por lo dicho en el presente resumen.

2.2.3. Vamos a exponer los fenómenos "paragenéticos" observados en las muestras estudiadas.

Las especies minerales encontradas en contacto con los granos de la pirita sedimentaria son las que a continuación exponemos a la consideración:

1) La magnetita; 2) La calcopirita; 3) La molibdenita; 4) La marcasita-melnikovita; 5) La pirrotina; 6) La covelina; 7) La hematites roja; 8) Los carbonatos; 9) El cuarzo; 10) Las cloritas.

Empecemos la descripción:

1.º *Pirita-magnetita*.—Por lo dicho anteriormente al tratar de la magnetita, se trata de génesis prácticamente simultánea.

2.º *Pirita-calcopirita*.—La calcopirita hidrotermal ataca y desplaza a la pirita primitiva. En los cristales idiomorfos encuentra resistencia, en los planos reticulares densos que representan las caras del cristal idiomorfo. En la fotografía en color que se observan perfectamente la deposición rítmica (quizá coloidal probablemente de la calcopirita). Esta microfotografía se ha realizado sobre una muestra pulida atacada convenientemente y los halos rítmicos se observan a uno y otro lado de lo que fue plano reticular denso (cara) de un cristal idiomorfo de pirita totalmente desplazado por calcopirita. El ataque, a juzgar por los halos rítmicos, no se efectuó tampoco a través de las caras (planos reticulares densos) que quedan señalados y pueden verse en la fotografía (8). Hemos sustituido la fotografía en color por un diagrama fiel a la fotografía.

De este estudio se deduce claramente que la pirita primitiva es muy anterior a la calcopirita. Muy importante es la deducción de la información sacada de este fenómeno: La calcopirita por su deposición rítmica es probablemente coloidal. Este extremo habrá que probarlo ulteriormente.

3.º *Pirita-molibdenita*.—Por el análisis espectral óptico de emisión sabemos que las muestras contienen unas milésimas por ciento de molibdeno. Pero el estudio de las muestras enseña que está muy disperso. Sólo en una hemos podido encontrar un grano de molibdenita que presentamos en la fotografía 9. Es claramente posterior a la pirita primitiva.

4.º *Pirita-marcasita-melnikovita*.—Recordemos que el bisulfuro de hierro se presenta en la naturaleza bien como pirita (cúbica) o bien como marcasita (rómica). Este bisulfuro de hierro se presenta también en disoluciones hidrotermales como gel, y al cristalizar lo suele hacer en condiciones que el resultado está constituido por una mezcla de granitos de pirita y de marcasita microscópicas. Reciben el nombre de melnikovita.

La marcasita por su parte se presenta de al menos en dos formas. En granos aislados, por derecho propio, por decirlo así en lugar de granos de pirita primitiva como generalmente lo hace el bisulfuro de hierro y ocupa los lugares que normalmente serían de pirita en la cristalización de la mena primitiva o bien aparecen en forma de cristales aislados formando nidos, pero siempre dentro de cristales de la pirita secundaria, de generación posterior claramente, y que ya dijimos era de colores más pálidos que los amarillentos de oro que ofrece la pirita de primera generación. En las proyecciones microfotográficas en colores se aprecian muy bien, no tanto en las fotografías blanco y negro.

No estamos en condiciones de presentar una fotografía de la marcasita primitiva, pues en las muestras estudiadas ha aparecido un grano sólo descompuesto. En otras muestras pertenecientes a lotes diferentes se la puede ver con toda claridad. Pero pertenecen a otro trabajo.

En cambio presentamos fotografía de la marcasita hidrotermal dentro de grano secundario de pirita (Fot. 10).

Las siguientes fotos pertenecen a la melnikovita que en cenefas se encuentre ubicada entre pirita y carbonatos o cuarzo o calcopirita. Esta melnikovita parece ser el más joven mineral metálico de la paragénesis actual de Cala. Atraviesa o desplaza a los demás.

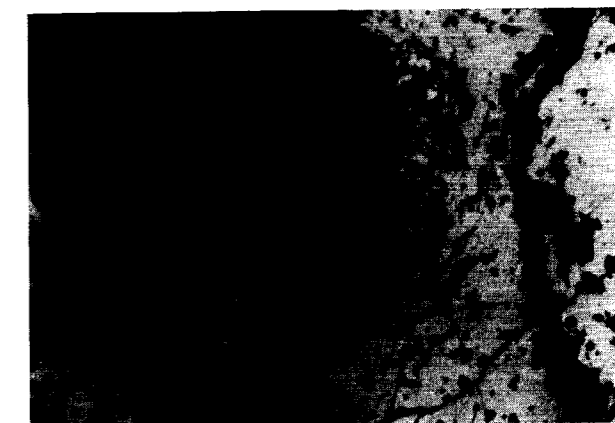
En síntesis, la marcasita puede ser coetánea de la pirita primitiva y de la pirita hidrotermal secundaria, hidrotermal también. El coloide-gel de la melnikovita aparece como el mineral metálico más joven de la paragénesis estudiada.



Microfoto número 10

Nido de pirita (blanca) en parte idiomorfa, juvenil en calcopirita (gris blanca) con orla de carbonatos y cloritas (oscuro). Granos de marcasita prismático algo más oscuro que la pirita.

5.º *Pirita-pirrotina*.—Hasta el presente no hemos podido encontrar pirrotina en granos aislados fuera de inclusiones en la pirita.



Microfoto número 11

Otro contacto de cuarzo (gris oscuro) y calcopirita (gris blanco) jalonada por orla de marcasita melnikovita (gris algo claro). Obsérvese la estructura en prismas.

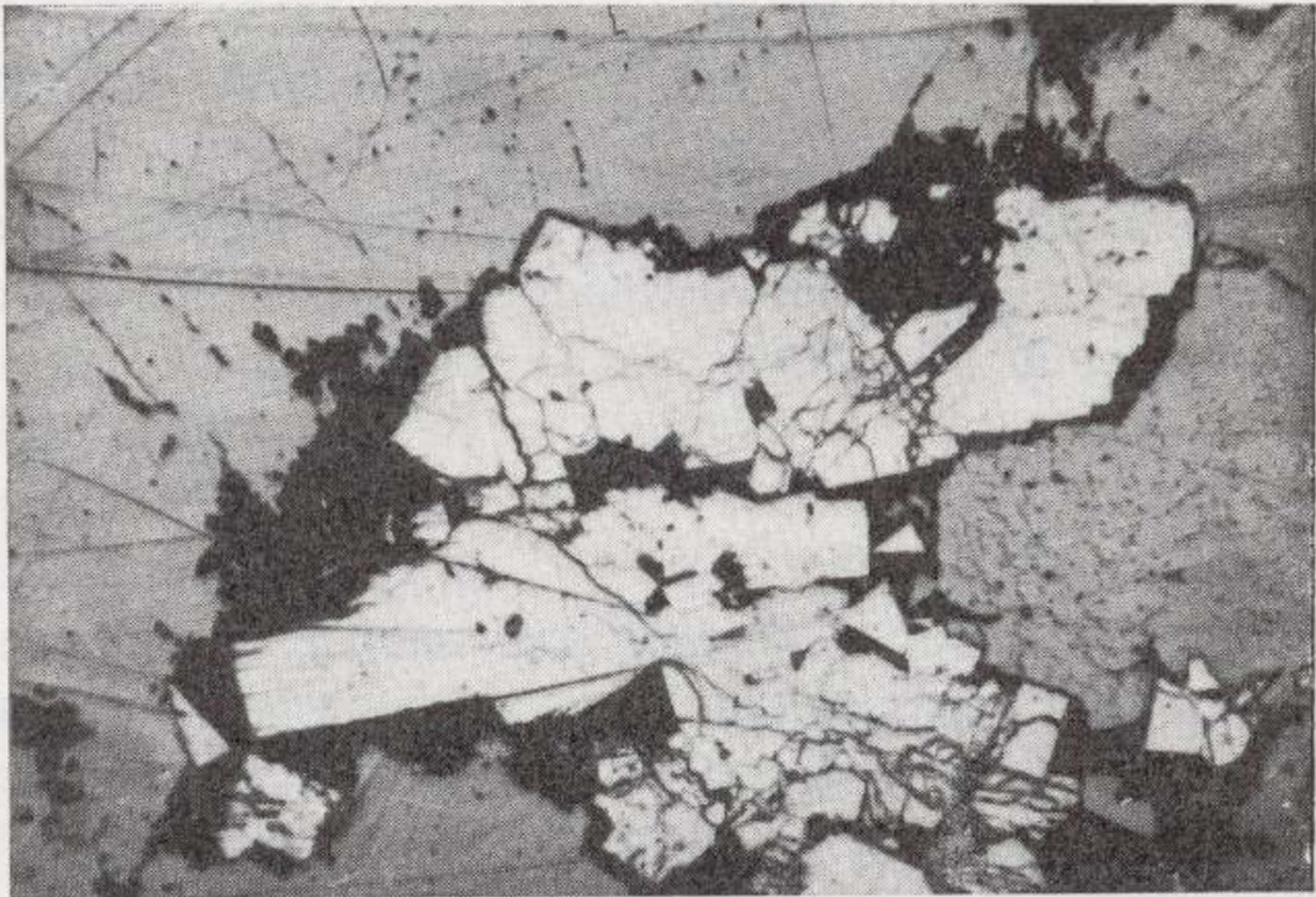
Sólo en granos de pirita hidrotermal se ha podido localizar unos granitos aislados.

Su edad es, pues, función del huésped, o sea del



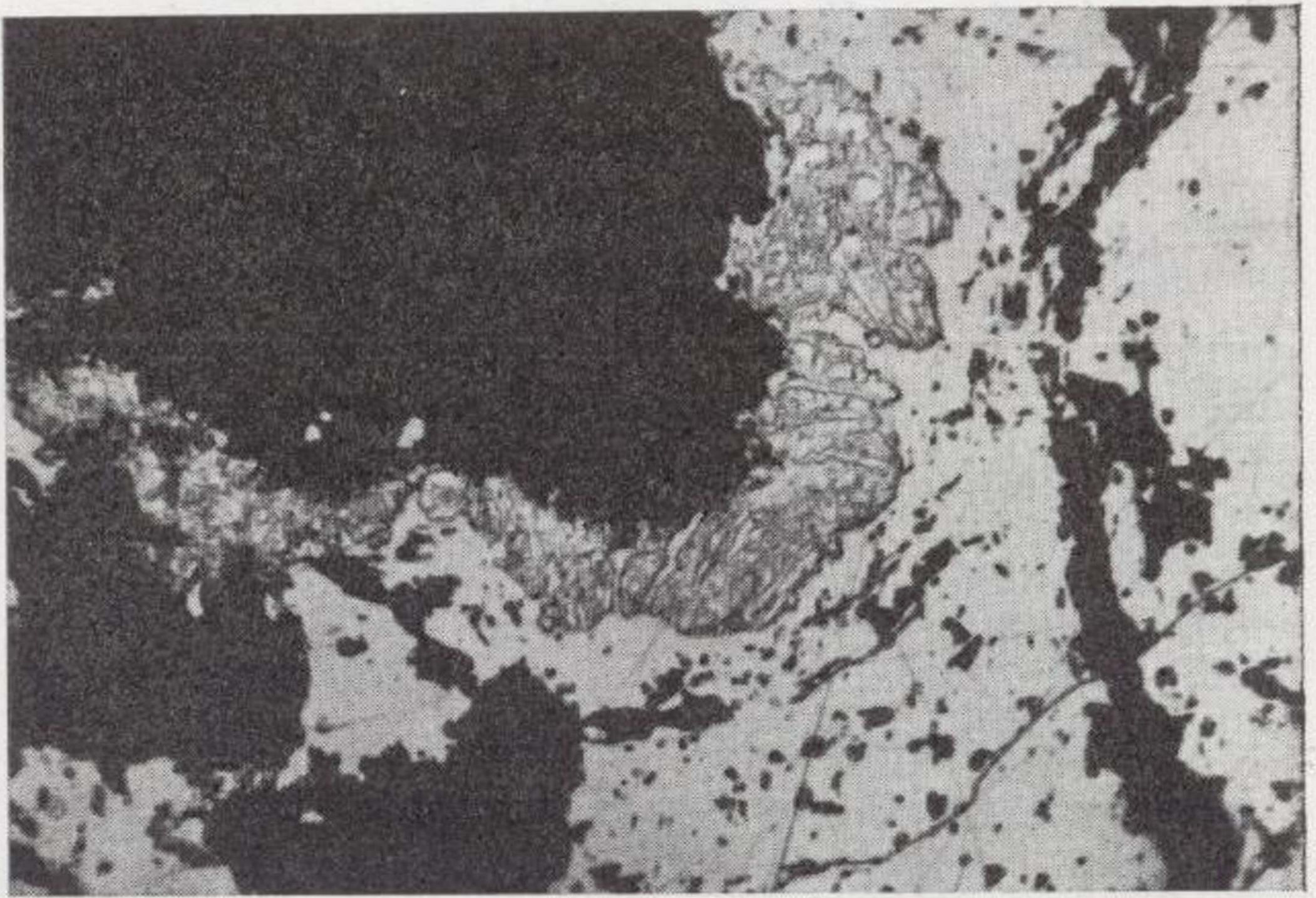
Microfoto número 9

Grano alargado de molibdenita (gris muy blanco) atacando a un grano de pirita (blanco). Carbonato (gris oscuro). Ganga (negro) y grano de cuarzo en contacto de pirita y molibdenita. Su color es más oscuro que el de carbonato. Doscientos aumentos y nicoles paralelos.



Microfoto número 10

Nido de pirita (blanca) en parte idiomorfa, juvenil en calcopirita (gris blanca) con orla de carbonatos y cloritas (oscuro). Granos de marcasita prismático algo mas oscuro que la pirita.



Microfoto número 11

Otro contacto de cuarzo (gris oscuro) y calcopirita (gris blanco) jalonada por orla de marcasita melnikovita (gris algo claro). Obsérvese la estructura en prismas.

grano de pirita secundaria hidrotermal y así posterior a la del criadero inicial.

6.º *Pirita-covelina*.—Es una muestra que pertenece a la zona de meteorización-cementación de las capas Norte del criadero hemos podido observar un grano cataclástico de pirita y las fracturas sanadas o cicatrizadas por covelina. Es naturalmente posterior.

7.º *Pirita-hematites roja*: En otra muestra de igual procedencia las fracturas de la pirita están sanadas por calcopirita y carbonatos. Estos llevan consigo granos de hematites. Esta hematites es evidentemente hidrotermal por serlo los carbonatos y la calcopirita.

En otra muestra que evidencia el pertenecer a la zona de meteorización-cementación encontramos un grano fracturado de pirita rodeado de hematites roja que sana las fracturas de la pirita. Es, pues, posterior a la pirita primaria.

8.º *Pirita-carbonatos*: Son frecuentes y atacan decididamente a la pirita primitiva desplazándola, sanan sus fracturas, cementa clastos de pirita y penetran en los granos de pirita.

Son claramente posteriores a la pirita primitiva, y rectamente se pueden relacionar con el filón cuarzo-carbonatado llamado del Portugués.

9.º *Pirita-cuarzo*: La actividad destructora del cuarzo es grande. Pero al igual que la calcopirita rehúye el ataque directo sobre los planos reticulares densos (caras) de los cristales de pirita.

Es claramente posterior a la pirita primitiva del criadero.



Microfoto número 12

Grano casi idiomorfo de pirita (blanco) casi completamente rodeado de calcopirita (gris blanco) y cloritas (negro) que penetran en la calcopirita y en la pirita.

En cuanto a la pirita hidrotermal es probablemente anterior, ya que no la ataca.

10.º *Pirita-cloritas*: Estas atacan a la pirita primitiva (Fot. 12) y al parecer generan cristales idiomorfos de pirita secundaria.

Son claramente posteriores.

Sigue el cuadro núm. 2 con las edades relativas que se acaban de encontrar en el lote de muestras estudiadas.

CUADRO NUMERO 2

Edades relativas en especies minerales en relación con la pirita primaria

Especies minerales:	Edad relativa
Magnetita primaria, frente a Pirita primaria es	Simultánea
Calcopirita (hidrotermal), frente a Pirita primaria es	Posterior
Molibdenita, frente a Pirita primaria es	Posterior
Marcasita (primaria), frente a Pirita primaria es	Simultánea
Marcasita (hidrotermal), frente a Pirita primaria es	Posterior
Melnikovita, frente a Pirita primaria es	Muy posterior (la última especie mineral de la paragénesis actual)
Pirrotina, frente a Pirita prima es	Posterior
Covelina, frente a Pirita primera es	Posterior
Hematites roja (excepción de granos simultáneos con magnetita primitiva), frente a Pirita primaria es	Posterior
Carbonatos, frente a Pirita primera es... ..	Posterior
Cuarzo, frente a Pirita primaria es	Posterior
Clorita, frente a Pirita primaria es	Posterior

LA CALCOPIRITA

En la mena magnética de Cala se presenta la calcopirita en granos aislados, formando fajas o bandas paralelas generalmente, o bien constituyendo rosetones y configuraciones de diversas dimensiones. Aparece en pequeña concentración.

2.3.1. Analizadas distintas muestras de diferentes ubicaciones se ha podido observar que puede contener bastante más hierro de que la corresponde en su fórmula estiquiométrica. Pero por lo general es bastante pura.

2.3.2. No es fácil observar los granos de calcopirita si no es al microscopio mineralográfico y con

nicoles cruzados. También por este método se pueden encontrar algún que otro grano de trama zonal y más frecuentemente las clásicas maclas que pre-

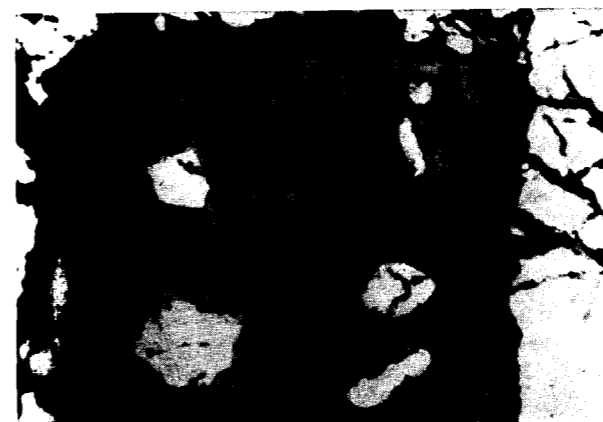


Microfoto número 13

Granos cataclásticos de magnetita (gris) y carbonato (gris oscuro) atacados por cloritas (gris negro) también en parte desflechado por calcopirita (blanco) más reciente (remolinos de presión).

senta comúnmente la calcopirita en probeta pulida. Son difíciles de fotografiar por ser poco sensibles las emulsiones de fotografía de color al pardo y pardo verdoso que presentan en luz reflejada. Sin embargo, disponemos de hermosas diapositivas de proyección.

Del estudio de las cuantiosas muestras estudiadas



Microfoto número 14

Veta de calcopirita gruesa "sucia" (gris) con inclusiones de pirita (blanco) atravesando un grano de pirita.

se deduce que la calcopirita en las menas magnéticas de Minas de Cala presentan una apetencia por rellenar o sanar huecos, grietas y desplazar a la pi-

rita primitiva. Ataca a casi todas las especies minerales preexistentes y ofrece además un carácter fluido-plástico doblando cloritas hojosas (Fot. 13, 3, 7), sirviendo de matriz a rugeros de clastos.

La calcopirita en la mena magnética de Cala juega un papel decisivamente dinámico que comparte principalmente con los carbonatos y el cuarzo al menos en las probetas estudiadas.

El contacto de granos que se suele observar al microscopio es más bien dentellado, aun cuando es frecuentemente rectilíneo.

La calcopirita de las menas de Cala suele ofrecer bastantes inclusiones en determinados lugares de las probetas estudiadas. Se encuentra en un estado intermedio entre la magnetita que suele estar bastante repleta de ellas y la pirita primitiva que suele carecer de inclusiones, aun cuando también en la presente esporádicamente. La razón se encuentra en la estabilidad cristalquímica de las tres especies minerales que son la magnetita, la pirita y la calcopi-



Microfoto número 15

Pirita cataclástica (blanca) sanada por calcopirita (gris manchada, que la desplaza. Ganga (negro).

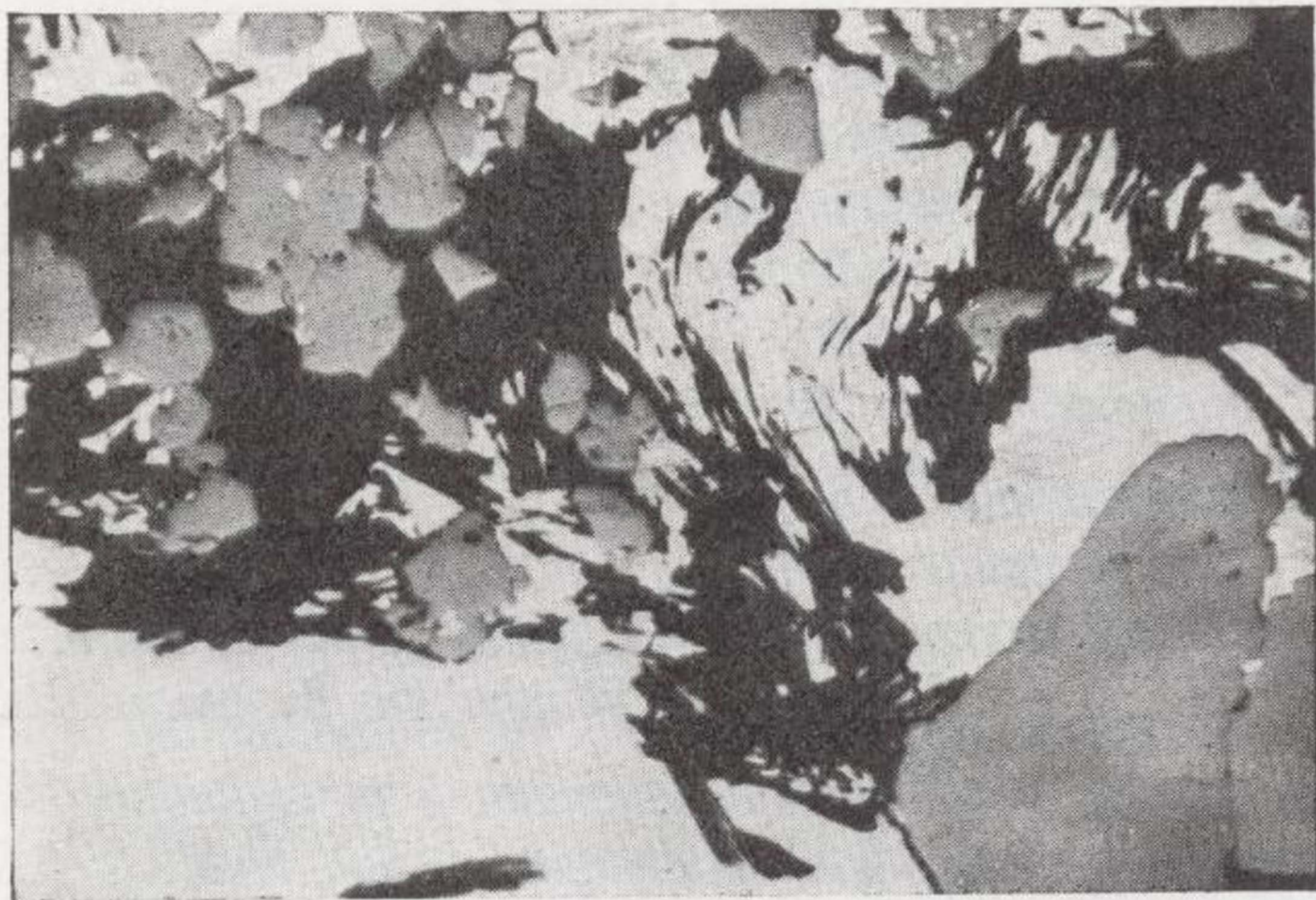
rita. Dentro del medio cristalquímico en el que se ubican, la magnetita es más fácilmente atacada por los silicatos, y carbonatos, etc., que la pirita y parece que la calcopirita por otra parte es muy posterior a esos ataques que han sufrido con anterioridad la magnetita y la pirita.

Pero es más, la calcopirita parece tener una afinidad grande por el ataque a los granos de pirita, como ya se ha dicho. Y su apetencia es extraordinaria disolviéndolos con facilidad. Encuentra, sin embargo, resistencia en las caras desarrolladas idiomorfias de los cristales macroscópicos, como se pue-



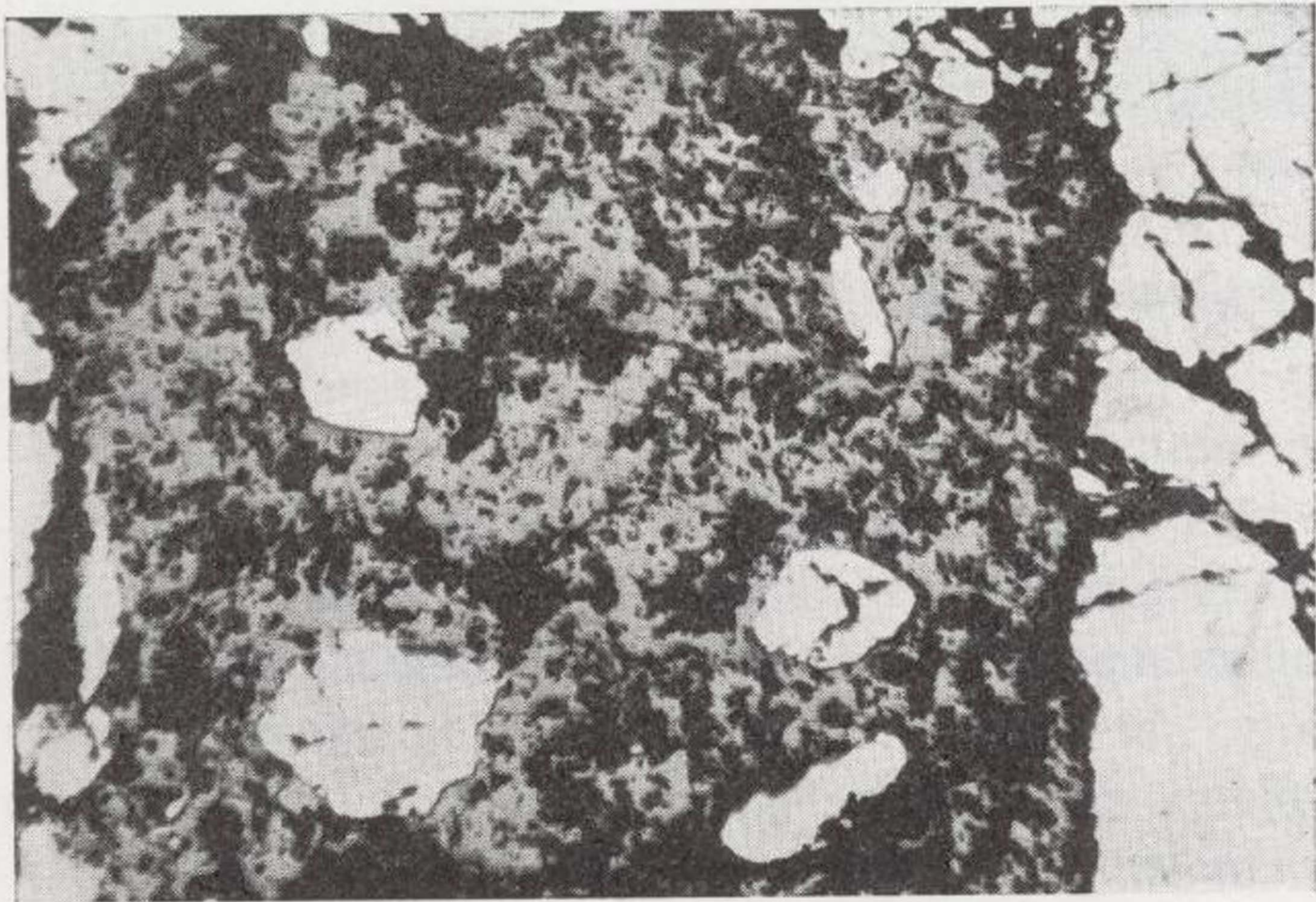
Microfoto número 12

Grano casi idiomorfo de pirita (blanco) casi completamente rodeado de calcopirita (gris blanco) y cloritas (negro) que penetran en la calcopirita y en la pirita.



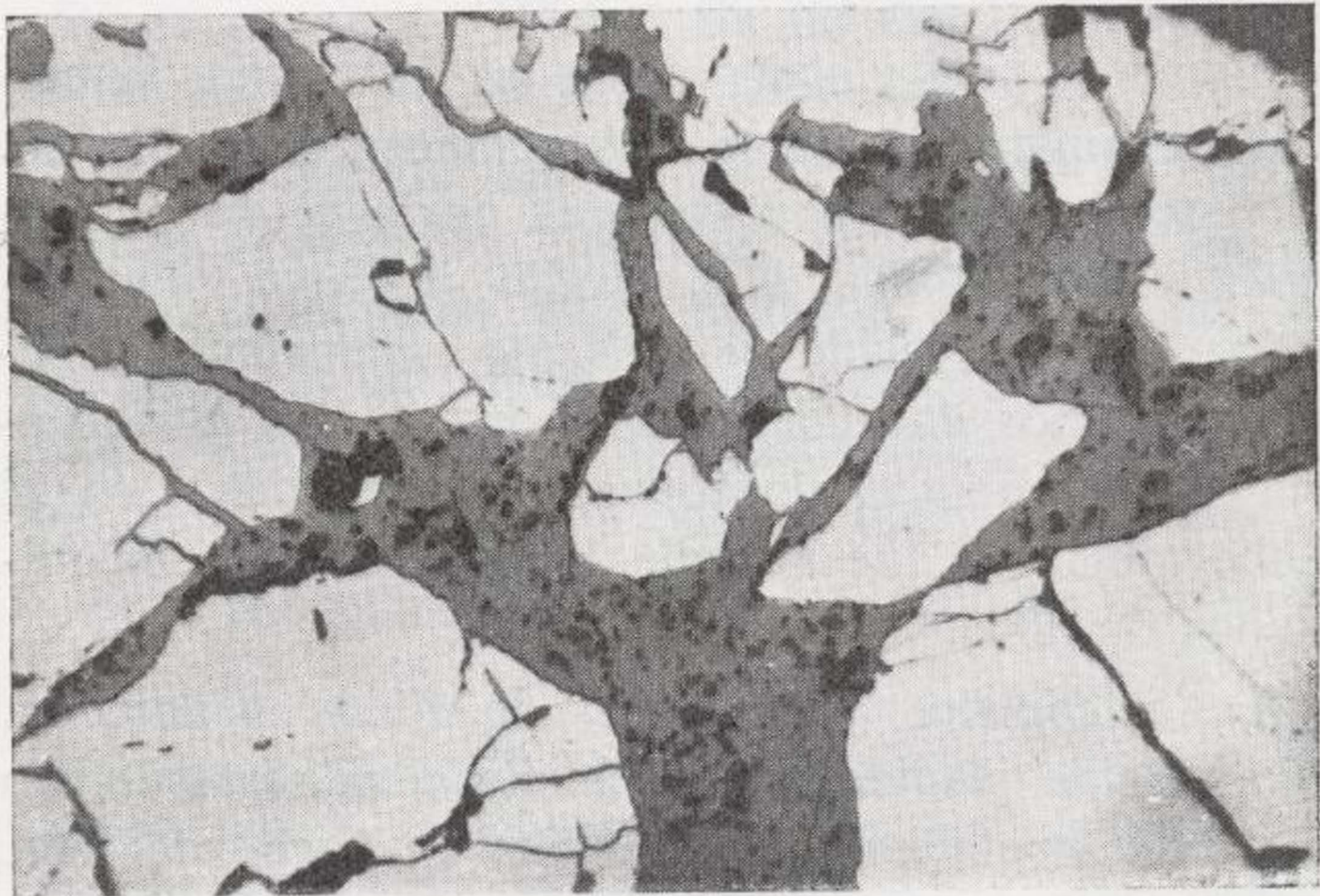
Microfoto número 13

Granos cataclásticos de magnetita (gris) y carbonato (gris oscuro) atacados por cloritas (gris negro) también en parte desflecado por calcopirita (blanco) más reciente (remolinos de presión).



Microfoto número 14

Veta de calcopirita grumosa "sucia" (gris) con inclusiones de pirita (blanco) atravesando un grano de pirita.



Microfoto número 15

Pirita cataclástica (blanca) sanada por calcopirita (gris) manchada, que la desplaza. Ganga (negro).

de ver en la fotografía núm. 8, en la cual (en colores), se observan hasta siete fajas o bandas geliformes de deposición rítmica. La calcopirita hidrotermal de Cala muy verosíblemente ha sido depositada al estado de gel en los primitivos criaderos de magnetita y de pirita.

Algo parecido sucedió unos doscientos millones de años después en algunas zonas de criaderos de piritas de la provincia de Huelva y al parecer en concreto en la mina de la Concepción.

Llegados a este punto queremos subrayar que la calcopirita de origen coloidal no es la última especie mineral metálico que aparece en la paragénesis de Minas de Cala. La melnikovita (Fot. 11) lo es seguro y atraviesa al cuarzo y a los carbonatos, y al parecer a la misma calcopirita.

La naturaleza geliforme de la calcopirita explica su extraordinaria versatilidad, desplaza especies minerales preexistentes (Fot. 13), como son cloritas (chamosita), cementa trozos cataclásticos de magnetita y de pirita (Fot. 2, 15), etc.

Como se puede observar en las fotografías la calcopirita aparece sucia y muy grumosa (Fot. 14, 15). No ha disuelto aún materiales de la pirita desplazada y las engloba. Un estudio analítico cuantitativo de estos residuos mediante microsonda especializada nos daría abundante luz y ésta aumentaría si pudiéramos sintéticamente reproducir en el Laboratorio lo que sucedió hace centenares de millones de años, en Minas de Cala.

La calcopirita hidrotermal de Cala es aurífera. No ha sido posible encontrar algún mineral de oro incluido en la calcopirita hasta la hora presente. Pero tampoco hemos localizado aún los átomos de oro en el retículo. La cantidad de oro en la calcopirita la estimamos en unos 10 gr/Tm.

La calcopirita lógicamente se debe de presentar en la mena magnética algo diseminada como calcopirita *primitiva*. Aún no hemos encontrado documento alguno natural en las probetas estudiadas. Un próximo lote procedente de la Corta Mercedes de Minas de Cala, tendrá como finalidad primaria el estudio de este problema.

Aun cuando se han adelantado en la exposición hechos naturales vamos a hablar a continuación prácticamente de la calcopirita *hidrotermal*, que está relacionada con el filón célebre del Portugués.

En el cuadro número 3 que se sigue y que resume los conocimientos relacionados con las demás especies minerales paragenéticas de la calcopirita

ponemos en algunas un interrogante donde nuestros conocimientos no llegan hoy por hoy a más.

2.3.3. A continuación vamos a reseñar el resultado de la investigación relativa a la calcopirita en relación con otras especies minerales presentes en las probetas estudiadas. Esta relación es como sigue: 1) magnetita; 2) pirita; 3) marcasita; 4) melnikovita; 5) covelina; 6) cubanita; 7) hematites roja; 8) carbonatos; 9) cuarzo; 10) cloritas.

Comencemos la exposición de las informaciones.

1) *Calcopirita-magnetita*.—La calcopirita desplaza a la magnetita primitiva (Fot. 1, 2, 11) cementa trozos de magnetita cataclástica; (Fot. 2) favorece la generación de cristales idiomorfos de magnetita juvenil (Fot. 5).

El ataque de la calcopirita es aparente para poner al descubierto su verdadera génesis y pone de manifiesto su naturaleza geliforme primitiva.



Microfoto número 16

Secciones de cuarzo (gris) (algo de idiomorfia) en contacto con calcopirita (gris blanco) que penetra dentro del cuarzo. Los granos negros son gangas.

2) *Calcopirita-pirita*.—La afinidad de la calcopirita por la pirita se pone continuamente de manifiesto en todas las probetas. La ataca con facilidad a no ser a través de caras cristalográficas definidas (planos reticulares densos). A éstos los rodea, como se ve en (Fot. 12).

De interés sería el estudio sintético de este proceso de ataque y el análisis de los productos de digestión de la pirita por la calcopirita. Es posible que a expensas del azufre de la pirita se genere más calcopirita si la cantidad de cobre es suficiente. De todas formas tiene que generarse una calcopirita más rica en azufre y en hierro con defecto en cobre.

Hemos podido conocer la relación de la calcopirita con la pirita juvenil o secundaria contenida dentro del filón del Portugués. Parece simultánea. Necesita más estudio este punto para esclarecerlo.

3) *Calcopirita-marcasita*.—Con la marcasita antigua de primera generación no hemos podido observar contactos de calcopirita con esa marcasita en las probetas estudiadas. Por ello nada podemos aventurar.

De igual manera, no podemos afirmar nada en cuanto a la relación existente entre la marcasita juvenil (secundaria) y la calcopirita.

4) *Calcopirita-melnikovita*.—Está clara la información deducida del estudio de las probetas. La melnikovita es el mineral posterior de todos cuantos se han podido estudiar. Se generó como gel y penetró en todos los contactos de especies minerales anteriormente existentes, y probablemente, aprovechando fracturas preexistentes, atravesó a carbonatos y al cuarzo (Fot. 11).

La naturaleza coloidal está fundada en la mezcla íntima de pirita y marcasita que presenta. Su cristalización casi acicular y perpendicular a las paredes de los minerales que la rodean en su configuración y por fin su misma constitución.

Es la última especie mineral generacional de la paragénesis que ofrecen las probetas pulidas estudiadas.

5) *Calcopirita-covelina*.—La covelina se presenta como producto de alteración de la calcopirita en sus mismos granos. Es claramente posterior.

6) *Calcopirita-cubanita*.—Por noticias verbales que se tenían de muestras estudiadas de Minas de Cala en el extranjero hemos tenido que estudiar este problema.

Podemos afirmar con certeza que en las probetas estudiadas no existe la cubanita. Ni la temperatura, ni la condición genética de la calcopirita estudiada pueden en caso alguno dar lugar a formación de la cubanita.

Sin embargo, sí se tomaron muestras de la relativamente pequeña parte del criadero múltiple de minas de Cala, que estuvieron sometidos a la acción perturbadora de la penetración intrusiva de rocas ígneas ácidas que cortaron, doblaron e ingirieron trozos de criadero ya formado sin digerirlo, repetimos que en estas condiciones puede existir granos de calcopirita cargadas de cubanita. Pero este hecho se motiva tan sólo en haber escogido

muestras en la aureola metamórfica de contacto en una zona del criadero sometido a la penetración del granito o granodiorita posterior a la génesis del criadero. Por ello esa paragénesis no conduce al esclarecimiento de la verdadera génesis del criadero en cuestión.

7) *Calcopirita y hematites roja*.—En cierta cantidad de vetas de calcopirita que atraviesan granos de pirita o que han dado cuenta de la ingestión de granos de pirita se encuentra dentro de esta calcopirita pequeños o exiguos granos (lamelas) de hematites roja. Somos capaces de relacionar este hecho con el exceso de hierro que debe tener esta calcopirita que se encuentra en condiciones físico-químicas en las que la pirita es inestable y tiende de esta forma a una manera de liberarse del exceso referido de hierro.

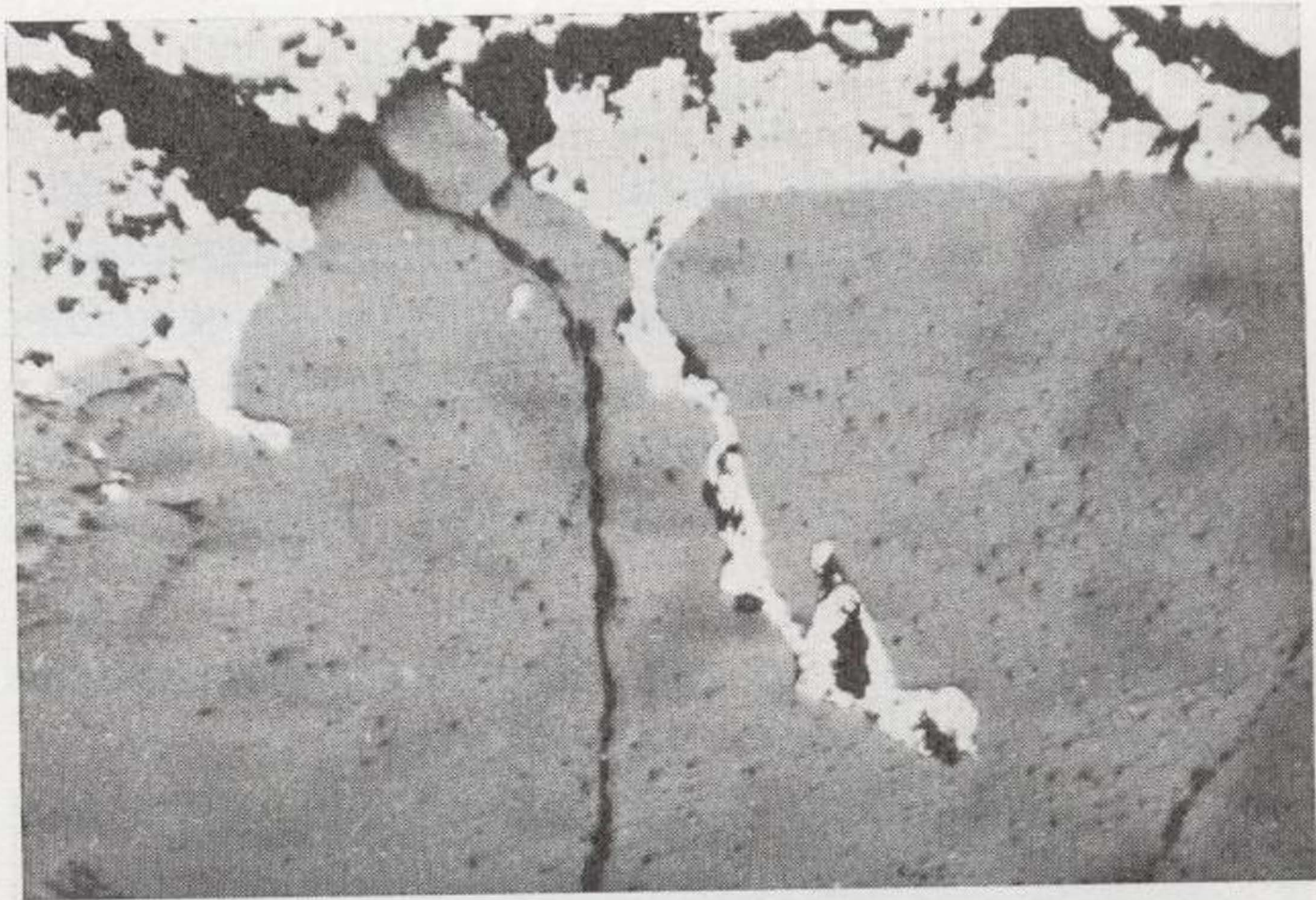
8) *La Calcopirita-carbonatos*.—La asociación de calcopirita y carbonatos es una cosa ya muy conocida en las probetas objeto de estudio. Por ello sólo enumeramos algunas de las fotografías presentadas en las que aparece (Fot. 6).

Decididamente afirmamos que la calcopirita es posterior, pero hay que tener en cuenta que las vetas de carbonatos están sanando aún hoy en día las fracturas en las menas. De suerte que la afirmación se refiere a la venida carbonática del filón del Portugués que se inició con cuarzo y carbonatos.

9) *Calcopirita-cuarzo*.—También estos agregados minerales tienen su dificultad de apreciación relativa. Pero estadísticamente se puede afirmar sin mucho temor a equivocarse que la calcopirita es posterior en su solidificación a la del cuarzo (Foto. 16).

Siempre se ha de tener en cuenta que la paragénesis, o sea la asociación de especies minerales está sujeta a determinados y ciertos rejuvenecimientos y muy particular en estos criaderos que han tenido que soportar tantos cambios tectónicos y mineralogénicos desde el Cámbrico inferior, se ha de notar estas generaciones de especies minerales.

10) *Calcopirita y cloritas*.—Esta paragénesis es interesante, pues existen dos generaciones de cloritas. Unas proceden de la transformación de otros minerales silicatados (por ejemplo, anfíboles anteriores, procedentes de la metaformosis regional inicial) y otros que son de generación directa. Al microscopio petrográfico este hecho es bien visible. Sin embargo, la clasificación de estas cloritas



Microfoto número 16

Secciones de cuarzo (gris) (algo de idiomorfia) en contacto con calcopirita (gris blanco) que penetra dentro del cuarzo. Los granos negros son gangas.

es difícil. Es necesario acudir a la difracción con rayos X para su recta determinación. Obtenemos así dos especies predominantes la chamosita y la thuringita.

En orden a determinar las edades relativas entre calcopirita y las cloritas, siempre dentro de nuestras posibilidades, ofrecemos las siguientes microfotografías por reflexión (Fot. 3, 5, 7, 12, 13).

En ellas se aprecia casi siempre, que si bien la clorita parece penetrar en la calcopirita ésta ataca y se introduce en la trama asbestoide fibrosa de la clorita destruyéndola y doblándola.

Por otra parte también se observa que la clorita es preexistente a la venida de carbonatos.

CUADRO NUMERO 3

Edades relativas de especies minerales en relación con la calcopirita hidrotermal

Especies minerales:	Edad relativa
Magnetita (primaria), frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Anterior
Pirita (primitiva), frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Anterior
Marcasita (primitiva), frente a Calcopirita hidrotermal es ...	?
Melnikovita (hidrotermal), frente a Calcopirita hidrotermal es ...	posterior
Cubanita, frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Posterior
Covelina, frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Posterior
Hematites roja (hidrotermal), frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Simultánea a posteriori
Carbonatos, frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Anterior
Cuarzo, frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Anterior
Cloritas, frente a Calcopirita hidrotermal es ...	Anterior

4. ACLARACIONES

3.1. Acabamos de exponer los datos objetivos que nos ofrecen las probetas estudiadas en relación con las principales especies minerales metálicas que contiene la mena magnética de Minas de Cala. Estas son la magnetita, la pirita y la calcopirita.

Hemos visto que existen varias generaciones genéticas de estas especies minerales y también se ha podido deducir que la mena tiene importancia eco-

nómica industrial debido principalmente a las especies minerales que pertenecen a las siguientes fases mineralogénicas; resumidas en el cuadro número 4 siguiente.

CUADRO NUMERO 4

Especies minerales económicas y sus fases mineralogénicas en las Minas de Cala (según lote de probetas)

Especie mineral	Fase mineralogénica	En menas de Cala
Magnetita . .	Primitiva (sedimentaria).	Predomina en su totalidad.
	Hidrotermal.	Presencia accidental
Pirita	Primitiva (sedimentaria).	Predomina.
	Hidrotermal.	Accidental (vistosa).
Calcopirita .	Primitiva (sedimentaria).	No localizada aún.
	Hidrotermal.	Predominio total.

Aun cuando el fin principal del presente estudio ha sido completado y se contiene en los cuatro cuadros anteriormente expuestos queda aún otro problema por resolver pero que no tiene interés económico industrial.

El problema se centra en la ganga. Esta está compuesta por carbonatos, por cuarzo, por cloritas y anfíboles, citados por orden de abundancia. Las tres especies primeras son, en nuestro contexto, indudablemente hidrotermales. La última especie señalada, o sea la tremolita (anfíbol) no suele formarse en estas condiciones fisicoquímicas. Pero si recordamos lo dicho en (1), donde después de la formación sedimentaria de la magnetita y de la pirita admitimos una fase metamórfica regional anterior a la fase hidrotermal, la existencia de tremolita no ofrece dificultad alguna. Es posterior a la deposición de la magnetita y pirita sedimentaria pero anterior a la fase hidrotermal.

Esta última interpretación da pie a las siguientes consideraciones, que nos parecen muy apropiadas en este aspecto: El criadero primitivo, existente durante la fase metamórfica regional, era mucho más poroso y permeable a disoluciones pervagentes, que las rocas encajantes, mucho más compactas. Por ello cuando sobrevino la fase hidrotermal, las disoluciones hidrotermales depositaron su carga preciosa en las capas mineralizadas con mayor facilidad que en

las rocas de la caja. Si a éstos añadimos que la fractura del filón del Portugués estaba próxima a los estratos mineralizados de las capas septentrionales y meridionales del criadero se explica el porqué éstas tienen mucho más calcopirita que las capas centrales.

También se podrá resolver la dificultad de que existan rocas encajantes ricas en cobre. Son rocas encajantes más o menos porosas de la parte Central y meridional pero situadas al Sur que el resto de las capas.

3.2. A continuación vamos a exponer con algún mayor detalle la relación que existe entre la magnetita, la hematites roja y la maghematita. Es decir, que sólo trataremos de una pequeña parte de los óxidos de hierro y especialmente desde un punto de vista estructural cristalino.

De todos es conocido el grupo estructural espinélico. Se suele subdividir las espinetas en tres series, en función del ión trivalente que es Al, Fe o Cr. Así nacen las tres series espinélicas reproducidas en el cuadro número 5.

CUADRO NUMERO 5

Grupos y representantes principales espinélicos de forma general AB₂O₄

A	B=Al	B=Fe	B=Cr
Mg Espinela . .	Mg Al ₂ O ₄	Magnesioferrita Mg Fe ₂ O ₄	Magnesio. Cromita Mg Cr ₂ O ₄
Fe Hercinita . . .	Fe Al ₂ O ₄	Magnetita Fe Fe ₂ O ₄	Cromita Fe Cr ₂ O ₄
Zn Gahnita . . .	Zn Al ₂ O ₄	Franklinito Zn Fe ₂ O ₄	
Mn Galaxita . . .	Mn Al ₂ O ₄	Jacobsita Mn Fe ₂ O ₄	

Pero lo esencial de las espinelas es la celdilla, unidad que en todas ellas aglutina ocho celdillas elementales. Por ello Z=8 y la arista del cubo unidad varía entre 8,08 y 8,35 Å. En la estructura espinélica el oxígeno presenta un empaquetamiento denso y en la celdilla unidad existen 32 iones de oxígeno. Estos incluyen 64 huecos tetraédricos (número de coordinación igual a 4) y 32 huecos octaédricos (número de coordinación igual a 6), donde se pueden alojar los cationes, que en nuestro caso de la magnetita serán los iones de hierro, bien bivalentes, bien trivalentes.

Pero todos estos huecos, bien tetraédricos o bien

octaédricos no están ocupados por cationes. En la configuración ideal tan sólo existen 8 cationes ocupantes de los 64 huecos tetraédricos y 16 de los 32 huecos octaédricos. La ocupación de estos huecos sigue una ley fija.

De nuevo existe una división de las espinelas condicionada por la naturaleza de cargas eléctricas de los cationes que ocupan los huecos. Cuando los huecos de igual coordinación están ocupados por cationes de igual valencia, pertenezcan o no al mismo elemento químico, se habla de *estructura espinélica normal*. Un ejemplo lo tenemos en la franklinita Zn Fe₂O₄. En ella la distribución de huecos ocupados es la siguiente: 8 cationes bivalentes ocupan huecos de coordinación 4 (huecos tetraédricos) y 16 trivalentes ocupan huecos de coordinación 6 (huecos octaédricos).

Pero sucede también que los huecos octaédricos ocupados lo están por cationes de diferentes valencia. En este caso se llama la *estructura espinélica inversa*. Un ejemplo típico lo constituye la magnetita. Fe⁺²Fe⁺³O₄. En esta estructura los 16 cationes trivalentes se reparten por mitad, o sea 8 en los huecos tetraédricos y en 8 en los huecos octaédricos, mientras que los 8 cationes bivalentes ocupan los puestos octaédricos vacantes que corresponden a los 16 huecos octaédricos ocupados en las espinelas.

Los huecos libres de la estructura facilitan la capacidad de las espinelas de recibir, en disolución sólida, óxidos p. e. Al₂O₃, Fe₂O₃.

Hemos expuesto hasta el momento presente dos clases de desorden reticular conocido en las espinelas. La primera es la de la estructura inversa espinélica, la segunda la de la admisión en disolución sólida de óxidos que ocupan huecos no ocupables en el cristal ideal.

Estas dos deficiencias juegan papel importante en la difusión de iones metálicos dentro de la estructura espinélica. Debido al alto orden que presenta el subretículo de oxígenos estos iones presentan un pequeño coeficiente de difusión, mientras que el de los iones metálicos es mucho mayor. Esto sucede también en la magnetita y depende naturalmente de la temperatura.

Una estructura similar a la de la magnetita la presentan la *maghematita* γ-Fe₂O₃. Es una estructura tipo espinélica inversa pero que se diferencia de la magnetita en que en cada celdilla unidad de 32 iones de oxígeno, permanecen vacantes las 8/3 partes de huecos octaédricos que están ocupados en la magnetita.

Está comprobado experimentalmente que la magnetita admite en su estructura un exceso de oxígeno y en consecuencia comienza a formarse un defecto en la ocupación de huecos por iones metálicos. De ahí que al oxidarse la magnetita se prepare el camino estructural para originarse la maghematita.

Mediante la oxidación de la magnetita se pueden obtener dos fases oxidadas distintas, de composición química igual a Fe_2O_3 .

Una de ellas es la maghematita, o sea la fase γ . Otra es la hematita que es la fase α . Son polimorfos. La maghematita es, como se ha dicho cúbica, de estructura espinélica inversa con más huecos octaédricos vacíos y la hematita roja es trigonal de estructura escalenoédrica, totalmente diversa.

En cuanto al influjo de la temperatura decimos que ésta es decisiva. En medio ambiente inferior a los $400^\circ C$ se forma tan sólo la maghematita. Por encima se transforma la magnetita en hematita roja. Pero la presencia de otras sustancias, por ejemplo, el agua impiden la formación de la maghematita desde el comienzo del proceso.

Tanto la magnetita como la maghematita son ferrimagnéticas, siendo la temperatura de Curie para ambas $627^\circ C$.

3.3. Se ha podido probar la existencia de *minerales radiactivos* opacos en muy pequeña proporción.

Esta afirmación necesita de una explicación. La Junta de Energía Nuclear ha estudiado esta parte de España, y en su día el Prof. Arribas publicó una pequeña reseña de los trabajos realizados por él en esta zona.

La existencia de allanitas está fuera de duda, pero su cantidad es particularmente exigua, asimismo la concentración en el campo de esta especie mineral. Sucede lo mismo con elementos químicos de la serie de los elementos de tierras raras y céricas.

O sea que podemos resumir lo dicho afirmando: Existen elementos radiactivos, pero su presencia es tan efímera que es improcedente su estudio detenido.

Ahora hemos encontrado elementos minerales radiactivos opacos, pero por desgracia pasa exactamente lo mismo. Su cantidad es tan exigua que hace difícil incluso su reconocimiento.

El hallazgo se hizo estudiando una preparación delgada al microscopio petrográfico. Diseminados en hojas de clorita aparecieron algunos halos pleocroicos. El origen de éstos era debido a un mineral

opaco de pequeñas dimensiones. dedujimos que debería tratar de un "radiador fuerte" "Starker Strahler" por los halos que producía y que probablemente se trataba de uraninita. Pero claro todo ello está a falta de comprobación ulterior definitiva.

Esta venida de elementos químicos radiactivos viene en la fase hidrotermal de criaderos de menas magnéticas de Minas de Cala. Da pena que su cantidad sea tan extremadamente exigua, e irregular.

Aprovechando la visita que nos hizo el Profesor Dr. P. Ramdohr para recibir la primera investidura de Dr. Ingeniero de Minas h. c. de la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid se llevó una pequeña muestra para investigar la naturaleza del elemento mineral radiante. Quedamos pues a la espera de sus investigaciones.

5. CONCLUSIONES

De cuanto hemos expuesto hasta el presente deducimos que en la mena estudiada en las probetas pulidas existen varias fases genéticas de especies minerales en este criadero.

Podemos ofrecer las siguientes agrupaciones de especies minerales encuadradas en fases genéticas.

4.1. Fase genética primitiva:

Representantes: Magnetita, pirita, marcasita, hematita roja, calcopirita (?).

Fase genética de metamorfismo regional:

Representantes: Tremolita.

Fase genética hidrotermal:

Representantes: Magnetita, pirita, marcasita, hematita roja, calcopirita, carbonatos, cuarzo, cloritas.

Ultimos representantes: Melnikovita, carbonatos.

Fase genética neumatolítica:

Representantes: Ninguno. Al menos en el lote de probetas estudiadas.

4.2. La *distribución o reparto de las especies minerales* anteriormente citadas que aparecen en la mena o en "el todo uno" de lo que se obtiene en la explotación minera y ha de ser tratado posteriormente es la siguiente por término medio:

En gran cantidad: La magnetita primitiva.

Representan un 44 por 100 del todo uno minero.

En bastante menor proporción: la pirita primitiva.

Representa, junto con la pirita hidrotermal, el 4 por 100 del todo uno minero.

En exigua cantidad: la calcopirita hidrotermal. Representa: entre el 1-al-1,2 por 1000 de todo uno minero, actualmente. Hay concentraciones.

Es bastante variable.

Todas las demás especies minerales metálicas por su insignificante diseminación (por ejemplo, la molibdenita) por desgracia no tiene actualmente valor industrial.

4.3. La paragénesis de las muestras estudiadas dan certeza acerca de la fase genética que ha imperado en ese recinto, durante el último período metalogénico. Esta fase es indudablemente *hidrotermal*. Afirmamos esto fundados en su contenido mineral y por su trama. Y analizando algo más cada uno de estos dos conceptos llegamos a deducir:

Que el contenido mineral, incluyendo los minerales metálicos y los no metálicos, son propios de este estado hidrotermal. Afirmamos más, que todos y cada una de las especies minerales encontradas pueden generarse en estas condiciones o bien si han sido formadas en otras condiciones físico-químicas perduran perfectamente en el ambiente que ha reinado durante la fase hidrotermal. Así, por ejemplo, la magnetita, que ha sido engendrada en condiciones casi seguramente sedimentarias se adapta y somete a las condiciones hidrotermales de equilibrio físico-químico y las soporta. Sufre los ataques de los minerales primordiales de esta fase hidrotermal como son el cuarzo, los carbonatos, las cloritas y también la calcopirita.

Pero perduran y están presentes en esta *paragénesis* que no quiere decir *ingénesis*.

4.4. Conclusiones parciales.

1) Se han ido estudiando las especies minerales principales de las menas magnéticas del criadero múltiple de Minas de Cala (Huelva).

Estas especies minerales son la magnetita, la pirita y la calcopirita.

2) Se ha podido estudiar cada especie mineral en dependencia de sus propiedades físicas y químicas, y su relación con otras especies minerales paragenéticas.

3) Como fruto del estudio se ha podido establecer:

a) Varias generaciones de las mismas especies minerales.

b) Edades relativas frente a otras especies minerales.

c) El encaje de estos hechos con relación a la génesis del criadero múltiple de Minas de Cala, utilizando hechos conocidos y publicados relativos a este criadero múltiple (1).

4) Con estos datos se han confeccionado las conclusiones finales que son de cierto interés minero.

4.5. Conclusiones finales.

1) En determinado recinto del gran criadero múltiple de Minas de Cala existe una amplia paragénesis mineral de fase hidrotermal en el criadero.

2) Sin embargo en la mena actual predominan ampliamente elementos mineralógicos que genéticamente preceden a la fase última hidrotermal.

3) Estos elementos mineralógicos metálicos predominantes que proceden a la fase genética hidrotermal no han sido generados en la fase metamórfica neumatolítica. Esto se ha ido probando por el comportamiento físico-químico propio y también por la ganga acompañante en la que no existen ni vestigios de neumatolisis.

4) Estos elementos mineralógicos primitivos de la mena de Cala (magnetita y pirita) tiene que tener, en consecuencia, un origen anterior, o sea sedimentario (al menos originalmente).

Damos las gracias a la sociedad minera por las facilidades dadas así como a los componentes de la cátedra de Mineralogía y Petrología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid por su ayuda prestada.

BIBLIOGRAFIA

- (1) DOETSCH, y Colaboradores: Estado actual de la investigación de criaderos del Suroeste de España. Bol. geo. y min. IGME, T. LXXXIV, seg. fasc. 1973 (II-105) (129), 1973.
- (2) DOETSCH, J.: La investigación de magnetita y los sondeos comprobatorios en el Suroeste de España. Not. y Com. del IGME, núms. 97-98, 1967 (41-106).
- (3) VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: Hoja Geol. 1:50.000 Santa Olalla del Cala (Huelva) núm. 918, IGME.
- (4) RAMDOHR, P.: *The Minerals & their intergrowths*, Pergamon Press, 1969.

Recibido: junio 1973.

MINERIA

Mercado de minerales y concentrados de Volframio

IGME. División de Minería.

RESUMEN

Se hace un análisis de las características de mercado de los minerales y concentrados de Volframio, valoración de los mismos, contratos internacionales de compra-venta y mecanismos de fijación de los precios.

RESUME

On analyse ici le marché des minerais et concentrés du tungstène, en étudiant son évaluation, formules employées pour les transactions internationales, ainsi que le fonction de la régulation des prix.

La comercialización de una sustancia determinada depende de sus características y de la utilidad que éstas representan para sus posibles compradores. Pero es bien sabido que las fuerzas participantes en un mercado y los grupos de intereses que esas fuerzas conllevan, adoran a las sustancias con unas cualidades que no le son intrínsecas, sino añadidas o coyunturales, y que las formas y mecanismos por los que la comercialización se lleva a cabo son convenciones aceptadas por los participantes.

El estudio siguiente pretende razonar acerca de las condiciones en que se realiza el mercado, analizando los mecanismos de fijación de precios, los organismos estatales o privados que controlan el mercado y las calidades que en éste se exigen, que en definitiva son una expresión de la causalidad múltiple que las fuerzas existentes en el comercio introducen. Pero hay que tener en cuenta que en el caso

del volframio se dan unas condiciones especiales que producen fluctuaciones tan frecuentes que hacen casi imposible cualquier tipo de predicción.

Precisamente el volframio por estar considerado como "material estratégico", ha experimentado en determinados períodos históricos unas alzas productivas sólo comprensibles ante precios excesivos, reflejo de una situación especial. Es el caso de los años 40, con motivo de la Guerra Mundial, y de los años 50-56 como consecuencia de la guerra de EE. UU. con Corea. Este gran exceso productivo que determinó a su vez la creación de grandes "stocks" ha seguido pesando sobre el funcionamiento normal del mercado.

Funcionamiento normal que a su vez se ha visto afectado por la importante participación de los países socialistas, cuya actitud tanto oferente como demandante es prácticamente imprevisible; por las

protecciones aduaneras de algunos países; y por tanto por la imprevisible y constante fluctuación de los precios.

En definitiva, en este estudio se analizarán los sistemas de valoración para las distintas menas, los términos en que se realiza la compra-venta de estos minerales y finalmente los organismos que rigen el mercado, con el sistema de fijación de precios y las calidades exigidas por los mismos. Pero de ninguna forma se establecerá un procedimiento concreto que permita conocer la situación futura de los precios del mercado, dadas las circunstancias anteriormente expuestas.

I. VALORACIÓN DE LOS MINERALES DE VOLFRAMIO

La mayoría de los minerales metálicos son cotizados en función de su contenido en el metal del cual es mena; sin embargo, en el caso del volframio, la base para el establecimiento de su precio se realiza en función de su contenido en WO_3 , aún cuando en algún caso particular también se efectúe la transacción en relación con su contenido en metal o, incluso, en sulfuro de volframio.

Así, pues, generalmente, los minerales de volframio son vendidos y comprados a un precio por unidad de WO_3 contenido en tonelada métrica, de acuerdo con una base de contratación, determinándose este contenido sobre mineral seco, y muestreo de las menas según una fórmula convencional ya establecida de antemano entre comprador y vendedor.

Fijado de esta manera el valor de un mineral, conviene ahora explicar el significado de "unidad" dentro del comercio de minerales, así como el sentido que tiene el contenido base de contratación.

Se entiende por "unidad de WO_3 contenida en tonelada métrica" un contenido de un 1 por 100 de WO_3 en la tonelada métrica. Ahora bien, con este factor solamente, podrían existir muchas clases de minerales, desde los que tuvieran el 1 por 100 de WO_3 hasta los que tengan 80,6 por 100 de WO_3 (scheelita pura). Así, para fijar una normativa se establece una "base de contratación", alrededor de la cual tendrá que estar el contenido en WO_3 de los minerales objeto de contratación.

Desde hace muchos años la contratación de minerales de volframio se ha hecho sobre la base de 65 unidades por tonelada, es decir, 65 por 100 de WO_3 contenido, variando el tipo de tonelada (larga

o corta) según que el mercado en que el mineral se comercializase fuese el americano o el inglés. Sin embargo, desde 1971, en Europa, que se regía por el mercado de Londres, se ha adoptado definitivamente la tonelada métrica en sustitución de la tonelada larga que se utilizaba anteriormente.

Con el fin de aclarar ideas a continuación se incluye un ejemplo:

Un mineral es vendido, en condiciones CIF, a 20 libras por unidas de WO_3 contenida en la tonelada métrica, y en base del 65 por 100 de WO_3 . Esto significa que el precio de una tonelada de material será:

$$65 \times 20 = 1.300 \text{ £/t de mineral}$$

En el caso en que los análisis y ensayos del mineral en cuestión diesen un contenido del 67 por 100 de WO_3 y una humedad del 1 por 100, en este caso el precio de la tonelada de todo uno será:

$$67 \times 20 \times 0,99 = 1.326,60 \text{ £/t de mineral}$$

Otro factor importante a considerar en el caso del mercado de estos minerales, considerados como "estratégicos", es la existencia en algunos países de unos aranceles de aduanas que gravan a la importación; este es el caso de USA, que además constituye uno de los principales países consumidores y que no es autosuficiente, por lo que deberán valorarse los minerales para su exportación a este país, teniendo en cuenta los aranceles, que generalmente son pagados por intermediarios, casi nunca por el comprador.

A continuación se va a estudiar este problema tomando como base las condiciones actuales:

Un importador americano recibe la oferta de un embarque de mineral de Europa, con un contenido del 65 por 100 de WO_3 , a un precio equivalente a 50 dólares por unidad de WO_3 contenida en una tonelada métrica, en condiciones CIF Nueva York, y tiene un comprador que solicita el mineral al precio establecido por el G. S. A. para el mercado interior, esto es, 55 dólares por unidad de WO_3 contenida en la tonelada corta. Con el fin de poder realizar esta operación el importador debe pagar él los aranceles de aduana, establecidos el 1 de enero de 1972 en 25 centavos por libra de metal contenido.

Teniendo en cuenta que el peso atómico del W es 183,92 y el del O es 16, el peso molecular del WO_3 será:

$$183,92 \times (3 \times 16) = 231,92$$

la relación que existe entre 1 lb de W y 1 lb de WO₃ es:

$$\frac{183,92}{231,92} = 0,793$$

con lo que el arancel que el importador debe pagar por 1 lb de WO₃ será:

$$25 \times 0,793 = 0,1982 \text{ \$/lb de WO}_3$$

Ahora bien, como una tonelada corta = 2.000 lb y una unidad = 1 por 100 será:

Arancel por unidad de WO₃ contenido en tonelada corta = $0,1982 \times 20 = 3,964 \text{ \$}$.

El precio de importación será, por tanto:

$50 \times 0,907 = 45,372 + 3,964 = 49,336 \text{ \$}$ por unidad de WO₃ contenida en la tonelada corta.

Así pues, en las condiciones actuales, esta operación parece rentable, pero no puede asegurarse totalmente lo antedicho, ya que el precio de la unidad de WO₃ contenida en la tonelada métrica tiende a subir, mientras que el G. S. A. para mantener el mercado contiene los precios mediante la venta de lotes de mineral a partir de los "stocks" pertenecientes al gobierno USA.

Aun cuando el valor de un mineral sea, fundamentalmente, una variable que depende de su contenido en WO₃, existirán siempre una serie de impurezas que pueden hacer más costosa la aplicación del mismo para un proceso industrial e incluso, en algunos casos, totalmente rechazable.

De esta forma, son los compradores o consumidores de estos materiales los que marcan de forma clara cuáles son las especificaciones del mineral que más les interesa. Así, un estudio completo de las necesidades propias de los diferentes procesos, útil para la construcción de un modelo de mercado, está basado en los siguientes puntos:

(i) La wolframita y la scheelita no se utilizan por igual. Sin tener en cuenta las variaciones que existen en los procesos propios de manufactura a partir de cada uno de ellas, se puede decir que la industria del ferro-volframio prefiere utilizar la wolframita en sus procesos, siempre que los precios sean iguales. Por el contrario, para el carburo y en las industrias para la fabricación de polvo se prefiere, y de hecho se utiliza, principalmente la scheelita.

(ii) Los consumidores de wolframita tratan de rechazar en la compra las impurezas que son difíciles de eliminar en los procesos de tratamiento

subsiguientes y que podrían ser perjudiciales en el proceso industrial. Las impurezas más clásicas y que más penalizan son el estaño y el arsénico; sin embargo, también suelen aparecer el fósforo, el molibdeno, el calcio, el bismuto, el antimonio, etc.

La importancia de los porcentajes de estos elementos hace que algunos minerales sean improprios para ciertos consumidores; sin embargo, ellos mismos son los que hacen que sean admisibles otros niveles de impurezas dependiendo de sus usos finales. Es precisamente la función de los negociadores, evaluar el contenido del mineral ofrecido y ver si es el apropiado o debe someterse a tratamiento posterior. En el caso de rechazo del mineral, debido a un mayor contenido en impurezas que el admisible, éste puede ser adquirido por un acuerdo entre el comprador y el vendedor, generalmente a un precio que estará por debajo del fijado en el mercado internacional para la calidad del mineral normalizado (entendiéndose por éste el del 65 por 100 de WO₃).

(iii) La scheelita se presenta en el mercado en varios tipos que dependen del contenido en WO₃. Se podría indicar que las impurezas tales como el estaño y el arsénico se encuentran generalmente en menor cantidad en la scheelita que en la wolframita. También son importantes otras impurezas, por ejemplo, el hierro y los silicatos en algunas combinaciones.

El molibdeno constituye uno de los contaminantes críticos de la scheelita, que la hacen impropia para algunas manufacturas, si bien en el mercado europeo ha comenzado a cotizarse una nueva variedad de scheelita, que admite un contenido máximo en Mo de hasta el 4 por 100.

Por otra parte existen otros dos factores importantes que afectan al tratamiento de la scheelita y por consiguiente tienen influencias sobre el mercado.

a) En primer lugar se podría distinguir la scheelita natural, que es por el momento la más solicitada, y la scheelita artificial obtenida por medios químicos a partir de menudos y finos de minerales de volframio, es decir, de los residuos de la explotación minera, generalmente menas indiferenciadas.

b) Una última distinción, que tiene importancia para los usuarios, es de acuerdo con el tamaño del grano, ya que un mineral que sea muy fino puede no ser bueno para algunos tratamientos.

Así, pues, la consideración de todos los puntos anteriormente tratados, determinarán las penalizaciones posibles para una partida de mineral, y por tanto el valor de la misma.

2. TÉRMINOS DE COMPRA-VENTA. CONTRATOS INTERNACIONALES

En contraste con lo que sucede con la mayoría de las sustancias básicas, para las menas de volframio no existen cotizaciones actualizadas en el mercado, ya que la mayoría de las transacciones que de ellas se realizan, al igual que ocurre con los minerales de hierro, carbones y otros materiales estratégicos, son negociadas directamente, según las necesidades impuestas por la demanda, y los términos de compra-venta pueden variar en cada caso particular.

La forma en que cada consumidor adquiere su mercancía es muy diferente, pero a todos ellos se les puede reunir en alguno de los tres grupos siguientes:

- Aquellos que comercian el mineral día a día, bien directamente, o bien por medio de un agente. Esto último ocurre con mayor frecuencia en Europa.
- Los que contratan sus necesidades de mineral mediante contratos a largo plazo.
- Aquellos que utilizan simultáneamente los dos procedimientos anteriores.

Se entiende por corto plazo o día a día al período de tiempo durante el cual la variación de la oferta puede venir ocasionada sola y exclusivamente por una variación en los "stocks", y durante el cual no se esperan cambios con respecto a la situación presente.

Los contratos a largo plazo cubren la entrega de un determinado tonelaje de calidad homogénea, en un período de tiempo fijo, posiblemente un año, con fechas de entrega para cada período del contrato que pueden, o bien ser fijadas de antemano, o fijarse por acuerdo mutuo según las necesidades. En estos casos no es ya el precio en sí lo que se discute al firmar el acuerdo, sino los términos de fijación basados en los índices internacionales.

Un ejemplo muy común es tomar la media de los precios publicados en el "Metal Bulletin" o en el "Metals Week", uno, dos o tres meses antes de la fecha de cada entrega pertinente.

Los compradores que utilizan los dos sistemas de compra simultáneamente aseguran las bases de su suministro en proporciones constantes de acuerdo con sus necesidades, en condiciones ventajosas para su consumo regular mediante contratos a largo plazo, mientras que se mantienen abiertos a la negocia-

ción de sus necesidades marginales que cubren con contratos día a día.

La producción de las minas es o bien vendida directamente a los consumidores (sobre todo por algunas grandes minas o algunas veces por el organismo de comercio estatal indicado en los países del Este) o a agentes especializados.

Estos agentes especializados son muy pocos en número, en Europa no son más de 10; en los Estados Unidos son todavía menos. Sin embargo, los negocios con los países del Este, han atraído hacia ese terreno algunos nuevos agentes.

Por lo que se refiere a los términos contractuales en los que se realizan las operaciones es de tener en cuenta que el volframio es uno de los pocos minerales que tiene para su comercio una serie de contratos normalizados, en los que además de los términos relativos a precio, calidad, cantidad, fecha y lugar de entrega, incluyen cláusulas muy importantes sobre la "recepción técnica".

Se entiende por "recepción técnica" todos aquellos procesos que ayudan a definir un lote de mineral, tales como pesaje, muestreo, análisis de la calidad (óxido de volframio e impurezas contenidas) y cantidad de producto real entregado.

Todo ello está en función de porcentajes fijos, y las variaciones que sobre éstos puedan existir en la entrega, con respecto al acuerdo del contrato, influyen directamente en las penalizaciones que se imponen. Así, por ejemplo, en un lote de 20 t de mineral del 70 por 100 de WO₃, pagado a 10 libras por unidad, una variación del 1 por 100 en contenido de WO₃, significa una diferencia total de alrededor de 340 libras.

Existen tres tipos de contratos conocidos en el mundo: A, B y C. De ellos el más utilizado con pequeñas variaciones sobre todo en cuanto a contenido en impurezas, es el B, conocido universalmente como "Contrato B de Hamburgo". Este último ha sido aceptado como satisfactorio por la mayoría de los países, incluida la URSS; sin embargo, recientemente China se muestra disconforme con su utilización y suele vender el mineral en base a la "recepción técnica" en el puerto de embarque en lugar de en el de destino, como estipula el "Contrato B de Hamburgo".

Dado el relieve que posee este contrato en las transacciones del mineral de volframio, y aunque el modelo que de él se posee es anterior a la adopción del sistema métrico decimal, se incluye su traducción.

2 peniques por unidad de WO_3 , por tonelada de 1.016 kg peso neto o fracción proporcionalmente.

Contenido en As: El vendedor tiene que hacer al comprador las siguientes concesiones:

Si el contenido total en As es superior a 0,2 por 100 y hasta 0,25 por 100 inclusive, 3 peniques por unidad de WO_3 y por tonelada de 1.016 kg de peso neto.

Si el contenido total en As es superior a 0,25 por 100 y hasta 0,30 por 100 inclusive, 6 peniques por unidad de WO_3 y por tonelada de 1.016 kg de peso neto.

Si el contenido total en As es superior a 0,30 por 100 y hasta 0,70 inclusive, 9 peniques por unidad de WO_3 y por tonelada de 1.016 kg de peso neto.

Por cada 0,5 por 100 adicional o fracción por encima de 0,70 por 100 se deducen otras 3 peniques unidad de WO_3 por tonelada de 1.016 kg de peso neto.

Si el análisis muestra un contenido superior a 0,2 por 100 de As, se realizará otro análisis por otro laboratorio designado por acuerdo mutuo, siendo definitiva la media de los dos análisis. También el coste del segundo análisis será dividido por igual entre el vendedor y el comprador.

Si el contenido en As es superior a 2 por 100, el comprador puede optar por rechazar la mercancía o aceptarla a un precio fijado de mutuo acuerdo o (si no se llega a tal acuerdo) al precio determinado por arbitraje, según se describe más adelante; el comprador tiene que manifestar su intención de ejercer tal opción dentro de los ocho días siguientes a la recepción del certificado del análisis. El comprador tiene el derecho de deducir las cantidades arriba especificadas al efectuarse el pago de la factura definitiva.

Notificación de embarque: Para todos los contratos sobre envíos de mercancía, el vendedor está obligado a informarse en el puerto de embarque e informar telegráficamente sobre cantidades embarcadas, así como el nombre del barco, una vez que se haya efectuado el envío.

Para minerales pendientes de llegada: En caso de pérdida de barco, el contrato se considera no válido para aquella parte de la mercancía que se haya perdido.

Fuerza mayor: En caso de huelga, cierres, accidentes u otras causas cualesquiera ajenas a su voluntad, que impidan o dificulten que el vendedor se aprovisione o entregue, o que el comprador reciba, funda o entregue a la fundición de destino,

los envíos a que se refiere el presente contrato, se suspende éste durante el período correspondiente. Debe pasarse aviso por escrito de dicha imposibilidad de efectuar la entrega o aceptación, y en caso de que el vendedor no pueda efectuar la entrega, debe entregar dicho aviso y el comprador debe recibir dicho aviso antes de la fecha prevista de embarque, y en el caso de que el comprador no pueda aceptar la mercancía, fundirla o entregarla a la fundición, debe entregar dicho aviso antes de que se efectúe el embarque.

Arbitraje: Cualquier disputa que se origine referente al presente contrato (o referente las deducciones a hacer por parte del vendedor en caso de desviaciones de calidad y/o contenido de peso) será sometido a Arbitraje en el país destinatario del envío; en Inglaterra de acuerdo con el reglamento de la London Metal Exchange; en Francia por arbitraje amistoso en París, y en Alemania por arbitraje amistoso en Hamburgo.

Nota de Confirmación

A devolver una vez firmado
Sres. 19
Rogamos acusen recibo del Contrato N.º
..... de fecha 19 ,
para

Confirmado,

3. MECANISMOS DE FIJACIÓN DE LOS PRECIOS. ORGANISMOS Y ASOCIACIONES INTERNACIONALES. CALIDADES DE MERCADOS

El llegar a conocer de una manera clara el valor real a que se comercia el mineral de volframio es algo que resulta casi imposible, dados los niveles en que se mueve el mercado y los factores que lo forman.

Así son destacables las espectaculares fluctuaciones que, hasta el presente, vienen sufriendo los precios. Estas variaciones son debidas, principalmente, a la forma en que es comprado el mineral, influida por su característica de material estratégico.

El desarrollo de contratos a largo plazo, en los cuales se toma como referencia para la liquidación un valor que esté en consonancia con los precios máximo y mínimo alcanzados por los minerales de volframio en los días anteriores al vencimiento del contrato, ha fomentado el que estas pequeñas tran-

sacciones diarias, llamadas contratos día a día, tengan un sentido especulativo.

Así, por ejemplo, en buena lógica de mercado, un comprador que tuviera como objetivo la compra de 100 toneladas de mineral y que, de acuerdo con la previsión que él tiene del estado del mercado, le van a costar a 17 £/t, sin tener en cuenta los pormenores, se puede afirmar como regla general que, si el precio real a que puede comprar en ese día es de 16,5 £/t, no comprará en ese momento toda la mercancía que pensaba, sino que adquirirá sólo 40 toneladas y dejará las otras 60 toneladas para más adelante, pensando que quizá existan motivos que desconoce y que están afectando al mercado para su baja.

Por el contrario, si en lugar del precio esperado encuentra la oferta a 18 libras, comprará 150 toneladas, con la idea de que ha realizado una buena inversión y que además su compra afectará a la futura evolución de los precios.

Estas circunstancias influyen de tal manera en el mercado a corto plazo que cuando existe una baja en los precios se nota una reducción considerable en las compras y viceversa.

En este sentido, es fácil de comprender que mediante las compras o ventas de toneladas ridículos, en momentos fluctuantes, se puede actuar sobre el precio del mineral, con el fin de hacer variar el valor de liquidación para un importante contrato establecido como "contrato a largo plazo", y que se encuentra próximo a su fecha de vencimiento.

De todas las consideraciones anteriores se deduce, no solamente la necesidad que tienen los compradores de conocer las cotizaciones a las que se han realizado las transacciones en los últimos días, sino también el interés de todos los grupos internacionales por controlar, en alguna manera, las especulaciones.

Las cifras indicativas sobre el precio del mineral de volframio, CIF Europa, han sido publicadas por la revista "Metal Bulletin" desde hace más de cincuenta años. Únicamente ha variado, de acuerdo con los cambios tecnológicos sufridos por las industrias transformadoras y las especificaciones sobre la calidad base de contratación. Sin embargo, los cambios de la base o las maneras de evaluación de la misma, a lo largo de todo el período, no han tenido un carácter sustancial.

Esta calidad normalizada que sirve como base de contratación exige unos contenidos mínimos y máximos como los que se indican a continuación:

Calidad normalizada

WO_3	mín	65 %
Sn	máx	1,5 %
As	máx	0,2 %

Dadas las formas tan características en que se comercia con este mineral, se hizo necesario la creación de organismos estatales o asociaciones privadas que cuidaran y vigilaran de alguna manera los precios a los que día a día se cotizaba el mineral, con el fin de defender los intereses de los compradores habituales de volframio.

Hay que tener en cuenta además, para comprender el problema de los precios, que solamente China posee entre el 30 y el 40 por 100 de la producción total mundial. Esto les permite en cada momento ajustar su "posición" de forma más o menos especulativa, incrementando o disminuyendo sus "stocks", según las tendencias del mercado.

Con motivo del espectacular incremento de la demanda durante la guerra de Corea, el Gobierno americano comenzó a almacenar mineral en 1951, terminándose esta campaña en 1958. A partir de ese momento, cada año la G. S. A. (General Services Administration) fija los precios para el mercado interior americano, fijando también los aranceles de aduana que deben ser pagados por las importaciones que de mineral se realicen bajo todas las calidades en que se presente.

Las calidades almacenadas y controladas por el Gobierno americano son las siguientes:

	SCHEELITA		WOLFRAMITA	
	Para polvo de carburo %	Metal %	Natural %	Química %
WO_3 mín ...	65	65	65	65
Sn máx	1,5	1,5	0,1	0,05
As máx	0,2	0,2	0,1	0,05
Bi máx	0,5	0,5	0,25	0,25
Sb máx	0,05	0,05	0,1	0,05
P máx	0,05	0,05	0,05	0,05
S máx	0,5	0,5	0,5	0,5

A lo largo de estos años, en el mercado europeo se han realizado múltiples intentos para crear un sistema que se adapte mejor a los objetivos de aquellos que necesitan emplear un índice que refleje lo que ocurre con este mineral.

Todas las alternativas sugeridas fracasaron debido a una combinación de apatía y miedo a la in-

novación por parte de la industria. Influyó además en esta indecisión la medida unilateral tomada por los productores descheelita de Corea de fijar un precio para sus minerales durante un período de tres años y medio a principio de la década de los 60.

Un grupo de fabricantes de carburo de wolframio, tras una serie de largas discusiones entre ellos, que duró más de un año, estableció un sistema para la elaboración de un índice de precios medios ponderados, conocidos con el nombre de "índices de usuarios de mineral de wolframio", y que son publicados por la revista "Metal Bulletin".

El índice que elabora este grupo resulta de gran valor, tanto para los productores como para los usuarios, a la hora de negociar sus contratos a largo plazo.

Este índice puede servir también para ayudar a conocer el mercado en sí, ya que da cuenta de las fluctuaciones del mercado, y tiene una mayor estabilidad inherente.

El índice especifica las medias ponderadas mensuales y de cada seis meses, para la wolframita y para la scheelita, tanto para compras, como para ventas a los consumidores de estos minerales.

La base en que se realizan estos índices es la de condiciones CIF Europa.

El "Metal Bulletin", que hizo de intermediario en la creación de este grupo, publica una vez al mes el "índice de usuarios" completo, y en cada número el promedio que se alcanzó en los seis últimos meses.

A modo de ejemplo se incluye a continuación la tabla correspondiente al promedio de los seis meses anteriores al mes de abril de 1973.

MINERAL DE VOLFRAMIO

M. B. índice de Usuarios, CIF Europa

Wolframita:

Comprada	16,90 £/t. u.
Vendida	16,50 £/t. u.

Scheelita I:

Comprada	16,80 £/t. u.
Vendida	17,90 £/t. u.

Scheelita II:

Comprada	18,40 £/t. u.
Vendida	18,90 £/t. u.

Las discrepancias que aparecen entre las categorías comprada y vendida son debidas a que el material vendido que se utiliza para hacer la media ponderada, puede proceder de contratos a precios fijados muchos meses antes.

Asimismo el índice para wolframita comprada puede diferir considerablemente de las que el "Metal Bulletin" indica y que se refieren a venta de materiales día a día; se debe, por un lado, a que los compradores son grandes compañías, y por otro, a que los contratos de compra pueden referirse a material cuya entrega esté prevista para un futuro lejano.

Al mismo tiempo la tabla anterior indica de forma incontrovertible a qué niveles los compradores del grupo han comprado en los meses precedentes. El índice de usuarios se elabora una vez al mes, y a modo de ejemplo ilustrativo, se incluye el que aparece como índice en mayo de 1973.

Como se puede apreciar el índice refleja la evolución en los últimos seis meses, en las seis series, tanto para wolframita como para scheelita, y resulta más relevante al darse los tonelajes sobre los que se han calculado los promedios.

En la elaboración de los índices se han incluido dentro de las compras todas aquellas que se han realizado a precio fijo, al igual que en los índices de ventas quedan incluidas todas las ventas.

Las calidades acordadas por el grupo para realizar las transacciones poseen los contenidos mínimo y máximos siguientes:

Wolframita

WO ₃	65	% mín
Sn	1	% máx
As	0,2	% máx
P	0,08	% máx
S	0,75	% máx
Mo	0,40	% máx
Otros	0,40	% máx

Scheelita I

WO ₃	70	% min
Sn	0,1	% máx
As	0,2	% máx
P	0,10	% máx
S	0,5	% máx
Mo	2,0	% máx
Otros	0,2	% máx

Scheelita II

WO ₃	65/69,99 %
Sn	0,1 % máx
As	0,2 % máx
P	0,1 % máx
S	0,5 % máx
Mo	4,0 % máx
Otros	0,2 % máx

Hay que tener en cuenta además, que este grupo de consumidores está formado exclusivamente por compañías que compran el mineral para convertirlo en APT, carburo en polvo, ferrowolframio, etc., y nunca por revendedores; por este motivo, para el ingreso en el grupo se exigen documentos que aseguren que ningún revendedor pueda entrar a formar parte de él.

Si bien todo esto resulta complicado de por sí, la situación se empeora en cada momento, ya que la política de mantenimiento de precios del Gobierno americano afecta en gran manera al ritmo de producción de China, que lucha constantemente por conseguir un alza en los precios del mineral que esté en consonancia con el alza que han sufrido los productos transformados del mismo.

Este grupo de consumidores, que inicialmente estaba formado por cuatro, se amplió en el mes de febrero del año en curso hasta un total de doce, y es su intención ampliar más todavía el número de consumidores que contribuyan a la elaboración del índice.

Precio del mineral de wolframio de los Usuarios £/tu

Núm.	Fecha	Cantidad de WO ₃ en t	Compras Precio medio £/tu		Cantidad de WO ₃ en t	Total ventas Precio medio £/tu	
			Mes actual	Ultimos seis meses		Mes actual	Ultimos seis meses
WOLFRAMITA							
1	Noviembre	—	—	16,1	30	14,9	15,9
2	Diciembre 1973	—	—	16,2	46	15,3	15,7
3	Enero	38	16,7	16,3	39	15,0	15,4
4	Febrero	229	15,7	15,8	201	15,8	15,6
5	Marzo	436	17,1	16,6	444	17,1	16,4
6	Abril	128	18,4	16,9	49	17,9	16,5
SCHEELITA-GRADO I							
1	Noviembre	70	16,2	15,6	103	18,4	17,6
2	Diciembre 1973	18	15,8	15,6	126	17,3	17,4
3	Enero	84	16,1	15,7	333	18,7	17,7
4	Febrero	16	16,9	15,8	153	17,6	17,7
5	Marzo	91	18,1	16,4	200	16,6	17,5
6	Abril	—	—	16,8	201	18,1	17,9
SCHEELITA-GRADO II							
1973							
1	Febrero	8	18,4	18,4	—	—	—
2	Marzo	8	18,4	18,4	8	18,4	18,4
3	Abril	—	—	18,4	8	19,4	18,9

Estudio radiográfico-estructural de muestras de las "arcillas negras", del Cretácico inferior de los alrededores de Oviedo.

J. A. MARTINEZ-ALVAREZ y F. BEA (*)

RESUMEN

Se estudian, mediante un proceso radiográfico seriado, las características estructurales de las intercalaciones de arcillas negras que —esporádicamente— aparecen en la zona basal del Cretáceo de los alrededores de Oviedo.

INTRODUCCIÓN

En la zona basal del Cretáceo de Oviedo existen unas intercalaciones —irregulares— de arcillas de color negro intenso. Son utilizadas en la industria de ladrillería local y, en otro sentido, constituyen un nivel de evidente interés geotécnico.

Dado su carácter arcilloso compacto bastante homogéneo e intenso color negro, resulta difícil el resaltar sus cualidades estructurales. Pensamos que un procedimiento eficaz podría ser el de destacar éstas mediante un estudio radiográfico. El presente trabajo lo dedicamos a dar cuenta de los resultados obtenidos.

El Sr. Alonso de la Torre, de la Cátedra de Metalotécnica, nos orientó en el manejo de la unidad instrumental de radiografía; quede aquí constancia de nuestro reconocimiento.

DATOS SOBRE EL DESMUESTRE Y POSICIÓN GEOLÓGICA

En el gráfico adjunto quedan representados, de forma esquemática, los datos mencionados (figuras 1 y 2).

(*) Laboratorio de Geología. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo. Trabajo beneficiado por el Fondo de Ayuda a la Investigación.

RESULTADOS DEL ESTUDIO RADIOGRÁFICO

El estudio radiográfico tenía por finalidad la de destacar las inhomogeneidades de la masa rocosa estudiada, representada por las muestras tipo (dife-

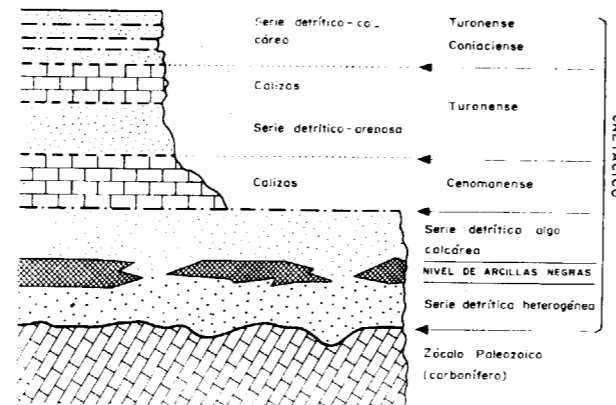


Figura 1

Esquema de la posición geológica de los niveles de arcillas estudiadas, dentro del Cretácico de los alrededores de Oviedo.

renciadas macroscópicamente en el afloramiento) obtenidas del desmuestra (fig. 2).

Los elementos responsables de la no homogenei-

dad de las rocas, que se pudieron destacar con claridad, pertenecen a los tipos siguientes:

1. Anormalidades en la homogeneidad de la roca, debidas a la presencia de *minerales o sustancias singulares*, relacionables con el proceso de particular sedimentogénesis de estos materiales.
2. Anormalidades debidas a la presencia de *fragmentos fósiles* (vegetales o animales) de cierta trascendencia.
3. Anormalidades en la homogeneidad, matizadas por *cambios en la composición de los minerales que constituyen la masa de fondo de la roca arcillosa* considerada.

por su aspecto globular y color claro con límites no netos, ya que aparecen un poco difuminados.

En el segundo grupo de anormalidades que inciden sobre la estructura, cabe citar las correspondientes relacionables con fragmentos fósiles diversos. Se pudieron destacar esqueletos de bivalvos y restos de vegetales más o menos macerados. Destacan radiográficamente por la forma externa de sus secciones, estructura interna de los vegetales y tonalidades negruzca media, matizada por la presencia de claros que suelen tener relación con la estructura orgánica.

Ciertos cambios en la composición mineral quedan destacados, perfectamente, en las radiografías,

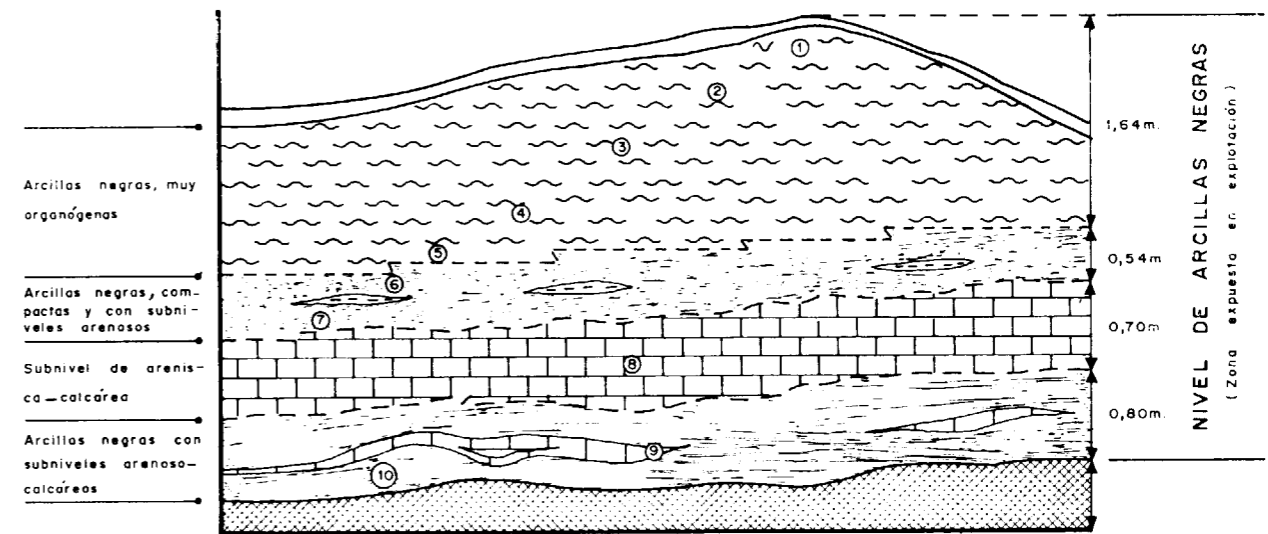


Figura 2

Sección esquemática del afloramiento en el que se realizó el demuestra. Está situado en la carretera de Galicia, Km. 7, inmediaciones de Sta. Marina de Piedramuelle. Coordenada 43° 20' 38"/2° 12' 45".

4. Anormalidades debidas a *cambios en la continuidad físico-mecánica de los elementos minerales particulares o detríticos* y que están íntimamente ligadas al proceso de deposición estratiforme.

debido a los matices de intensidad que las tonalidades negruzcas toman. En algunos casos, por la presencia de lechos perfectamente estratiformes de minerales de primer tipo, diseminados en estos materiales.

Pertencientes al primer tipo de anormalidades se pueden citar, las que tienen relación con la presencia de glomerulos, glóbulos, nódulos y partículas de tamaño arenoso, de *pirita* y *marcasita*. Presenta diversas formas y tamaños. Destacan radiográficamente por su aspecto oscuro, casi negro, en virtud de su capacidad absorbente. Se detecta, también, la presencia de partículas deformes, de muy variado tamaño, de *ámbar*. Aparecen destacadas en la radiografía

Aún cuando con más dificultad se pueden apreciar estructuras relacionadas con la presencia de microespacios discontinuos, los cuales modifican la capacidad de absorción radiográfica. Particularmente interesantes resultan las estructuras que quedan resaltadas por la presencia de niveles con concentraciones anormales de minerales singulares (*pirita*, *marcasita*), de mayor capacidad de absorción.

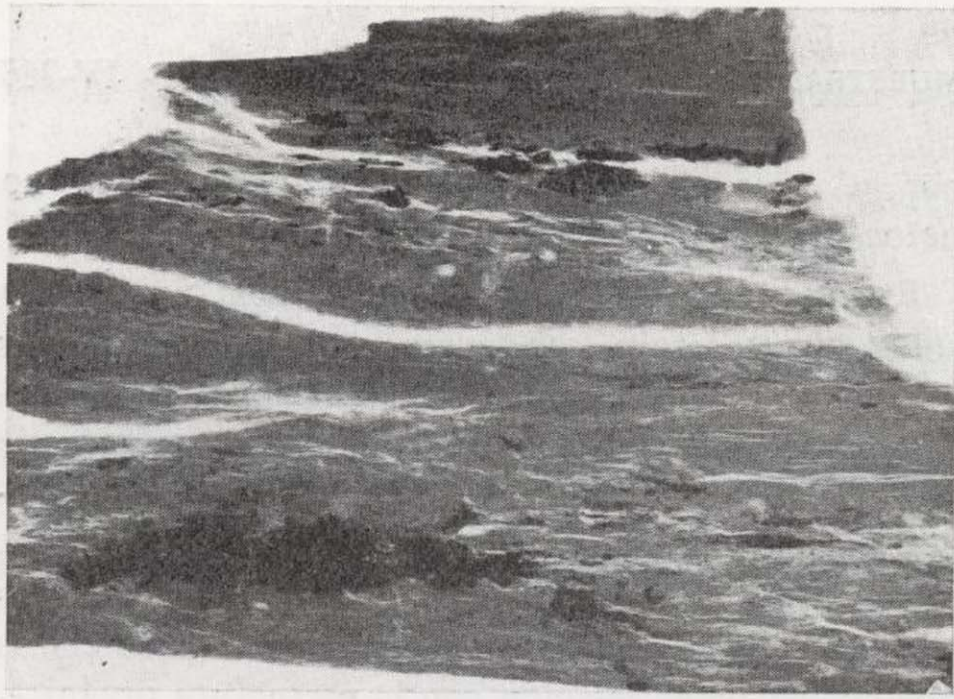


Foto-radiografía núm. 1

Corresponde a la muestra M2, del subnivel arcilloso denominado superior. Textura laminada irregular. Frecuentes nódulos de pirita-marcasita, con tendencia a desarrollo horizontal. Partículas pequeñas de ámbar.

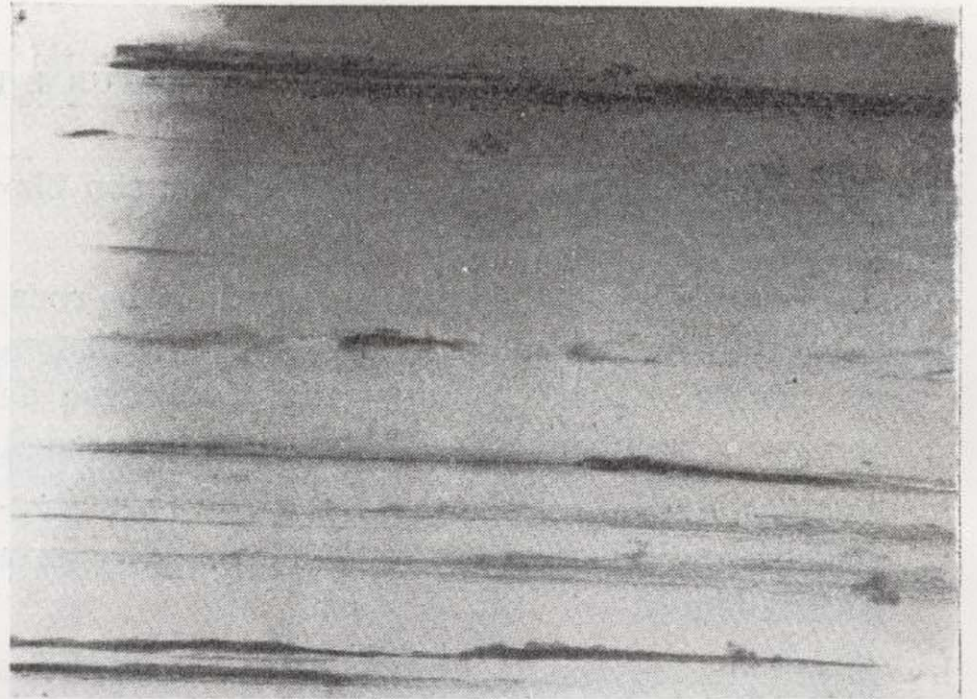


Foto-radiografía núm. 4

Corresponde a la muestra M6, del subnivel Medio. Textura regular con laminaciones constantes y persistentes. Aparecen lechos, notablemente estratiformes, de arenas piritizadas, las cuales destacan ostensiblemente.

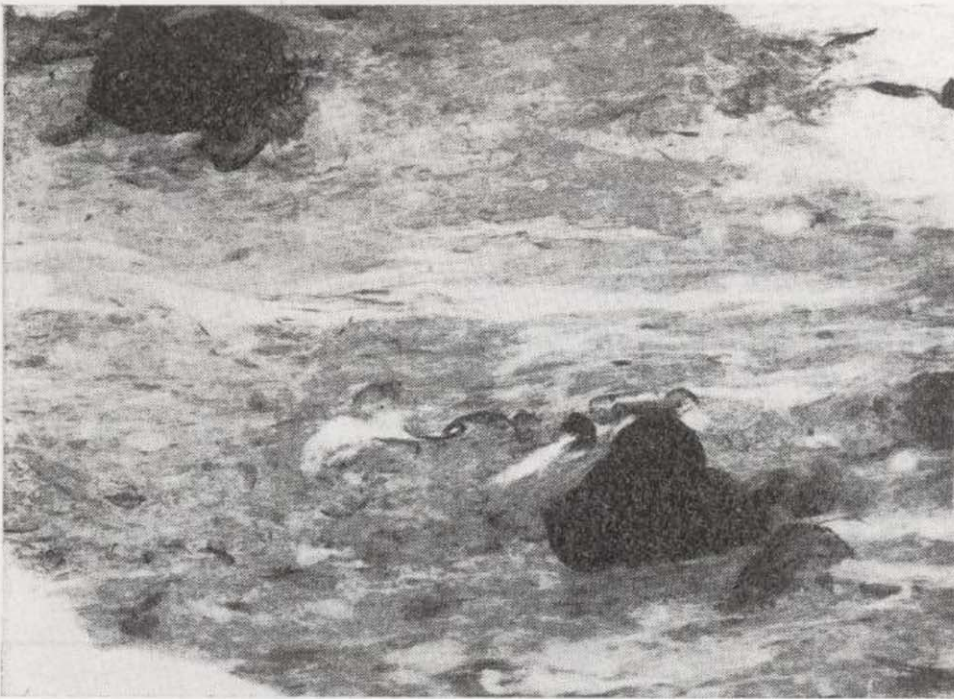


Foto-radiografía núm. 2

Corresponde con la muestra M4, del subnivel arcilloso denominado superior. Textura irregular. Grandes nódulos de pirita-marcasita. Aparecen restos de fósiles piritizados. Algunos fragmentos de ámbar y restos de vegetales.

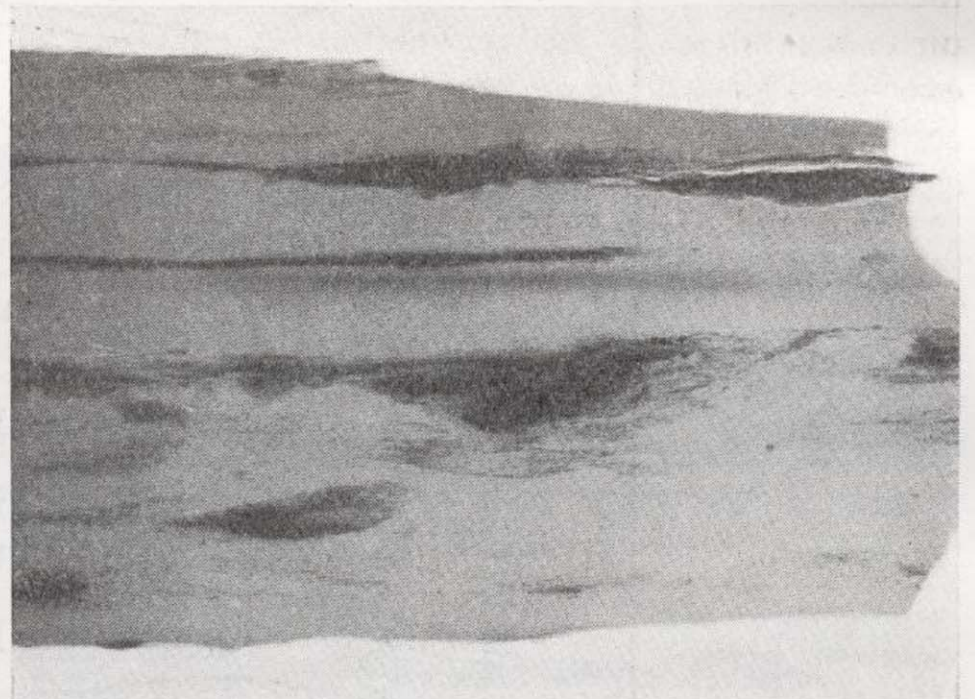


Foto-radiografía núm. 5

Corresponde al subnivel medio y muestra M7. Textura laminar bastante regular. Con lechos estratiformes arenosos y piritizados. También algunos nódulos con orientación estratiforme.

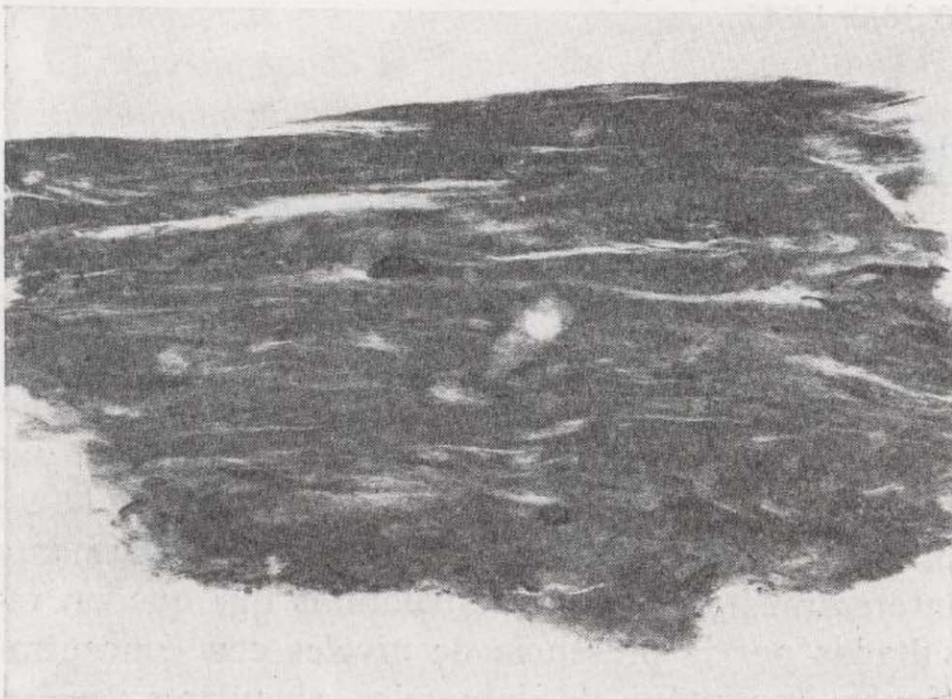


Foto-radiografía núm. 3

Corresponde a la muestra M5, del subnivel superior. Textura laminada irregular. Pirita y marcasita dispersas o ligadas a fragmentos vegetales. Frecuentes partículas de ámbar.



Foto-radiografía núm. 6

Pertenece al subnivel inferior y muestra M10. Muestra con laminación heterogénea y de regularidad media. Con nódulos y lechos piritosos. También fragmentos de vegetales carbonizados y algunas partículas de ámbar.

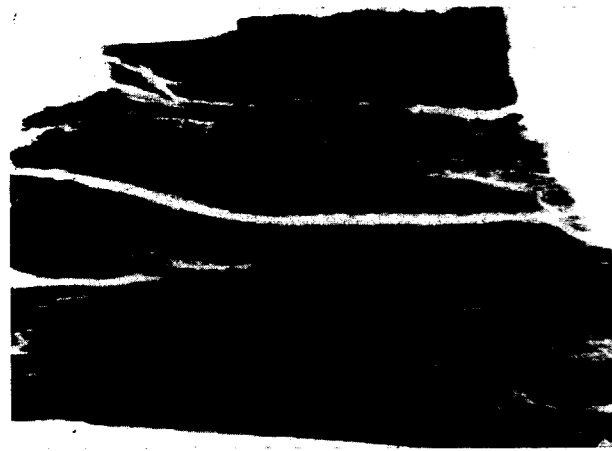


Foto-radiografía núm. 1

Corresponde a la muestra M2, del subnivel arcilloso denominado superior. Textura laminada irregular. Frecuentes nódulos de pirita-marcasita, con tendencia a desarrollo horizontal. Partículas pequeñas de ámbar.

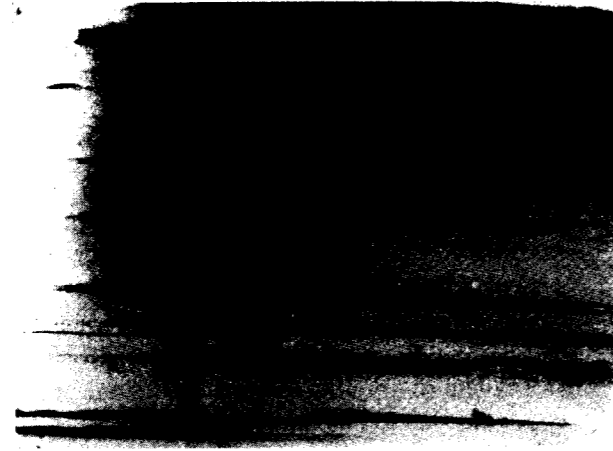


Foto-radiografía núm. 4

Corresponde a la muestra M6, del subnivel Medio. Textura regular con laminaciones constantes y persistentes. Aparecen lechos, notablemente estratiformes, de arenas piritizadas, las cuales destacan ostensiblemente.



Foto-radiografía núm. 2

Corresponde con la muestra M4, del subnivel arcilloso denominado superior. Textura irregular. Grandes nódulos de pirita-marcasita. Aparecen restos de fósiles piritizados. Algunos fragmentos de ámbar y restos de vegetales.



Foto-radiografía núm. 5

Corresponde al subnivel medio y muestra M7. Textura laminar bastante regular. Con lechos estratiformes arenosos y piritizados. También algunos nódulos con orientación estratiforme.



Foto-radiografía núm. 3

Corresponde a la muestra M5, del subnivel superior. Textura laminada irregular. Pirita y marcasita dispersas o ligadas a fragmentos vegetales. Frecuentes partículas de ámbar.



Foto-radiografía núm. 6

Pertenece al subnivel inferior y muestra M10. Muestra con laminación heterogénea y de regularidad media. Con nódulos y lechos piritosos. También fragmentos de vegetales carbonizados y algunas partículas de ámbar.

En las fotos radiográficas (fotos 1, 2, 3, 4, 5, 6), se da a conocer una selección, representativa para el afloramiento considerado, de la organización estructural de detalle de este nivel, intermitente, de la parte basal del Cretácico.

Se distinguen tres subniveles arcillosos bien representados y estructuralmente característicos:

a) *Subnivel superior* (fotorradiografías M.2, M.4 M.5). Se trata de un nivel muy heterogéneo. Con zonas fosilíferas, inclusiones nodulosas de piritas, granos de ámbar y microlaminación estratiforme persistente pero irregular.

b) *Subnivel medio* (fotorradiografías M.6 y M.7). Constituye éste un subnivel poco heterogéneo y en el que el carácter de estas heterogeneidades estratiformes es muy persistente. Hay alguna inclusión de pirita-marcasita de forma notablemente aplanada; existen frecuentes y extensos lechos estratiformes, constituidos por partículas arenosas de pirita y marcasita.

c) *Subnivel inferior* (fotorradiografía M.10). Parecido al subnivel medio. Contiene, no obstante, más inclusiones de pirita y ámbar. Las heterogeneidades en forma de laminaciones estratiformes son menos marcadas.

CONCLUSIONES

— El estudio radiográfico permitió destacar perfectamente el *carácter, distribución e índole* de las estructuras primarias de estos materiales.

— En el orden *geotécnico* se pudo destacar como al carácter negativo que estos materiales suelen tener, debido a su alto grado de plasticidad, hay que añadir el relacionado con la presencia de *substancias minerales que alteradas tienen capacidad corrosiva sobre morteros*. Es conveniente insistir en que estas sustancias, susceptibles de ser fuentes de la agresividad (1), aparecen con mucha frecuencia y (2) están íntimamente ligadas a la microestructura estratiforme de estas rocas. Esto imposibilita, prácticamente, cualquier tratamiento correctivo mediante selección de niveles o partículas.

— En el orden de sus *aplicaciones técnico-industriales*, cabe destacar que *los niveles arcillosos en su conjunto son muy heterogéneos* (existen intercala-

ciones calcáreas y arenosas) e incluso que *los subniveles, calificados de arcillosos, son también muy diversos*. Por último, el valor negativo que las inclusiones piritosas suponen.

— Juzgando el *carácter sedimentológico* de estos materiales, debemos destacar: 1) que el *factor energético* de los subniveles arcillosos es muy bajo y constante (laminaciones, planas y onduladas), si bien existen, esporádicas, alteraciones de ésta, manifestadas en las intercalaciones de carácter arenoso y calcáreo; 2) que la *alteración biológica y bioturbación*, tienen una indudable influencia en la génesis de las destacadas estructuras primarias.

BIBLIOGRAFIA

- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. y TORRES ALONSO, M. (1965): Mapa geológico 1:500.000 del NW de España. Oficina Regional de Proyectos. Ministerio de Obras Públicas.
- LLOPIS LLADO, N. (1950): Mapa geológico de los alrededores de Oviedo, escala 1:25.000. Pub. Serv. Geol. Ins. de Estudios Asturianos.
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. y TORRES ALOSO, M. (1968): Rasgos geológicos y geotécnicos de la zona urbana de Oviedo. Doc. Inv. Geol. Geotéc. Lab. Escuela de Minas, núm. 8. Oviedo.
- TORRES ALOSO, M. (1971): Estudio geotécnico general de la región central de Asturias. *Tesis doctoral. Inédita.*
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. (1972): Estudio geológico de la depresión mesoterciaria central de Asturias. *Tesis doctoral Inédita.*
- BEA BARREDO, F. (1972): Contribución al estudio geológico del tramo de arcillas negras del Cretácico inferior de la depresión mesoterciaria de Oviedo. Trabajo de licenciatura. Inédito.
- KRINITZSKY, E. L. (1970): Radiography in the Earth Sciences and soil mechanics. Plenum Press.
- CALVERT, S. E. & VEEVERS, J. J. (1962): Minor structures of unconsolidate marine sediments revealed by X-radiography. *Sedimentology.*
- HAMBLIN, W. K. (1962): X-radiography in the study of structures in homogeneous sediments.
- HARME, J. C. & FAHNESTOCK, R. K. (1965): Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation. Special Publ. Soc. of Economic Paleont. and Mineral.

Recibido: febrero de 1973.

ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Los piroxenos de las rocas de la serie alcalina. El caso de los piroxenos del volcán Teneguía, La Palma (Islas Canarias)

Por J. LOPEZ RUIZ (*)

RESUMEN

Se establecen las características y los trends de diferenciación de los piroxenos de las rocas de la serie alcalina y se discute el caso concreto de los piroxenos del Volcán Teneguía (octubre-noviembre 1971, La Palma).

Por lo que respecta al Teneguía, la existencia de dos tipos de piroxenos zonados: con núcleo de augita sódica y borde de augita diopsídica y con núcleo y borde de augita diopsídica, así como la coexistencia de kaersutita con los primeros, puede explicarse admitiendo que en la cámara magmática existían al comenzar la cristalización dos sectores con diferente presión de volátiles. En el sector con mayor presión se originaron los núcleos de augita sódica y la kaersutita, mientras que en el sector con menor presión cristalizaron los núcleos de augita diopsídica y el olivino. Posteriormente, coincidiendo quizá con la apertura del conducto emisivo, tuvo lugar un descenso de la presión de volátiles y en estas nuevas condiciones se completó la cristalización de los piroxenos, apareciendo las zonas de borde—augítico diopsídicas—en ambos tipos de cristales.

Estos datos confirman la influencia que las condiciones de cristalización, especialmente la presión de volátiles, ejercen sobre la composición de los piroxenos, pudiendo aparecer piroxenos típicos de rocas alcalinas intrusivas en rocas volcánicas si la cristalización tiene lugar a una relativamente elevada presión de volátiles.

ABSTRACT

The features and the differentiation trends of pyroxenes of alkali rocks are reported here, and a special discussion for the pyroxenes of Teneguía Volcano (October-November, 1971, La Palma), is established.

Concerning the Teneguía, the occurrence of two types of zoned pyroxenes: a) with a core of soda augite and a rim of diopsidic augite; b) with both core and rim of diopsidic augite, as well as the coexistence of kaersutite with the former, can be explained if we admit a magma chamber in which two zones under different volatile pressure existed at the beginning of crystallization. In the zone under a greater pressure soda augite and kaersutite were formed while the core of diopsidic augite and olivine crystallized in the zone under a lower pressure. Later on, probably when the emission conduit was opened, a descent of volatile pressure took place, and under these new conditions pyroxenes crystallization was completed, appearing the diopsidic augite rim zones in both types of crystals.

These data confirm the influence that the conditions of crystallization, specially the volatile pressure, have on the pyroxenes composition, so being possible to find pyroxenes typical of intrusive alkali rocks in volcanic rocks, if the crystallization has place under relatively high volatile pressure.

INTRODUCCIÓN

La existencia de por lo menos tres series de rocas ígneas: alcalina, toleítica y calco-alcalina es un hecho aceptado desde hace unos años por todos los autores.

El magma originario de cada una de estas series

(si se exceptúa el de la serie calco-alcalina), así como cada una de ellas considerada en conjunto, tienen unas características químicas y mineralógicas bien definidas, a partir de las cuales se han podido establecer criterios que permiten diferenciar cada una de las series. De estos criterios, uno de los más utilizados es el de la composición de los piroxenos.

En este trabajo se establecen las características

de los piroxenos de la serie alcalina y se discute el caso concreto de los piroxenos de los basaltos del Volcán Teneguía, La Palma, los cuales confirman la influencia que las condiciones de cristalización, especialmente la presión de volátiles, ejercen sobre la composición de los mismos.

NATURALEZA DE LOS PIROXENOS DE LAS ROCAS DE LA SERIE ALCALINA

Las rocas de la serie alcalina se caracterizan por la existencia de un piroxeno rico en Ca, lo cual las diferencia de las rocas de las series toleítica y calco-alcalina, en las que, al menos en los términos menos diferenciados, pueden coexistir un piroxeno rico en Ca (aunque en general menos que el de la serie alcalina) con otro pobre en Ca.

Los piroxenos de la serie alcalina se caracterizan además por tener unas concentraciones de Al y Ti (Kushiro, 1960; Lebas, 1962 y Verhoogen, 1962), así como de Na (Yagi, 1953, 1966; Lebas, 1962 y Carmichael, 1962) más elevadas que los piroxenos correspondientes de las otras dos series.

De acuerdo con los trabajos citados, la entrada de Ti en la estructura de los piroxenos está estrechamente relacionada con la entrada de Al en la misma, viéndose favorecida si éste ocupa posiciones tetraédricas. A su vez la entrada de Al viene condicionada por un defecto de Si en el magma, aunque la temperatura y la presión bajo las cuales tiene lugar la cristalización de estos minerales también ejercen influencia.

De todos los factores considerados, la subsaturación del magma es el que controla más directamente la composición de los piroxenos, aceptándose que un progresivo empobrecimiento del contenido en sílice del magma favorece la entrada de molécula de Tschermak ($\text{CaAl}_2\text{SiO}_6$) en los piroxenos en lugar de en la plagioclasa (Brown, 1967).

Teniendo en cuenta las características de los piroxenos de la serie alcalina (especialmente sus concentraciones en Al, Ti y Na), resulta evidente que el tetraedro Di-Hd-En-Fs, que tan explícitamente pone de manifiesto la variación de composición de los piroxenos de la serie toleítica, no refleja exactamente la evolución de los piroxenos de las rocas alcalinas. Por ello, Yagi (1953) y Yoder y Tilley (1962) han propuesto la utilización de diagramas $(\text{Di} + \text{En}) - (\text{Hd} + \text{Fs}) - (\text{Ac} + \text{Jd})$ y $\text{Di} - \text{Hd} - (\text{Ac} + \text{Jd})$, respectivamente y Carmichael (1962), la utilización de un sencillo diagrama $\text{Mg} - (\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}) -$

$-(\text{Na} + \text{K})$, para el que no es necesario calcular la arbitraria formación de las moléculas standard de piroxeno, como en los dos casos anteriores.

Hasta hace unos años se admitía que los piroxenos de las rocas de la serie alcalina presentaban, a diferencia de los de las rocas de la serie toleítica, una relativamente pequeña variación de composición con la diferenciación. Sin embargo, recientemente con la utilización de la microsonda electrónica, la cual ha permitido determinar la composición de las distintas zonas de un mismo cristal, se ha puesto de manifiesto que en los piroxenos cálcicos de la serie alcalina, la sustitución $\text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ puede llegar a ser tan importante como en los piroxenos de la serie toleítica (Gibb, 1971, y Frisch, 1973) (figura 1).

Si se utiliza un diagrama en el que se refleje la

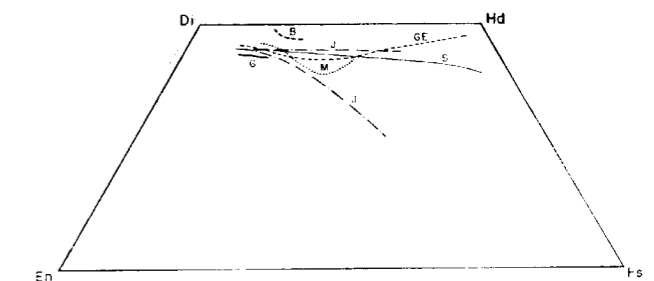


Figura 1

Trends de diferenciación de los clinopiroxenos cálcicos de la serie alcalina B: sill de Black Jack (Wilkinson, 1957); G: Isla de Gough (Le Maitre, 1962); J: rocas alcalinas de Japón (Aoki, 1964); M: Morotu (Yagi, 1953, 1966); GE: sill de Garbh Eilean, islas Shiant (Gibb, 1970) y S: intrusión de Shefford, Quebec (Frisch, 1973)

concentración de Na, como por ejemplo el $\text{Mg} - \text{Fe}^{2+} - \text{Na}$ (fig. 2), se pone de manifiesto que en unas rocas alcalinas (por ejemplo, las rocas volcánicas del Japón) los piroxenos sólo presentan una sustitución $\text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ con la diferenciación, mientras que en otras (por ejemplo, las rocas de Morotu) los piroxenos presentan una sustitución $\text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ en los primeros y medianos estadios de la diferenciación y una sustitución $\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Na} \cdot \text{Fe}^{3+}$ en sus últimos estadios.

De todos estos datos se deduce que los piroxenos de las rocas alcalinas pueden presentar un rango de variación de composición tan amplio como los de las rocas toleíticas, aunque sus trends de variación no son coincidentes. En efecto, mientras los piroxenos cálcicos de las rocas plutónicas toleíticas presentan una variación $\text{Mg} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ casi total y por lo que respecta al contenido en Ca una ca-

(*) Instituto Geológico y Minero de España.

racterística inflexión hacia los estadios medios de la diferenciación (por ejemplo, Brown, 1957; Brown y Vincent, 1963 y Atkins, 1969), los de las rocas plutónicas alcalinas se van enriqueciendo progresivamente en Na y Fe³⁺ y por consiguiente pasan del campo diópsido-hedenbergita al campo aegirina-jadeita. Por lo que respecta a los piroxenos de las rocas volcánicas, los de la serie toleítica tienden, en general, hacia una augita subcálcica (por ejem-

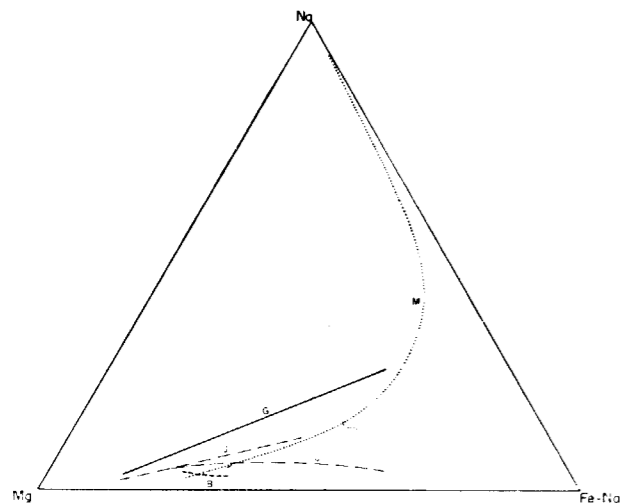


Figura 2

Trends de diferenciación de los clinopiroxenos de la serie alcalina. B: sill de Black Jack (Wilkinson, 1957); G: isla de Gough (La Maitre, 1962); J: rocas alcalinas de Japón (Aoki, 1964), y M: Morotu (Yagi, 1953, 1966)

plo, Muir y Tilley, 1963), mientras que los de las series alcalinas siguen un trend sensiblemente paralelo a la línea Di-Hd.

Teniendo en cuenta estas variaciones de composición, Aoki (1964) estableció tres tendencias de diferenciación en los piroxenos de las rocas alcalinas:

- 1) augita diopsídica-augita-ferroaugita-hedenbergita.
- 2) augita diopsídica-augita-ferropigeonita.
- 3) augita diopsídica-augita sódica-augita aegirina-aegirina.

las cuales son controladas fundamentalmente por la presión parcial de oxígeno del magma basáltico alcalino.

Puesto que normalmente los magmas alcalinos volcánicos tienen una relativamente baja concentración de volátiles (especialmente de agua), la cristalización tendrá lugar a baja PO₂, y por consiguiente los piroxenos de las rocas volcánicas alcalinas

pertenecerán a los dos primeros trends de diferenciación, y más concretamente al primero, puesto que el segundo es raro. Por el contrario, en las rocas plutónicas alcalinas, los componentes volátiles juegan un papel importante y en ellas predomina en general el tercer trend de diferenciación.

Anteriormente se expuso que el carácter aluminico-titanífero de los piroxenos de las rocas alcalinas era consecuencia de la entrada de molécula de Tschermak en estos minerales en lugar de en la plagioclasa. De acuerdo con esto, si en un magma alcalino tiene lugar la removilización de esta molécula antes de que cristalice el piroxeno, éstos no serán aluminico-titaníferos, es decir, no serán típicos piroxenos alcalinos.

Los estudios experimentales sobre sistemas basálticos han puesto de manifiesto que el orden de aparición de las distintas fases mineralógicas viene condicionado por las condiciones de PO₂. Así, en un sistema anhidro, a 1 atm., la plagioclasa cristaliza antes que el piroxeno (Yoder y Tilley, 1962), mientras que en el mismo sistema a 2 Kb de P_{H₂O}, la plagioclasa cristaliza después que el piroxeno (Nesbitt y Hamilton, 1970).

De acuerdo con estos datos, en los magmas basálticos alcalinos que cristalicen bajo una cierta presión de volátiles, el piroxeno precederá a la plagioclasa y por consiguiente tendrá una elevada proporción de molécula de Tschermak y en consecuencia de Ti. Por el contrario, en los magmas alcalinos que cristalicen bajo débil presión de volátiles, podrá tener lugar una inversión en la aparición del par piroxeno-plagioclasa, cristalizando ésta antes que aquél, con lo cual la molécula de Tschermak podrá ser removilizada del líquido magmático por la fraccionación de la plagioclasa y el piroxeno que cristalice tendrá una baja proporción de Al y Ti, siendo por consiguiente su composición semejante a la de los piroxenos de series toleíticas (Barberi et al., 1971).

Afortunadamente, esta anomalía sólo podrá darse en magmas basálticos subsaturados cuya cristalización tenga lugar en condiciones extremas (muy baja presión de oxígeno), por lo que la composición de los piroxenos es, salvo casos muy excepcionales, un excelente criterio para distinguir el carácter alcalino o toleítico de las series magmáticas.

LOS PIROXENOS DEL VOLCÁN TENEGUÍA

El Volcán Teneguía hizo erupción en la Isla de La Palma en octubre-noviembre de 1971. Los ma-

CUADRO I

Análisis químicos de clinopiroxenos del Volcán Teneguía, La Palma

	1a	1b	2a	2b
SiO ₂	43,64	46,35	48,24	49,13
Al ₂ O ₃	8,18	5,69	6,88	5,82
FeO (*)	9,82	8,00	7,49	7,67
MnO	0,26	0,13	0,06	0,10
MgO	11,89	15,77	16,31	15,15
CaO	22,72	22,73	20,11	19,80
Na ₂ O	1,21	0,60	0,60	0,50
TiO ₂	2,51	2,67	1,67	2,62
TOTAL	100,23	101,94	101,36	100,78
Si	1,666	1,717	1,767	1,805
Al	0,334	0,248	0,233	0,195
Ti	—	0,035	—	—
Al	0,034	—	0,065	0,057
Ti	0,072	0,039	0,045	0,073
Mg	0,676	0,870	0,889	0,829
Fe ²⁺	0,313	0,248	0,228	0,235
Mn	0,008	0,004	0,001	0,002
Na	0,089	0,043	0,021	0,018
Ca	0,929	0,902	0,787	0,779
En	35,3	43,1	46,7	45,0
Fs	16,3	12,3	12,0	12,8
Wo	48,4	44,6	41,3	42,2

- 1a. (43.458 I.L.M.). Augita sódica. Núcleo de un fenocristal de basalto piroxénico-anfibólico.
- 1b. (43.458 I.L.M.). Augita diopsídica. Borde del mismo.
- 2a. (43.441 I.L.M.). Augita diopsídica. Núcleo de un fenocristal de basalto piroxénico-olivínico.
- 2b. (43.441 I.L.M.). Augita diopsídica. Borde del mismo.
- (*) Todo el Fe, como FeO.
- Anal.: J. López-Ruiz.

teriales arrojados por el mismo corresponden a basaltos piroxénico-anfibólicos con olivino subordinado y a basaltos piroxénico-olivínicos con anfíbol subordinado.

En general, los basaltos piroxénico-anfibólicos hicieron extrusión al principio de la erupción como lavas en bloque, mientras que los basaltos piroxénico-olivínicos fueron emitidos en un segundo período, caracterizado por lavas más fluidas (Fernández Santín et al., en prensa).

En los dos tipos petrográficos el clinopiroxeno es el mineral más abundante. Frecuentemente está zonado, presentando en los basaltos piroxénico-

anfibólicos un núcleo verdoso y una zona periférica débilmente rosada, mientras que en los basaltos piroxénico-olivínicos las dos zonas son débilmente rosadas, siendo muy pequeñas sus diferencias de color y birrefringencia.

La composición química, determinada con microsonda electrónica, del centro y borde en ambos tipos de cristales zonados (Cuadro I), pone de manifiesto que las zonas centrales de color verde corresponden a augita sódica, mientras que las zonas de borde de ambos tipos, así como el centro de los cristales que aparecen fundamentalmente en los basaltos piroxénico-olivínicos, corresponden a augita diopsídica. Asimismo, puede observarse los rela-

tivamente elevados porcentajes de Al_2O_3 y TiO_2 que presentan estos piroxenos.

De acuerdo con lo expuesto en la primera parte de este trabajo, y aceptando que estos cristales se han generado por crecimiento simple, es decir, que la zona central se originó antes que al externa, los núcleos de augita sódica (Cuadro I, núm. 1a), con un elevado contenido de Al_2O_3 , debieron de cristalizar en unas condiciones de elevada presión de volátiles, mientras que los núcleos de augita diopsídica (Cuadro I, núm. 2a) y las zonas de borde de ambos tipos de fenocristales (Cuadro I, núms. 1b y 2b), debieron de hacerlo bajo una presión de volátiles cada vez más baja.

La presencia de estos dos tipos de piroxenos zonados, así como la aparición de kaersutita en los basaltos que primeramente hicieron extrusión, puede explicarse si se admite que en la cámara magmática existían al comenzar la cristalización dos sectores con diferente presión de volátiles. En el sector con mayor presión, se originaron los núcleos de augita sódica y la kaersutita, mientras que en el sector con menor presión de volátiles cristalizaron los núcleos de augita diopsídica y el olivino. Posteriormente, coincidiendo quizá con la apertura del conducto emisor, tuvo lugar un descenso de la presión de volátiles y en estas nuevas condiciones se completó la cristalización de los piroxenos, apareciendo las zonas de borde de ambos tipos de cristales.

Estos datos confirman la influencia que en los magmas basálticos alcalinos ejercen las condiciones de cristalización sobre la composición de los piroxenos, pudiendo llegar a aparecer piroxenos típicos de rocas alcalinas intrusivas en rocas volcánicas que han cristalizado a relativamente elevada presión de volátiles.

BIBLIOGRAFIA

- AOKI, K. I. (1964): "Clinopyroxenes from alkaline rocks of Japan". *Amer. Mineral.* 49, 1.199-1.223.
 ATKINS, F. B. (1969): "Pyroxenes of the Bushveld intrusion, South Africa". *J. Petrology*, 10, 222-249.
 BARBERI, F., BIZOUARD, H. y VARET, J. (1971): "Nature of the Clinopyroxene and iron enrichment in alkaline and transitional basaltic magmas". *Contr. Mineral. and Petrol.* 33, 93-107.

- BROWN, G. M. (1957): "Pyroxenes from the early and middle stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland". *Miner. Mag.*, 31, 511-543.
 BROWN, G. M. (1967): "Mineralogy of basaltic rocks". In: *Basalts* (H. H. Hess and A. Poldevaart, edit.). Interscience, New York, 103-162.
 BROWN, G. M. y VINCENT, E. A. (1963): "Pyroxenes from late stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland". *J. Petrology*, 4, 175-197.
 CARMICHAEL, I. S. E. (1962): "Pantelleritic liquids and their phenocrysts". *Miner. Mag.*, 33, 86-113.
 FERNÁNDEZ SANTÍN S., HERNÁN, F., NAVARRO, L. F. y PLIEGO, D.: "Petrographic study of basaltic materials emitted by Teneguia volcano (La Palma, Islas Canarias)". *Est. Geol.* (en prensa).
 FRISCH, T. (1973): "Clinopyroxenes from Shefferd Mountain. A Monteregian intrusion in Southern Quebec". *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 84, 649-656.
 GIBB, F. G. B. (1971): "Clinopyroxenes crystallization from a basic magma of alkaline affinity". *Nature Phys. Sci.*, 230, 153-154.
 KUSHIRO, I. (1964): "Si-Al relation in clinopyroxenes from igneous rocks". *Amer. J. Sci.*, 258, 548-554.
 LEBAS, M. J. (1962): "The role of aluminium in igneous clinopyroxenes with relation their parentage". *Amer. J. Sci.*, 260, 267-288.
 LE MAITRE, R. W. (1962): "Petrology of volcanic rocks, Gough Island, South Atlantic". *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 73, 1.309-1.340.
 MUIR, I. D. y TILLEY, C. E. (1963): "Contribution to the petrology of hawaiian basalts. II. the tholeiitic basalts of Mauna Loa and Kilauea". *Amer. J. Sci.*, 261, 111-128.
 NESBITT, R. W. y HAMILTON, D. L. (1970): "Crystallization of an alkali-olivine basalt under controlled PO_2 , PH_2O conditions". *Phys. Earth Planet. Interior*, 3, 309-315.
 VERHOOGEN, J. (1962): "Distribution of titanium between silicates and oxides in igneous rocks". *Amer. J. Sci.*, 260, 211-220.
 WILKINSON, J. F. G. (1957): "The clinopyroxenes of a differentiated teschenite sill near Gunnedah, New South Wales". *Geol. Mag.*, 94, 123-135.
 YAGI, K. (1953): "Petrochemical studies on the alkalic rocks of the Morotu district, Sakhalin". *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 64, 769-810.
 YAGI, K. (1966): "The system acmite-diopside and its bearing on the stability relations of natural pyroxenes of the acmite-hedenbergite-diopside series". *Amer. Mineral.*, 51-, 9761.000.
 YODER, H. S. y TILLEY, C. E. (1962): "Origin of basalt magma: an experimental study of natural and synthetic rock system". *J. Petrology*, 3, 342-532.

Recibido: Julio de 1973.



INFORMACION

Realización por el Instituto Geológico y Minero de España, del Programa Nacional de Investigación Minera (*)

El instinto de satisfacer sus necesidades materiales es primordial en el hombre y le ha impulsado a organizarse y colaborar con sus semejantes para lograr producir el mayor número posible de bienes y servicios.

Esta organización humana para fines económicos ha progresado lentamente a lo largo de la Historia, creando paso a paso lo que hoy conocemos por Economía con mayúscula. Como tal ciencia tiene relativamente pocos años, pero ha alcanzado tal importancia que preocupa, no sólo a las élites directivas del Mundo, sino al propio hombre de la calle.

Con el fin de aprovechar al máximo los esfuerzos individuales y los recursos disponibles, y lograr el óptimo resultado, se generalizan en nuestro siglo las Planificaciones Económicas a nivel regional y nacional. Se olvida el sentido liberal que dominaba la Economía del siglo XIX, y la primera parte del XX, utilizándose esta planificación por los propios Estados, hasta los de organización menos intervencionista o socialista, para ordenar el desarrollo de su territorio mediante la aplicación de los recursos disponibles en mayor o menor grado a los diversos sectores de la actividad nacional, y lograr unos fines predeterminados que, en general, son los de un desarrollo armónico y rápido de las economías.

Esta planificación económica del conjunto nacional empieza en España con el I Plan de Desarrollo Económico y Social, que se inicia en el cuatrienio 1964-1967.

La planificación ordenada del desarrollo de los recursos mineros no podían quedar al margen de estos Planes de Desarrollo. La Ley que aprobó el II Plan (apartado a), artículo 6.º) obliga al Gobierno a prestar atención a la Investigación minera, diciendo expresamente: "Se concederá especial atención a los recursos naturales mediante la elaboración de un Programa Nacional de Investigación Minera."

Este imperativo legal es el punto de partida del que

(*) Conferencia pronunciada por el Director del Instituto Geológico y Minero de España, señor Izaguirre Rimel, en la inauguración del I Ciclo de Conferencias-Coloquio sobre gestión y control de Proyectos en Ingeniería. (E. T. S. de I. de M. de Madrid.).

todos conocéis con el nombre de Plan Nacional de la Minería. En base a él, la Comisaría del Plan de Desarrollo solicitó del Ministerio de Industria la elaboración de este Programa Nacional de Investigación Minera. Se trataba de establecer un inventario de los recursos mineros del país y, a partir de él, programar los trabajos de investigación que permitieran llegar a conocer las reservas económicamente explotables de cada sustancia, para sobre esta base planificar su explotación.

Es evidente que no considerar simultáneamente la segunda fase del Ciclo Minero, que es la explotación, nos hubiera llevado a un conocimiento, sin duda muy valioso, de nuestros recursos, pero retrasaría el desarrollo de conjunto de la minería española. Nació así la convicción de que era necesario un segundo Programa Nacional de Explotación Minera, que coordinara ésta con la investigación de recursos. Ambas actividades están estrechamente ligadas por factores de tipo económico (desde los costes de explotación a los precios de venta), y de tipo comercial (importación y exportación).

Ambos programas se encontraban condicionados por una legislación minera que, pese a su solera y eficacia, estaba poco acorde con la moderna tecnología de investigación y explotación minera. Se hacía evidente la necesidad de un Tercer Programa de Actualización Legislativa.

Finalmente, no podía olvidarse el aspecto social en esta planificación. Se echaba de menos un estudio detallado y una puesta al día de la política social minera, recogiendo y ordenando lo mucho positivo que se había logrado en los últimos decenios, especialmente en cuanto se refiere a salubridad y seguridad en el trabajo. Se añadió, por esto, a los anteriores, el Programa de Política Social Minera.

Esta es, en síntesis, la génesis del Plan Nacional de la Minería y de sus cuatro programas básicos:

- Programa Nacional de Investigación Minera.
- Programa Nacional de Explotación Minera.
- Programa de Actualización de la Legislación Minera.
- Programa de Política Social Minera.

Los años 1969 y 1970 quedarán en nuestra "pequeña historia" minera como los primeros en que España em-

pieza a tener conciencia de la necesidad de considerar, con óptica nacional, su minería y los de realización del primer plan general de su historia, para el desarrollo de estas actividades.

En la elaboración de los programas del Plan Nacional de Minería intervienen cientos de técnicos, especialmente ingenieros de Minas, que estudian, recopilan y resumen millones de datos diversos. Funcionarios de la Administración, Directivos y Técnicos de empresas privadas, profesores universitarios, geólogos, economistas, juristas, etc., rivalizan en esfuerzo y desinterés para elaborar esta planificación, que se plasma en una publicación de 29 tomos y un sin número de monografías y estudios diversos.

El efecto de este extraordinario esfuerzo culmina en la inclusión del Plan Nacional de la Minería en el III Plan de Desarrollo, actualmente en marcha. El país acaba por darse cuenta, cuando se le expone con eficacia, que España tiene unos recursos mineros muy importantes, objeto de explotación desde los albores de la Civilización, y aún muy lejos de estar agotados; que estos recursos, hasta ahora apenas han sido investigados, tal vez debido a su abundancia (no nos preocupaba lo que abunda) y que el desfase entre el enorme desarrollo de la industria transformadora en los últimos años, y el pequeño desarrollo de la minería, o más bien estancamiento, no puede continuar. (Recordad que España, que era un famoso país exportador de minerales, tuvo en 1972 un saldo negativo en su comercio exterior de minerales, rocas, metales y combustibles de 70.000 millones de pesetas.)

El III Plan de Desarrollo, como os decía, toma en consideración nuestro Primer Plan Nacional de la Minería, y lo que es más importante, obliga al Estado a seguirlo actualizando en los Planes de Desarrollo sucesivos. Más aún, consciente de que el ciclo minero no acaba con la explotación, ordena al Ministerio de Industria la inclusión de un nuevo Programa de Revalorización de la Minería, que tiene por fin fundamental la planificación del enriquecimiento de los minerales brutos obtenidos, para adecuarlos a las necesidades de la industria, que cada vez reclama mejores calidades, y permitirles competir con los minerales de calidad extranjeros que invaden nuestras factorías, mientras muchas de nuestras reservas o no se explotan o se malvenden por esta falta de comercialización adecuada.

El ciclo minero Investigación-Explotación-Comercialización, queda así completo.

Unas pocas palabras sobre el Programa Nacional de Explotación Minera, el Programa de Legislación y el de Política Social, para después centrar nuestra atención en el Programa Nacional de Investigación Minera, objeto de esta conferencia.

El Programa Nacional de Explotación Minera se elabora para servir de base a la política del Gobierno en el desarrollo de la producción minera. Es, sin duda, el Plan más difícil de llevar a la práctica, porque sólo es indicativo para la actividad privada, principal protagonista de la actividad minera explotadora. El Estado en este caso no

puede hacer más que fomentar esta actividad con su política de estímulo a través de acciones concertadas, medidas protectoras, etc. El Programa fijará unos objetivos de producción y mejora de explotaciones, que tratan de cumplirse sin decisivas herramientas de actuación.

El Programa Legislativo está dando actualmente su fruto principal: La Ley de Minas, que hoy en día discuten las Cortes y cuya influencia en el incremento de la actividad minera, será sin duda muy importante. El nuevo Reglamento de Policía Minera es la otra pieza básica de este Programa, que actualizará el actual, que pese a ser muy bueno, es de 1934, y la técnica minera ha evolucionado mucho desde entonces.

El Programa de Política Social se centra básicamente en lo que compete al Ministerio de Industria, en el estudio general de las explotaciones españolas (minas y canteras), para deducir su estado de seguridad actual y proponer medidas que puedan contribuir a su mejora. El año 1972 se ha cubierto Galicia y las provincias de Zamora, Salamanca y Valladolid; este año de 1973 se estudian 12 provincias más, y al final del cuatrienio se habrá estudiado el país entero.

Pasemos ahora a considerar qué es, cómo se elaboró y qué resultados va obteniendo el Programa Nacional de Investigación Minera.

El Programa Nacional de Investigación Minera es vinculativo para la Administración, y el IGME es el principal Organismo que lo elaboró y lo desarrolla mediante los recursos financieros que el Plan de Desarrollo puso a su disposición.

Conviene, ante todo, que hagamos un esquema de los planes sectoriales que comprende. Son básicamente cuatro:

- El de investigación de recursos minerales en todo el territorio nacional y su plataforma costera.
- El de cartografía geológica moderna (MAGNA).
- El de investigación de aguas subterráneas (PIAS).
- El de investigaciones geotécnicas (PINGEON).

Este último se subdivide en varias actividades, que después detallaremos: rocas industriales, cartografía geotécnica e investigación tecnológica aplicada a la minería.

Pasemos ahora a considerar cómo se escalonaron y coordinaron los estudios que han conducido a la elaboración completa del Programa Nacional de Investigación Minera.

Empecemos con el Plan de Investigación de sustancias minerales. Era indudable que, dada la inmensa variedad de recursos mineros de nuestro país, un plan que comprendiera todas las sustancias existentes era irrealizable, llevando a una dispersión de esfuerzos muy peligrosa, dados los medios siempre limitados para llevar las investigaciones a la práctica.

Se necesitaba limitar el número de sustancias a las más importantes para la economía española, mediante un Estudio de Economía y Mercados.

Para ello se analizaron los consumos y producciones de 110 sustancias minerales en los diez años anteriores. En el estudio del consumo se tuvo en cuenta no solamen-

te el de las sustancias minerales producidas en España o importadas en su estado natural, sino también el mineral incorporado a los semiproductos objeto de importación.

Estos datos estadísticos sirvieron de base de partida para establecer las previsiones de evolución de las demandas de estas 110 sustancias, en el decenio de 1970 a 1980, a través de los diferentes parámetros que determinan esta demanda: desarrollo industrial y económico de España, evolución tecnológica previsible, efecto de los precios de coste en la sustitución de sustancias, etc. Igualmente se hizo la correspondiente previsión de evolución de la producción nacional teniendo en cuenta las reservas conocidas, la evolución mundial de los precios, el precio de coste de la extracción de los minerales, etc.

En base a la información obtenida se llegó, finalmente, a determinar un grupo de 21 sustancias que se consideraron prioritarias, desde el punto de vista económico a efectos de su investigación y explotación. Las sustancias prioritarias resultaron ser las siguientes:

Hulla coquizable, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Al, Ni, Sn, W, Ti, Bi, U, Hg, piritas, fosfatos, sales potásicas. (fluorita, sal común, Au y Ag.

La selección no prejuzga en forma absoluta que todas deban entrar en el plan de investigación, ni tampoco que todas las excluidas deban excluirse. En algunos casos, las medidas necesarias para el desarrollo de su explotación, son más bien de ordenación de la explotación actual. Tampoco constituye un coto cerrado, sino más bien un punto de partida que deberá perfeccionarse y adaptarse en el futuro.

Para el sector de rocas industriales considerado en el Pingeon, se efectuó un estudio estadístico semejante de evolución de la oferta y la demanda, y una previsión de la evolución futura de esta demanda de los principales sectores consumidores: cemento y derivados (cales, yesos), industrias de la piedra natural, industrias cerámicas, materiales refractarios, abrasivos, vidrios, áridos, etc.

Nuestro país ofrece inmejorables perspectivas para satisfacer los importantes aumentos previstos de la demanda. Caso de la industria del cemento, del fibrocemento (escasea mucho el amianto), vidrio, cerámica, etc.

Tan importantes como las conclusiones a nivel de sustancias resultan, en este estudio de rocas industriales, las previsiones a nivel regional. Los yacimientos condicionan generalmente, la localización de las industrias que usan estas materias primas.

Determinadas las sustancias preferentes, el segundo paso era un estudio detallado y completo de los yacimientos y explotaciones conocidos, que permitiera determinar las regiones del país con más posibilidades de contener reservas aprovechables, y que deberían ser reconocidas preferentemente.

Para ordenar metódicamente el estudio era preciso contar con un archivo minero completo, en fichas normalizadas, en cada una de las cuales se contendrían 166 datos diferentes, referentes a las características genéticas, geológicas, mineras, geográficas, etc., de todos los yacimientos,

permisos de investigación y explotaciones existentes en el país. La principal fuente de información lo constituyeron los archivos de la propia Administración de las empresas mineras, los estudios monográficos de investigaciones anteriores y las bibliografías más características.

Los resultados se reunieron en una ficha resumen apta para ser procesada en ordenador. Conteníala información de 14.822 CE, 2.205 PI, 3.500 indicios. El número de fichas bibliográficas se elevó a 6.000. Los datos manejados superaron los 20 millones. El archivo continúa incrementándose en estos años con los datos que los estudios en ejecución van proporcionando.

El paso siguiente en esta metodología aplicada al programa de investigación minera consistió en aprovechar esta enorme información en la selección dentro de nuestra geografía, de las áreas interesantes de investigación, de cada una de las sustancias.

Este fue el objeto de los llamados Programas Sectoriales, cada uno de ellos referente a una sustancia mineral o a un grupo de sustancias de paragénesis semejantes. Se realizaron un total de 13 programas (Fe, Cu, Pb, Zn, Al, Mn, Ti, Sn-W, Bi, Hg, Ni, Au, Ag, Espato-Flúor y Sal Gema).

El objetivo final de estos estudios era una clasificación de la información disponible, que hiciera posible una exploración metódica de las principales regiones mineras de España, poniendo a disposición de la Administración o de los futuros investigadores una base de partida con los datos fundamentales de reservas conocidas, calidades del mineral, morfología y génesis de los criaderos, etc.

Además de estos estudios sectoriales, los datos del Archivo han servido para elaborar por primera vez los Mapas Metalogénicos de España. Por una parte se hicieron unos mapas esquemáticos del país a escala 1:1.500.000, con los principales yacimientos de cada sustancia, de interés orientativo.

De otra parte, se levantó el Mapa Metalogénico Nacional, a escala 1:200.000 que cubre el país con unas 90 hojas, indicando en cada una todos los indicios mineros de importancia. Su metodología de elaboración y geología tienen un extraordinario interés, así como sus aplicaciones como instrumentos de trabajo de los futuros investigadores de nuestro suelo.

En el sector de rocas industriales, la planificación, que como indicamos antes fue también precedida de un estudio de mercados, se orientó hacia el objetivo de lograr un inventario completo de reservas y calidades, de las consideradas como de interés preferente, desde el punto de vista industrial y económico.

Este trabajo se escalonó en tres acciones distintas:

- El Mapa Nacional de Rocas Industriales, a escala de 1:200.000, donde en forma clara se detallarían los yacimientos y explotaciones existentes.
- Los Estudios Sectoriales de una roca o grupo de rocas interesantes para una actividad determinada y referidos a las zonas más interesantes del país, por la calidad de sus reservas o la demanda intensa. Los

principales estudios sectoriales son los de yesos, áridos, rocas de construcción y ornamentación y rocas para las industrias de cerámica y vidrio.

— El Archivo Nacional de Rocas Industriales, donde con metodología semejante a la utilizada en la confección del Archivo Minero, se reunieron los datos de las canteras españolas. El total de las consideradas en la planificación fueron las correspondientes a 10.096 canteras, que se sigue incrementando con las que los propios estudios van proporcionando.

Estos son, muy esquemáticamente expresados, los sucesivos pasos que condujeron a planificar el capítulo más importante del Programa Nacional de Investigación Minera, el referente a la investigación de sustancias minerales y rocas industriales.

Pasemos ahora a describir el programa de cartografía geológica, conocido con el nombre de "Marca registrada", ya popularizado en el ambiente geológico-minero, de Plan MAGNA.

La cartografía geológica es indudablemente la herramienta básica de todos los estudios que constituyen el Programa Nacional de Investigación Minera, que básicamente son actividades de "Geología Aplicada".

El mapa geológico de España a escala 1:50.000, ha sido a lo largo de los casi ciento veinticinco años de vida del IGME, objeto de su atención y primera causa de la creación de este Organismo en 1849, con la denominación de "Comisión para la Ejecución de la Carta Geológica del Reino".

A lo largo de los años transcurridos, las reducidas dotaciones presupuestarias sólo permitieron publicar 393 hojas a esta escala, correspondientes al 35 por 100 de la superficie de nuestro país. Nos encontrábamos, al planificar el Programa Nacional de Investigación Minera, con un trabajo muy poco extenso y con una mayoría de hojas anticuadas; esto último, como consecuencia de los medios y métodos empleados en su elaboración. Quiero destacar, sin embargo, el meritorio esfuerzo y sacrificio personal de los autores de estas hojas, que con medios inadecuados, pero llenos de interés vocacional, realizaron estos trabajos.

La insuficiencia de nuestra cartografía geológica nos colocaba en una situación precaria en nuestro propósito de desarrollar, a escala nacional, la investigación minera y las demás actividades de geología aplicada. No se trataba solamente de completar la cartografía existente, era preciso planificar una segunda edición completa del mapa 1:50.000 en el plazo más breve posible y con hojas geológicas acordes con las necesidades de la técnica actual.

Como dentro de este mismo ciclo de conferencias se dará una explicación completa de este Plan MAGNA, no entraré en detalles. Sólo os digo que la planificación abarcó diferentes aspectos: modelo de mapa y normas técnicas de ejecución de las 1.200 hojas en dieciséis años, de acuerdo con detallados estudios y encuestas a nivel nacional, nueva simbología de los mapas, programa de clasificación de rocas, programa de formación simultánea

a la confección de las hojas del Archivo Nacional de Datos Geológicos para su tratamiento en ordenador, litoteca de almacenamiento de muestras, documentación complementaria, sistemas de control de trabajos de campo y laboratorio, presupuestos de ejecución, incidencia económica de la cartografía en el desarrollo del país, etc.

La realización requiere un plazo de dieciséis años, a un ritmo medio de 75 hojas/año. Por consiguiente, era necesario contar, desde ahora, con una publicación completa de la cartografía geológica española, que nos proporcionase una base de partida. Este fue el motivo de la edición del Mapa de Síntesis Geológica, a escala 1:200.000, ejemplo de colaboración entre todas las entidades estatales y privadas, que a lo largo de su vida habían realizado estudios geológicos de España. Durante la planificación del Programa Nacional de Investigación Minera, se ejecutó esta cartografía bajo la dirección del IGME, con aportación de los mejores trabajos, que en las diversas zonas de España se habían llevado a cabo por el propio IGME, las Universidades, las Empresas Nacionales, los Organismos del Estado, las Empresas privadas, etc. Ha sido uno de los mayores logros conseguidos en nuestro país sobre cartografía geológica, sirviendo como satisfactoria experiencia del espíritu de colaboración de las entidades estatales y privadas, integradas en un programa nacional.

Otro plan fundamental del Programa Nacional de Investigación Minera era el PIAS.

No es preciso que os hable aquí de la importancia del agua como elemento vital básico, de la creciente sed que siente el mundo, por la escasez cada vez mayor, de recursos de aguas utilizables y de la necesidad de ordenar su consumo con el mayor grado de aprovechamiento y el menor despilfarro posible.

Os baste dar un vistazo a la prensa diaria, para daros cuenta de que raro es el día que no aparecen en ella noticias o comentarios relacionados con el agua potable, su escasez, su distribución, su contaminación, etc.

En el balance hídrico de España, las aguas subterráneas ocupan un lugar importante, y su racional y ordenada explotación puede y debe contribuir en forma primordial a saciar nuestra "sed". Efectivamente, de los 335.000 hm³ de nuestra precipitación anual, 225.000 hm³ se evaporan sin que los podamos utilizar, el resto, 110.000 hm³, constituyen la escorrentía y la infiltración; 90.000 hm³ corren por nuestra superficie y 20.000 hm³ (20 por 100 del agua utilizable) se infiltran, rellenan nuestros acuíferos y surgen nuevamente a los ríos o van directamente al mar. El ciclo del agua se completa así, *en cifras medias*, con bruscas dispersiones según la climatología, geología y topografía de las variadas regiones de España.

La capacidad embalsadora de los acuíferos subterráneos alcanza la cifra media de 200.000 hm³, cifra que cuadruplica la de los embalses superficiales construidos más los económicamente posibles de realizar en el futuro.

En este aspecto, además de la cuantía de los recursos de agua subterránea explotable, el aprovechamiento de la

enorme capacidad embalsadora de los acuíferos es factor fundamental en el balance hídrico nacional, para evitar las pérdidas de agua al mar de los propios acuíferos y de los ríos españoles. Si los embalses subterráneos no se explotan rebajando su nivel con extracciones de verano, para que vuelvan a rellenarse por infiltración en la época de lluvias, su función reguladora es nula.

Por mandato legislativo, por ejecutoria y por vocación, el IGME y el Cuerpo de Ingenieros de Minas, dedicó a lo largo de su historia atención preferente a las aguas subterráneas, en proporción a sus posibilidades, que algunas veces fueron reducidas, pero nunca nulas. Es natural que así sea, si se tiene presente que en los estudios de aguas subterráneas, la geología, la geofísica y los trabajos mineros son las casi únicas herramientas utilizables y que las técnicas de estudio y aprovechamiento de estas aguas son tan mineras como las empleadas en la minería de los hidrocarburos, *productos de los que hasta ahora nadie ha dudado de su carácter mineral*, era, pues, natural este interés del IGME por las aguas subterráneas y su larga ejecutoria en este campo de actividad geológica, y era natural también, que la legislación encargue al Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas la investigación y conservación de los acuíferos.

Por estas razones, entre otras muchas, era preciso tener presente una "sustancia preferente" de tanta utilidad como el agua subterránea en nuestro Programa Nacional de Investigación Minera, y crear un programa especial para ellas: El PIAS.

Con anterioridad al Plan Nacional de Minería se había iniciado ya, en algunos, estudios completos regionales de aguas subterráneas. El PIAS tuvo como misión dos objetivos fundamentales:

- Una primera evaluación del potencial de las aguas subterráneas con el conjunto de los recursos hidráulicos, definiendo y delimitando los sistemas acuíferos españoles.
- La preparación de un plan de investigación de estos sistemas con la finalidad de llegar a un conocimiento completo y detallado de reservas, recursos, forma de explotación racional y protección contra agotamiento, salinización y contaminación.

Para la creación de la infraestructura hidrogeológica del país, era preciso un estudio general de la información fraccionada existente y la confección de una cartografía básica y un archivo de datos. Por ello se trabajó intensamente para llegar a la elaboración de los siguientes documentos básicos:

- Mapa Hidrogeológico Nacional a escala 1:1.000.000.
- Mapa de Lluvia Util del País.
- Mapa de Síntesis de Sistemas Acuíferos.
- Archivo Nacional de Puntos Acuíferos.

No es posible en esta conferencia entrar en más detalles sobre la creación de esta infraestructura hidrogeológica, que constituye una documentación de extraordinario interés, por ser la primera que se realiza en el país y

servir de cimiento a los estudios completos y detallados.

En la programación del plan de estudio detallado se dividió España peninsular e insular en 12 regiones coincidentes con las cuencas hidrográficas principales y, para cada una de ellas, se reunieron los datos conocidos, se planificó el trabajo y se presupuestó el coste para su escalonada ejecución.

Siguiendo el orden establecido, llegamos ahora al cuarto de los grandes planes del Programa Nacional de Investigación Minera, el que hemos llamado Pingeón.

Dos aspectos principales tiene este Plan (además de los estudios y cartografía de rocas industriales, de los que ya hemos hablado).

En primer lugar la edición del Mapa Geotécnico Nacional. El rápido desarrollo económico de España requiere una adecuada y urgente ordenación de su territorio en los aspectos urbano, industrial, agrícola y de servicios. La geología juega en esta planificación un papel destacado, pero la cartografía geológica no es suficiente para el trabajo de los técnicos de esta planificación, cuyo interés reside en disponer de una cartografía específica que aporte datos cuantitativos sobre las propiedades del terreno, sus discontinuidades, los efectos de la meteorización, las corrientes de agua subterránea, los terrenos de deposición moderna, etc.

Era preciso elaborar esta cartografía partiendo de la geología existente y aportando los datos que a los Ingenieros y Constructores les son precisos en su labor. La cartografía geotécnica se planificó en tres escalas:

- Mapa Geotécnico "General": 1:200.000.
- Mapa Geotécnico "Básico": 1:25.000.
- Mapa Geotécnico "Selectivo": 1:5.000.

El primero facilitará, dentro de los límites que impone la escala, las características físico-mecánicas generales del territorio, adecuadas para una planificación regional. Se proyecta su realización con preferencia a las demás a fin de disponer, lo antes posible, de una base indispensable que cubra totalmente el país.

El Mapa General Básico a escala 1:25.000, se proyectó para realizarlo en un orden escalonado de preferencias, ya que la realización completa es obra de muchos años (son 4.800 hojas en total), atendiendo primordialmente a las áreas que están en pleno desarrollo o reúnen condiciones geotécnicas muy desfavorables.

El Selectivo, a escala 1:5.000, es un mapa muy detallado, cuya publicación se limitará a zonas muy definidas y vitales.

El Segundo aspecto básico del PINGEON, a que antes me refería, es el de aplicación de la mecánica de rocas a los trabajos mineros. El campo de esta actividad es muy extenso y, salvo pequeños trabajos locales, inédito hasta ahora en España.

La técnica de trabajos mineros ha estado tan condicionada por la experiencia y la rutina, que más que una ciencia era un "arte". La moderna evolución de los estudios de mecánica de rocas permite tratar los múltiples

problemas mineros con criterios más científicos, basados en una investigación del comportamiento de las rocas, donde estas labores se ubican, sin perder de vista la dificultad de encajar en leyes fijas a la naturaleza que nunca nos permite conocer de forma total, los parámetros que influyen en un problema o una situación. Ni todo puede resolverse por fórmulas matemáticas deducidas en el laboratorio, ni es lógico basar exclusivamente los trabajos mineros en la experiencia. Hay una posición intermedia más razonable. España está muy atrasada en estos estudios y nuestro PINGEON intenta poner remedio a este atraso, no por un afán científico o de prestigio, sino por los efectos económicos y de mayor seguridad que sin duda se obtendrán en la explotación minera.

No es posible detallar el plan general elaborado, que abarca desde cálculos de escombreras, taludes de explotaciones a cielo abierto o sistemas de explotación, hasta ensayos de maquinaria, sistemas de fortificación, etc.

Un elemento era indispensable y fue tomado en consideración con carácter primordial: la creación de un laboratorio de ensayos en el IGME.

Hemos pasado revista a la génesis y elaboración del Plan Nacional de Minería con sus cuatro programas básicos (Programa Nacional de Investigación Minera, Programa Nacional de Explotación Minera, Legislativo, Política Social), y hemos detallado en lo posible el primero de ellos (Programa Nacional de Investigación Minera) y sus planes básicos: investigación de sustancias minerales y rocas industriales, cartografía geotécnica, aguas subterráneas, mecánica de suelos y mecánica de rocas.

Nuestro esfuerzo planificador plasmado en el Programa Nacional de Investigación Minera, dio el resultado apetecible. El III Plan de Desarrollo Económico y Social lo tomó en consideración y obtuvimos, por una parte, los créditos necesarios para su desarrollo a lo largo del cuatrienio 1972-1975 y, por otra, la obligación impuesta por la propia Ley del Plan, de actualizar el Plan Nacional de Minería ante el IV Plan de Desarrollo Económico y Social, asegurando así la necesaria continuidad en sus trabajos y, complementando el ciclo minero de investigación, explotación, con un nuevo programa de comercialización (el PREMIN).

Pero no debo terminar sin antes hacer un breve balance de lo realizado en el primer año de puesta en práctica del programa Nacional de Investigación Minera, el año 1972. De no hacerlo así, os iríais de esta conferencia con un empacho de planificación y la sospecha irónica de que todo ha sido "mucho ruido y pocas nueces". Os explicaré brevemente cuál ha sido la labor del IGME y sus empresas colaboradoras en este primer año. Es decir, en la hora que los toreros llaman de "la verdad".

Se trabajó en el estudio de los minerales de hierro del Suroeste, Noroeste, Málaga y la zona Alquife-Marquesado; los de Sn-W en Vitigudino, Verín y Silleda-Beariz; los de Pb-Zn en Cartagena, Azuaga y Loma Charra; las bauxitas de Fuentespalda y Llacuna; los macizos ultrabásicos de Málaga y sus posibilidades de Ni; los filones de Ag

de Hiendelaencina; los lignitos de Meirama; las turbas de Aranda de Duero; la plataforma submarina de Huelva y se hace el estudio geoquímico de la red hidrográfica de Cáceres y Salamanca.

Como os decía, muchas de estas investigaciones continúan aún y otras han terminado. En algunas hemos llegado a resultados poco interesantes, y en otras a resultados altamente positivos.

Entre estas últimas podemos citar la fijación de las reservas de hierros del SO en 74 millones de toneladas de magnetita explotable y concentrable, con un importante contenido en cobre; el proyecto acabó en 1972 y se había iniciado en años anteriores partiendo de un conocimiento de reservas de 11 millones de toneladas.

Otro proyecto terminado, que también arranca de años anteriores al III Plan, es el de Cartagena, donde se descubrió un nuevo yacimiento de Zn en forma de carbono complejo explotable a cielo abierto, con un volumen total de 165.000 toneladas de metal contenido, y la cubicación de unas reservas supletorias en La Unión, de 95.000 toneladas de plomo metal, que incrementan las conocidas en la zona en un 31 por 100.

La cubicación de 50 millones de toneladas de lignitos en Meirama, desconocidas hasta el presente, con un recubrimiento de nueve metros de arcillas, y cuyo beneficio de extracción superará en mucho a todos los fondos que el Plan de Desarrollo nos ha destinado a la realización del Programa Nacional de Investigación Minera en estos cuatro años.

La cubicación de 11 millones de metros cúbicos de turbas en Aranda, con un enorme valor para la agricultura.

El no citar resultados de otras investigaciones mineras no lo interpretéis como señal de que no han dado resultados positivos. Considero prematuro hablar de otros varios trabajos, pese a que las informaciones obtenidas hasta el momento son muy interesante desde el punto de vista económico.

El balance altamente positivo, apoya la idea de que *España está muy poco investigada minieramente y que aún queda mucho por descubrir a poco que nos esforcemos en hacerlo seriamente.*

En el capítulo de rocas industriales se han confeccionado 21 hojas del Mapa Nacional de Rocas Industriales, está en marcha el Archivo de datos y se estudiaron los caolines y cuarzos de Asturias, las bentonitas de Almería, los áridos de Madrid y las rocas volcánicas de Tenerife.

En el PIAS se trabaja en las cuencas del Júcar y la zona levantina hasta el Ebro, donde se están descubriendo acuíferos muy importantes, aún sin cuantificar detalladamente, y que todavía no se han tenido en cuenta en la planificación del Transvase Ebro-Júcar; en el Segura, donde ya se puede afirmar que la zona de Cazorla-Hellín-Yecla puede proporcionar, como vimos, al Transvase Tajo-Segura, unos recursos subterráneos suplementarios de 300 hm³/año, equivalentes al 50 por 100 de las aguas que transvasará dicha obra; en Almería, donde ha sido posible mediante un detallado estudio apoyado en un modelo mate-

mático, hacer una legislación protectora contra la sobreexplotación, que ponía en grave riesgo de agotamiento y salinización algunos acuíferos de la provincia: en Mallorca, donde en colaboración con Obras Públicas e IRYDA, estamos completando el estudio de aquel archipiélago para su racional explotación; en el Guadalquivir con las mismas colaboraciones y el apoyo de la FAO, donde el estudio ha pasado a fase de aprovechamiento; también se empezaron en el año 1972 los estudios de las Cuencas del Duero y Tajo.

En esta labor hemos sido secundados por la magnífica cooperación de IRYDA, que colabora con la aportación de sus trenes de sondeos, a este esfuerzo por evaluar los recursos de aguas subterráneas de España.

El Archivo Nacional de Puntos de Agua, ha seguido incrementando su información, alcanzando actualmetne un número de 30.000 puntos almacenados en ordenador.

En cartografía geológica hemos completado la edición del mapa 1:200.000 y realizado 85 hojas del MAGNA. Se continúa el Archivo Geológico Nacional y la Litoteca.

Del Mapa Geotécnico Nacional 1:200.000 se realizaron 21 hojas de las 80 que comprende la publicación.

Finalmente, en geotecnia minera, se inician los estudios geomecánicos de las rocas del Hullero asturiano y la zona

pirítica de Huelva, el estudio de fortificación de túneles y galerías, el de perforabilidad de rocas y el de balsas y escombreras. Para ello se completó el laboratorio de Mecánica de Rocas y se inició el Archivo Nacional de Mecánica de Rocas.

La totalidad de la cartografía y los estudios acabados irán poniéndose a disposición del público a lo largo de este año, a medida que se edite, y los editores españoles sean capaces de seguirnos.

El programa de 1973 es parecido y un poco más extenso. Se encuentra actualmente en plena ejecución.

Creo que el Plan Nacional de Minería es la realización más importante en la acción estatal en pro de la minería y la geología aplicada, ha abierto horizontes nuevos al aprovechamiento de los recursos nacionales, tan depreciados por algunos sectores de la opinión o del mundo financiero, está demostrando que España tiene aún una fuerza minera inédita y aprovechable, y abre horizontes de optimismo para los profesionales que se ocupan o se preparan para ocuparse, el día de mañana, de estas actividades y, finalmente, puede contribuir a reducir el desfase entre desarrollo industrial y desarrollo minero, que se está produciendo en los últimos años.

Muchas gracias.

Noticias

GEOLOGIA

APARECEN LAS PRIMERAS HOJAS DEL "MAGNA"

Han quedado publicadas y puestas a disposición del público, las Hojas del Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000, siguientes: 62 Durango; 175 Sigüés; 447 Villanueva y Geltrú; 893 Elche; 910 Caravaca.

Vencidos los muchos problemas que supone la publicación de una edición de esta envergadura, sucesivamente irán saliendo nuevas Hojas que iremos anunciando oportunamente.

GRUPO DE TRABAJO DEL CUATERNARIO

El Grupo de Trabajo del Cuaternario celebrará su I Reunión Nacional en Madrid, del 8 al 11 del próximo mes de octubre y tendrá su sede en la Universidad de Madrid y Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

SE REUNE EN LA CIUDAD CONDAL I.A COMISION NACIONAL DE GEOLOGIA

Se ha reunido en Barcelona la Comisión Nacional de Geología, Organismo coordinador de las relaciones inter-

nacionales de la geología española, en la cual se hallan representados los Ministerios de Industria, Obras Públicas, Agricultura y Educación y Ciencia, este último a través del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la Universidad y Escuelas de Ingenieros de Minas y de Caminos.

Además de las reuniones de trabajo de la Comisión, se aprovechará la circunstancia de la reunión de Barcelona para visitar la nueva sección de Ciencias Geológicas de la Universidad Autónoma, las explotaciones petrolíferas del delta del Ebro, el nuevo Instituto de Paleontología de Sabadell, la colección mineralógica de don Joaquín Floch Girona y la estación depuradora de basuras de Garraf.

ESTUDIOS DE LAS MUESTRAS LUNARES SOVIETICAS EN FRANCIA

El Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés (CNES) ha indicado que el profesor Alexander Vinogradov, vicepresidente de la Academia de Ciencias de la URSS, ha enviado al profesor Jean-Francois Denisse, presidente del CNES, muestras del suelo lunar, traídas a la Tierra por las sondas automáticas soviéticas "Luna-16" y "Luna-20".

Dentro del marco de la cooperación espacial franco-rusa,

siete laboratorios franceses estudian ya, partiendo de las indicadas muestras, las condiciones de formación y de evolución del llamado regolito lunar, o sea la capa de detritus que resulta de la fragmentación de las rocas subyacentes. Las operaciones y análisis son los siguientes: conjunto de medición de la edad en los fragmentos cristalinos que realizará el profesor Allegret; estudio de impacto de micrometeoritos sobre la superficie de esférulas vidriosas, por el profesor Labeyrie; análisis de las propiedades fotométricas y polarimétricas, por el profesor Dollfus, y análisis complementarios, que se realizarán, como los anteriores, repartidos entre la Oficina de Investigaciones geológicas y Minas de Orleans, el observatorio de París-Meudon, el Laboratorio de espectrometría de la Facultad de Ciencias de Orsay, el Centro de Débiles Radiactividades del CNRS, el Laboratorio de Mineralogía de la Facultad de Ciencias de París, el Laboratorio de Geoquímica del Instituto de Física del Globo y el Laboratorio de los Meteoritos, del Museo Nacional de Historia Natural.

MINERIA

AMPLIO PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MINERAL DE HIERRO POR EL IGME

Los recursos de mineral de hierro en la reserva del suroeste de España, que comprende parte de las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla, se han incrementado en 74 millones de toneladas con una ley media del 40 por 100 de hierro, tras la labor investigadora llevada a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España.

Esto ha hecho posible que de una producción aproximada de 130.000 toneladas en el año 1966, con ley media del 50 por 100 en hierro, se haya superado en 1972 el medio millón de toneladas de concentrados con el 59 por 100 de ley y se haya programado al mismo tiempo una producción superior al millón de toneladas de concentrados con ley del 62 por 100 para el año 1975.

También como consecuencia de los trabajos efectuados por el citado Instituto en la reserva estatal de dicha zona, se inició en 1970 el aprovechamiento del cobre que en forma de sulfuro acompaña al mineral de hierro (magnetita), obteniéndose por vez primera 1.279 toneladas de concentrado de cobre con el 18 por 100 de dicho mineral. Dicha producción ha sido de unas 6.000 toneladas, de idéntica ley, en 1972, y se prevé alcanzar las 13.000 toneladas en 1975.

Por otra parte, dentro de las previsiones del Plan Nacional de Investigación Minera, el Instituto Geológico continúa la investigación de nuevos yacimientos de hierro, estando programados en el presente año distintos trabajos en seis de las ocho zonas establecidas en el Plan Nacional de la Minería.

En 1972 se han iniciado también investigaciones en la zona VI, en el área de Alquife-Marquesado, de las provincias de Granada y Almería. Hasta el momento se han realizado ocho sondeos mecánicos, uno de los cuales, situados a 800 metros de las explotaciones actuales, ha cortado 27,5 metros de mineral con una ley del 58 por 100 en hierro. Otras mineralizaciones cortadas en la zona norte de la reserva son objeto de nuevas labores para determinar su interés económico.

Correspondientes a la zona VII, de Centro-Levante, han sido adjudicados tres proyectos para la evaluación de su potencial minero, denominados, respectivamente, Almohaja-Sierra Menera-Pedregales (provincias de Teruel y Guadalajara), Moncayo (provincias de Zaragoza y Soria) y Sierra de la Demanda (Burgos y Logroño).

En la zona I (provincias de Vizcaya y Santander) ha comenzado una campaña de sondeos destinada al mejor conocimiento y posible aumento de sus recursos minerales.

Por último, se ha adjudicado un proyecto para estudiar un área de 452,5 kilómetros cuadrados en la zona de Cehégín (Murcia), para determinar los puntos donde se encuentren magnetitas en cantidad suficiente que permitan explotaciones de gran tonelaje y baja ley.

NUEVAS HOJAS DEL MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Del Mapa Metalogenético de España, E. 1:200.000, han aparecido las Hojas y Memorias siguientes: Viella, Artés, Tudela, Almería-Garrucha y Valladolid. Como se recordará, esta edición comenzó en el pasado mes de abril con la publicación de la Hoja y Memoria de Figueras.

ALMERIA: NUEVO EMBARCADERO DE MINERAL DEL HIERRO

Según una noticia de la Agencia "Europa Press". La empresa británica British Ropeways Engineerin, en colaboración con la española Técnicas Siderúrgicas, diseñarán e instalarán una planta para carga de mineral de hierro en Almería. El contrato tiene un valor de 70 millones de pesetas, aproximadamente. Estará terminado a mediados de 1974. La instalación tendrá una capacidad de 2.200 toneladas por hora. La empresa destinataria del proyecto es la "Cía. Andaluza de Minas", propietaria de los yacimientos de hierro del Marquesado (Granada).

A este respecto la citada compañía señala que durante el pasado año fue desarrollada una intensa actividad tanto en la fase administrativa como en la técnica, para resolver el problema del embarcadero de Almería, de importancia vital para el desarrollo de sus proyectos de expansión. En la fase administrativa se obtuvo, tras una labo-

riosa tramitación, la aprobación provisional por el Ayuntamiento de Almería del Plan Parcial especial de ordenación urbana, que ha pasado al Ministerio de la Vivienda.

Por lo que se refiere a la autorización para modificar la concesión administrativa de embarcadero, que posee la compañía, se señala que se ha iniciado el expediente en Almería, y tras la información pública y oficial, que al parecer, han sido totalmente favorables, se ha remitido al Ministerio de Obras Públicas, del que se espera obtener una decisión en plazo próximo. De resolverse este último trámite rápidamente se podría dar la orden de ejecución y comienzo de las obras en el curso del próximo verano.

El costo de la ejecución del proyecto ascenderá, cuando menos, a 525 millones de pesetas.

PRESIDENTE DE ANDALUZA DE MINAS

Don Jesús Romeo Gorriá ha sido nombrado presidente de la Compañía Andaluza de Minas, en sustitución de don Luis Lemana. Como se sabe, el señor Romeo Gorriá es también presidente de Iberia.

SE CONSTITUYE UNA SOCIEDAD PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE PIRITAS

Ha comenzado su funcionamiento la sociedad constituida para la construcción en el polígono del nuevo puerto de Huelva de la planta de instalaciones para el aprovechamiento integral de las piritas.

La nueva empresa, que se llama AIPSA, anagrama de Aprovechamiento Integral de Pirita, Sociedad Anónima, está constituida por Unión Explosivos Riotinto, que participa con el 45 por 100; Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, con igual participación, y Metalquímica de Nervión, con 10 por 100.

Dicha planta a instalar en Huelva tiene una capacidad de tratamiento de un millón de toneladas-año en cenizas, habiéndose previsto la posibilidad de futuras ampliaciones. Se dispone para su construcción de una extensión de 350.000 metros cuadrados, a unos 300 metros de la orilla del río Odiel. La inversión estimada del proyecto asciende a la cifra de 3.500 millones de pesetas. Los costes totales se estiman en 1.300 millones de pesetas anuales y las ventas en 2.000 millones al año. Los productos a obtener son los siguientes: cáscara de cobre, concentrado de plomo y oro. La mano de obra prevista para la factoría de AIPSA es de siete técnicos de grado superior, 22 de grado medio, 150 operadores, 46 peones y 10 administrativos. En total, 235 personas.

En resumen, la ejecución del proyecto incidirá en la economía nacional con un ahorro de divisas de más de 40 millones de dólares-año.

PROSPECCIONES MINERAS FAVORABLES

La sociedad minero metalúrgica de Peñarroya realiza prospecciones mineras en las proximidades de Arca, comarca cercana a Santiago. Han recogido muestras de mineral de cobre que son plenamente satisfactorias. Las prospecciones se realizan en una zona muy amplia, lo que confirma la existencia de un rico yacimiento de este mineral.

Dicha empresa tiene el propósito de ir a la explotación, y se calcula que la inversión inicial está cifrada en unos 800 millones de pesetas.

INVESTIGACIONES MINERAS EN CACERES

El Instituto Geológico y Minero de España, durante este año, y dentro del Plan Nacional Minero, incluido en las previsiones del III Plan de Desarrollo Económico y Social, realizará una serie de trabajos de investigación en nuestra provincia que, en resumen, son:

Recopilación de datos, topografía, geología, geoquímica y labores de minería en las afloraciones graníticas de Cáceres e investigaciones mineras de estaño, volframio y oro; recopilación de datos, investigación geológica, minera y geoquímica en las ambligonitas de Cáceres; inventario de puntos acúferos e inventario del sistema dendrítico en las provincias de Madrid, Toledo y Cáceres y mapas de rocas, mapas geotécnicos, estudio de la zona de Cáceres y prevención de accidentes, según comunicación recibida en el Gobierno Civil de la provincia del Distrito Minero.

EL DIRECTOR GENERAL DE MINAS CLAUSURA EN CORDOBA LA CAMPAÑA DE PREVENCION DE SILICOSIS

En Córdoba se celebró la sesión de clausura de la campaña de prevención de silicosis que venía celebrándose conforme al plan conjunto de actuación trazado por la Dirección General de Minas, a través de las Delegaciones Provinciales de Industria y del Instituto Nacional de Silicosis. Todas las empresas de Córdoba y provincia convocadas por el delegado provincial de Industria, señor Carbonell y de León, estuvieron representadas en este acto, que estuvo presidido por el director general de Minas, primeras autoridades provinciales y locales, delegados de Minas e Industria y otras personalidades.

La última conferencia del plan sobre "tendencias recientes en la técnica de prevención de accidentes", estuvo a cargo del ingeniero de minas don Ramón Mañana Vázquez. Posteriormente, el director general de Minas, en su discurso de clausura, se refirió ampliamente al anteproyecto de seguridad e higiene en el trabajo en las provincias de Córdoba y Jaén.

AGUAS SUBTERRANEAS

CONFERENCIA EN ALBACETE SOBRE LOS TRABAJOS DEL IGME EN LAS CUENCAS MEDIA Y ALTA DEL JUCAR Y SEGURA

Organizada por la Delegación Provincial de Sindicatos de Albacete, tuvo lugar el día 11 de junio en la Casa Sindical, una conferencia a cargo del Ingeniero de Minas D. Juan Coma Guillén, Jefe de la División de Aguas Subterráneas del IGME, sobre el Estudio Hidrogeológico de las Cuencas Media y Alta de los ríos Júcar y Segura.

El acto fue presidido por el Gobernador Civil de la Provincia, el Director General de Minas, el Director del IGME, el Jefe de Aguas Subterráneas de IRYDA, el Subdirector General de Explotaciones Mineras y las primeras autoridades provinciales.

La asistencia de público fue masiva, siendo prácticamente incapaz, el amplio local, de albergar a un público ansioso de conocer el desarrollo de los importantes trabajos hidrogeológicos, que desde 1968 se desarrollan en este Proyecto, realizado en íntima colaboración entre el IGME y el IRYDA.

El Sr. Coma comenzó su disertación con una explicación general de la importancia de las aguas subterráneas en el conjunto de los recursos hidráulicos de España, y el importantísimo papel regulador de los acuíferos subterráneos en el óptimo aprovechamiento de un bien tan importante y escaso como es el agua.

Consciente de esta importancia, el IGME planificó a lo largo del II Plan de Desarrollo, un programa nacional de evaluación de estos recursos, que sirviera de base a su futura explotación racional y, permitiera llevar a cabo, durante el III Plan, los estudios de las principales unidades hidrogeológicas del País, con la óptica que permite la moderna hidrología.

El estudio de las cuencas Media y Alta de los ríos Júcar y Segura, es uno más de los que actualmente se llevan a cabo en colaboración con el Ministerio de Agricultura. Comenzó en 1968 con la denominación de "Estudio Hidrogeológico de la zona Cazorla-Hellín-Yecla" y en 1972 se extendió hacia el norte y sur, abarcando el total de las Cuencas Media y Alta de estos dos ríos.

El conferenciante detalló, ayudado con diapositivas, la metodología de los trabajos llevados a cabo, cartografía geológica, geofísica, estadística de puntos de agua, sondeos de investigación, ensayos de bombeo, controles piezométricos, etc.

En el estudio han tomado parte un elevado número de hidrogeólogos y la metodología y resultados, han sido refrendados por destacados técnicos mundiales en la materia.

Todo ello ha permitido llegar al conocimiento detallado de los importantes acuíferos de la zona y, especial-

mente, de la provincia de Albacete, cuyos recursos explotables han podido valorarse en las diferentes unidades hidrogeológicas que constituyen su subsuelo, en 400 hectómetros cúbicos/año, correspondientes a unas reservas superiores a los 5.000 hm³.

Actualmente se continúa el estudio de las zonas adyacentes y se preparan los bombeos masivos de ensayo, en diferentes zonas de estas unidades.

El interesado auditorio hizo objeto de una cerrada ovación al brillante orador, y puso de manifiesto su interés en el tema en un animado coloquio, que siguió a la conferencia.

El acto fue cerrado por unas palabras del Gobernador Civil y del Director General de Minas, que agradecieron al conferenciante su interesante disertación.

EL FANTASMA DE LA FALTA DE AGUA EN BARCELONA

Desde hace varios años, en cuantas ocasiones le ha sido posible hacerlo, la Sociedad General de Aguas de Barcelona, por boca de sus diversos rectores, ha denunciado el peligro que se cierne sobre Barcelona y su comarca, si no se arbitran urgentemente los medios necesarios para complementar las actuales fuentes de obtención de recursos hidráulicos con otras de una envergadura a tono con la creciente demanda de aguas que se prevé para el futuro. Concretamente, y si mal no recordamos, se ha insistido, como primera medida, en la necesidad de regular el río Llobregat, pidiéndose la pronta iniciación de los estudios para el trasvase del río Ebro, una parte de cuyo caudal sería necesario al finalizar la década actual. Hasta este momento la empresa que presta este servicio público, tanto a Barcelona como a diversas poblaciones de su entorno, ha arbitrado todos los medios a su alcance para poder hacer frente a una demanda cada vez más importantes, como lo revela el que no hace muchos meses se haya batido la cifra record en la historia de la mencionada suministradora, quien en un solo día distribuyó más de 900.000 metros cúbicos, cifra que es bien expresiva por sí sola. Esta inquietud que Aguas de Barcelona ha venido poniendo de manifiesto a todos los niveles y a la que antes señalábamos, ha quedado recogida en el II Pleno del Consejo Económico-Social Sindical de Cataluña, celebrado hace pocos días en esta ciudad bajo la presidencia del ministro de Relaciones Sindicales, al cual fue presentada, como una de las más destacadas, una ponencia relativa al aprovechamiento de recursos hidráulicos, en la cual se calcula que, alrededor de 1980, Barcelona y su área metropolitana necesitarán agua de otras comarcas, por lo que es necesaria la pronta regulación del río Segre y el trasvase del río Ebro, debiendo empezar las obras dentro del III Plan de Desarrollo, para tener su plena ejecución dentro del IV Plan. Queda esperar ahora a que, ya elevado el problema a tales alturas de estudio y posterior

decisión, no quede el mismo, y nunca mejor dicho, en agua de borrajas, y haya que improvisar "in extremis" medidas de urgencia en el futuro, tal como, por ejemplo, ha ocurrido en diversas ocasiones con las carreteras.

FUERTE AUMENTO EN EL CONSUMO DE AGUAS MINERALES

En unos 275 millones de litros, con un valor de 850 millones de pesetas, se estima la producción nacional de aguas minero-medicinales durante 1972.

Este sector viene desarrollándose de modo continuo y con relativa intensidad en los últimos años, debido al creciente consumo, tanto de aguas minero-medicinales específicas, como de aguas potables de manantial.

En 1970 la producción declarada fue de unos 179 millones de litros, con un valor de 494 millones de pesetas. Esta producción se acrecentó en 1971, año en que alcanzó la cantidad de 225 millones de litros, por valor de 610 millones de pesetas, lo que representa un incremento del 26 y 23 por 100, respectivamente.

CALDAS DE MALAVELLA. AMPLIACION DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA POBLACION

Se ha concedido al Ayuntamiento un caudal de 450 metros cúbicos diarios del subálveo de la Riera Gotarra.

Por resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas se ha concedido al Ayuntamiento de esta localidad un aprovechamiento de aguas del subálveo de la Riera Gotarra con destino al abastecimiento de la población.

El caudal que se concede es de 5,22 litros por segundo, equivalente a un volumen diario de 450 metros cúbicos.

Se establece, asimismo, en la mencionada resolución que las obras que incluye el proyecto habrán de comenzar en el plazo de tres meses contados a partir del día 26 de abril y deberán quedar terminadas en el plazo de dieciocho meses a partir de la misma fecha.

La tarifa concesional se ha fijado en 10,40 pesetas metro cúbico.

GEOTECNIA

NUEVAS PUBLICACIONES DEL MAPA GEOTECNICO GENERAL, E. 1:200.000

De esta importante colección han aparecido recientemente las Hojas núm. 35, Barcelona; núm. 52, Talavera de la Reina, y núm. 53, Toledo. Con anterioridad fueron publicadas: núm. 1, La Coruña; núm. 7, Santiago de

Compostela; núm. 16/26, Pontevedra-La Guardia; número 29, Valladolid; núm. 45, Madrid.

EL PROBLEMA DEL CEMENTO

Después de las informaciones publicadas en esta revista sobre el grave problema planteado en las Islas Baleares y en las Canarias por la escasez o falta de cemento, la agencia Cifra transmite un despacho del 24 de junio denunciando la grave situación planteada también en Sevilla ante la escasez de aglomerante hidráulico en toda la región andaluza. La alarma fue lanzada en una reunión celebrada por la Agrupación Sindical de Empresarios de Constructores de Obras, bajo la presidencia del delegado provincial del Sindicato de la Construcción. Esta grave situación—se dijo—está llevando a una subida de precios y al peligro de retornar a los antiguos movimientos especulativos.

Posteriormente, otros despacho de Cifra decía que continuaba en Málaga el problema de la escasez de cemento. Durante dicho día se esperaba el envío desde el centro de España de 200.000 Tm—como se había prometido—, pero no llegaron. Parece que existe sobre este particular una gran preocupación.

Pese a producir cerca de 20 millones de toneladas anuales, vemos que no hay en España cemento suficiente. Sin duda alguna, la demanda siempre ha ido por delante de la producción, y ello deberá llevar a nuestros gobernantes a meditar sobre la oportunidad de establecer importaciones de choque, capaces de garantizar el abastecimiento total del mercado, y de impedir la subida de precios y la especulación.

HIDROCARBUROS

NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE HIDROCARBUROS

El Ministerio de Industria acaba de autorizar a la empresa Georex Ibérica, S. A., permiso para investigar hidrocarburos en una zona de 40.623 hectáreas de un terreno comprendido al este de la playa de Pals (Gerona) y el límite oeste de dicha playa. El importe mínimo de la investigación es de 284.236 pesetas oro en los primeros años, gasto que tendrá que justificar ante la Administración española. El permiso ya ha sido publicado en el "Boletín Oficial del Estado"

PETROPERU FIRMA NUEVOS CONTRATOS DE EXPLOTACION PETROLIFERA

De acuerdo a las autorizaciones recientemente otorgadas por el Gobierno, PETROPERU firmó el día 30 de mayo dos nuevos contratos de explotación petrolífera en la sel-

va. El primero sobre un millón de hectáreas, con Amerada Hess Corporation, del Perú, y el otro, también sobre un millón de hectáreas, con un consorcio formado por la Oceanic Exploration C. del Perú, El Paso de Perú Co. y Charter Perú Oil Co. El Gobierno, mediante decretos del 31 de mayo en "El Peruano", autoriza los siguientes contratos de explotación y exploración a firmarse entre PETROPERU y empresas foráneas: sobre un área de un millón 100.000 hectáreas, con HispanoOil. Total Perú y Deminex Sucursal Peruana. Sobre un millón de hectáreas, con Total Perú, Sucursal del Perú, Deminex. Sobre un millón 19.000 hectáreas, con Domidex, Sucursal del Perú, HispanoOil, Total Perú, Amoco Perú Petroleum Companys, Sucursal Peruana, Saga Petroleum y Shenandoah Oil Corporation, Sucursal de Perú.

REUNION DE LAS COMPAÑIAS PETROLIFERAS OCCIDENTALES CON LA OPEP

Se ha celebrado en Viena una serie de sesiones de trabajo, entre los representantes de las compañías petrolíferas occidentales y los productores árabes de la organización de países exportadores del petróleo (OPEP). Los ministros de Petróleo de Libia, Irak y Kuwait, en representación de los once países que componen la Organización, exigieron la elevación de los precios del crudo en un 10 por 100, en compensación de la desvaloración del dólar en febrero último. Las compañías occidentales presentaron una serie de contrapuestas que no fueron aceptadas por los países árabes.

GAS NATURAL ARGELINO PARA EUROPA

Los Gobiernos de Argelia, Alemania Federal, Francia y Bélgica han aprobado un contrato sobre suministro de gas natural argelino. Firmado el pasado diciembre, el contrato prevé el envío a estos tres países europeos de 13.000 millones de metros cúbicos anuales de gas natural durante un período de veinte años, que dará comienzo en 1978. Un comunicado oficial del Gobierno argelino dice que el total anual podría ser ampliado para atender las peticiones hechas por Austria (2.000 millones de metros cúbicos anuales) y Suiza (500 millones de metros cúbicos anuales).

LEY DE HIDROCARBUROS

Según el semanario "Petróleo" es posible que para el próximo otoño por fin, esté ultimado el texto definitivo de la ley de Hidrocarburos.

Existe la impresión entre las empresas interesadas por la investigación de hidrocarburos en nuestro país de que mayores retrasos en la aplicación de la ley serían incluso más perjudiciales para esta actividad que la aplicación del proyecto en su texto actual.

MAS BUSQUEDA DE PETROLEO EN CATALUÑA

Ahora el tema tan de actualidad de la búsqueda de reservas petrolíferas en nuestro país se traslada a la Costa Brava, como consecuencia de la concesión por el Ministerio de Industria de un permiso para la investigación de hidrocarburos a la empresa Georex Ibérica, S. A. La zona elegida se encuentra a tres kilómetros de la línea costera de la población de Pals, en la provincia de Gerona, quedando la sociedad en cuestión obligada a ofrecer y ceder al INI una participación indivisa de hasta el 40 por 100 de participación. El proyecto, en principio, resulta interesante para la economía del país, ante la posibilidad de un nuevo hallazgo en el Mediterráneo, y, desde luego, coincide con la opinión reciente de una autoridad en la materia como es el presidente de Esso Iberia, quien ha señalado que habrá que encontrar reservas adicionales de los combustibles tradicionales, por lo cual actualmente se busca por todas partes, mares incluidos. La referida personalidad ha llegado incluso a afirmar que deberá emprenderse la producción comercial de petróleo de pizarras, de gas a partir del carbón y de las arenas bituminosas. ¿Se puede pensar así en una nueva pugna turismo-industria química, esta vez en la agreste Costa Brava, en un futuro no muy lejano?

EL PETROLEO DEL MAR DEL NORTE RESULTA CARO, PERO SERA EXPLOTADO

Si se tiene en cuenta la actual situación planteada a las compañías petrolíferas por los países productores agrupados en la O.P.E.P. y los augurios técnicos de que el mundo está abocado a una progresiva reducción de sus fuentes de petróleo, de lo que Estados Unidos comienza a ser un ejemplo, podrá apreciarse la importancia que para Gran Bretaña tiene el descubrimiento en el mar del Norte de yacimientos petrolíferos.

Todavía no se ha hecho público el volumen de producción previsible, ya que, como suele ocurrir en este tipo de asuntos, la delirante explosión de entusiasmo que producía antiguamente la aparición del "oro negro" se ha cambiado ahora por un reservado y cauteloso mutismo. Pero existe el convencimiento de que el fondo del mar del Norte presenta una interesante riqueza en gas, que ya se está comenzando a explotar, y en petróleo. Por eso, Gran Bretaña amplió sus límites marítimos en la zona a 200 millas—con el consentimiento de los países escandinavos—, mientras se muestra airada porque Islandia haya ampliado a 50 millas sus límites de pesca.

Asegurados así los yacimientos bajo el amparo de la "Unión Jack", las posibilidades de petróleo han comenzado a dar una nueva vida a esa zona norteña, de la que, naturalmente, se beneficia Escocia, así como las compañías que intervienen en las prospecciones.

La creación de 3.600 puestos de trabajo en Escocia en

el momento presente y la posibilidad de que dentro de unos años se aumenten a 12.000, son noticias halagüeñas para una parte del Reino Unido, siempre afectada por el desempleo. Pero quienes están haciendo el mejor negocio hasta ahora son las compañías propietarias de maquinaria pesada apta para la perforación, pues de todas las empresas petrolíferas que actualmente realizan prospecciones en el mar del Norte, solamente British Petroleum y Shell tienen sus propios equipos. El resto, como el consorcio Thomson Scottish Petroleum, del que es parte principal el magnate, lord Thomson, parece que poseen la mejor parte de los yacimientos, han de alquilar la maquinaria a razón de 10.000 libras esterlinas diarias (25.000 dólares).

En esta cifra exorbitante entra la colocación de un anillo flotante, la instalación de la maquinaria de perforación sobre el mismo, el sostenimiento del personal necesario y los trabajos diarios, así como el beneficio de la compañía arrendadora.

Las duras condiciones de trabajo en el mar del Norte, siempre bravo, con fuertes marejadas y duros vientos, y el tipo especial de maquinaria pesada que requieren las prospecciones, pueden ser factores que a la larga no hagan rentable la producción de petróleo, por lo menos en los términos económicos actuales.

De momento, las agujas perforadoras y el equipo especializado de las compañías norteamericanas y francesas que tiene la mayoría de los contratos de prospecciones parecen bastante, así como el resto del equipo para las complicadas operaciones de retirada de lodos, colocación de tuberías, transporte de material auxiliar, etc.

La tecnología tiene réplicas adecuadas para cada necesidad, pero la interrogación está en saber cuántas de éstas harán falta en el futuro. Por ejemplo, existe escasez en el Reino Unido de grúas flotantes gigantes y muy pocas posibilidades de encontrarlas libres de servicio en el exterior, y la tarea primordial en prospecciones de determinar la permeabilidad y porosidad de las formaciones para detectar la presencia de agua, gas o petróleo y drenar los hidrocarburos para que salgan al exterior, se hace mucho más complicada en la zona del mar del Norte por sus especiales características.

Una vez confirmadas las posibilidades de producción de los yacimientos y salvados todos estos obstáculos a fuerza de inyectar dinero en el programa, será el momento en confirmar a su vez o enfriar el optimismo actual acerca de yacimientos propios de petróleo.

ENERGIA

PREOCUPACION POR LAS PERSPECTIVAS DE ESCASEZ DE ENERGIA

"La disponibilidad de energía y las condiciones económicas y políticas para su obtención serán motivo conjun-

to de preocupación de las sociedades modernas en los próximos veinte años", según un informe que elaborado por la Comisión Europea, ha sido presentado al Consejo de Ministros de la CEE a título de orientación prioritario para la puesta en marcha de la política energética comunitaria.

En primer lugar, se refiere a los grandes importadores de fuentes de energía—sobre todo, Estados Unidos y Japón—y pide la supresión de competencias y subastas absurdas. Después habla de las relaciones de la Comunidad con los países exportadores de energía, solicitando la creación de un clima de auténtica confianza y buenas relaciones que mantenga la estabilidad del aprovisionamiento. Un tercer apartado se refiere a la organización del mercado interior comunitario, señalando la necesidad de una reglamentación común para las importaciones de hidrocarburos, la financiación comunitaria en el sector petrolífero, etc. El cuarto apartado se refiere a la energía nuclear, y el quinto al carbón. También se incluyen los diversos aspectos del gas natural. El informe será la base para que el Consejo de Ministros tome decisiones conjuntas sobre el futuro del sector energético en la Comunidad.

COMPLEJO MINERO-ELECTRICO EN LA CORUÑA

La problemática en torno a la puesta en marcha del complejo minero-eléctrico, que será construido en Puentes de García Rodríguez, fue planteada en una reunión presidida por el gobernador civil de La Coruña. Para la instalación de este nuevo complejo se prevé una inversión de 26.200 millones de pesetas durante los cuatro años próximos.

En la actualidad, las obras de la central térmica que construye Endesa se desarrollan a buen ritmo y está prevista la entrada del primer grupo de 350.000 kilovatios para finales de 1975, al que se sumará otro segundo grupo en 1976.

El complejo eléctrico contará, además, con otros dos grupos en la actualidad pendientes de autorización administrativa, con los que la producción total del complejo ascendería a unos 9.000 millones de kilovatios por hora, aproximadamente, un 12,2 por 100 del total de la producción eléctrica española.

MINERALURGIA

NACIONALIZACION DE UNINSA

El INI y el capital privado han llegado a un acuerdo para la nacionalización de la nueva siderúrgica Uninsa

como paso previo para la fusión de esta sociedad con Ensidesa. El 37 por 100 del capital social de Uninsa está en manos privadas. Parece que el procedimiento acordado consistirá en devolver a la parte privada el activo que aportó para la constitución de la sociedad—unos 4.000 millones de pesetas—mediante una emisión de obligaciones.

EVOLUCION SIDERURGICA EN LOS CINCO PRIMEROS MESES DE 1973: PRODUCCION, COMERCIO EXTERIOR Y CONSUMO APARENTE

La producción estimada de acero en los cinco primeros meses asciende a 4.589.000 toneladas, con una media mensual de 918.000 toneladas, que equivale a un incremento del 15,6 por 100 sobre la media mensual del conjunto de 1972. En laminados en caliente la producción en enero-mayo ha sido de 3.302.000 toneladas en producto, con un aumento del 17,6 por 100 en la media mensual respecto a la producida el año anterior.

Con datos de la Dirección General de Aduanas, resultan unas importaciones de productos siderúrgicos en mayo de 151.000 toneladas en acero equivalente, elevándose la cifra de enero-mayo a 811.000 toneladas en acero equivalente, con una media mensual superior en un 27,6 por 100 a la de 1972. Las exportaciones de mayo ascendieron a 209.000 toneladas en acero equivalente, siendo de 1.044.000 toneladas la cifra acumulada de los cinco primeros meses, lo que supone un aumento del 35,7 por 100 en la media mensual con relación a la registrada durante 1972.

El consumo aparente de acero en mayo se estima provisionalmente en 905.000 toneladas y el de los cinco primeros meses del año en 4.343.000 toneladas, cuya media mensual supera en un 9,7 por 100 a la del conjunto del año anterior.

CONTAMINACION

EVITANDO EXPONERSE A LOS METALES PESADOS

La lista de estos metales incluirá el cinc, cadmio, mercurio, talio, plomo, bismuto, antimonio y arsénico.

La reacción fisiológica al exceso de exposición a estos materiales podrá ser caracterizada como una intoxicación del sistema o una irritación primaria.

Para evitar estos riesgos se acudirá al control en la fuente, exigirá en muchas plantas la utilización de una ventilación local para evacuar los gases. Entre los ejemplos se incluye la instalación de campanas de aspiración sobre las cubas que contienen metal fundido y el uso también de campanas de evacuación en el lugar donde

se transfieren polvos de metales pesados. Otro aspecto del control es la necesidad de mejorar las prácticas del mantenimiento en secciones de la planta donde se manipulan metales pesados.

ECONOMIA

NACIONALIZACION DE LA CIA. DE AZUFRES Y COBRE DE THARSIS

El Banco de Santander parece que está negociando la adquisición de los intereses mayoritarios de la Compañía de Azufres y Cobre de Tharsis, S. A., que, como nuestros lectores saben, se halla en manos de capital belga y británico. En los medios financieros se cree que dicho capital extranjero no acudirá a la ampliación anunciada, que sería suscrita en su totalidad por el Banco de Santander y su filial el Intercontinental Español, con lo cual, la compañía pasaría completamente a manos españolas.

También se dice que la actual producción de un millón anual de toneladas sería duplicada en breve plazo, en el caso de que estas noticias se confirmen.

NECESIDAD DE MAS Y MEJORES MATERIAS PRIMAS

La madurez y el ritmo de expansión que la economía española ha alcanzado obliga a disponer de unas firmes bases e infraestructuras que garanticen permanentemente su funcionamiento. En este sentido, resulta especialmente importante el logro de un abastecimiento de materias primas en condiciones adecuadas.

También debemos tomar posiciones en los mercados extranjeros. En minerales hemos pasado de un superávit de unos 1.000 millones de pesetas a un déficit de 13.000 millones en diez años. La producción de hierro sólo cubre un 60 por 100 de las necesidades.

En metales cubrimos un 52 por 100 de las necesidades de cobre y un 105 por 100 de las de cinc.

CONSTRUCCION DE PLANTA DE SAL EN RUMANIA

La firma holandesa Akzo Zout Chemie N. V. terminará este año en Rumania una planta de sal con una capacidad anual de 400.000 toneladas. Dicha empresa, además de haber proyectado dicha instalación, supervisa la construcción de la misma. Consta de un sistema para evaporación de salmuera en tres etapas.

ESPAÑA HA COMPRADO VEINTISEIS TONELADAS DE ORO EN 1972

La Dirección General de Aduanas ha informado que las importaciones españolas de oro en lingotes durante 1972 fueron de 26 toneladas, por valor de 2.042,5 millones de pesetas.

Suiza nos ha vendido 16 toneladas, cuyo valor fue de 1.228,6 millones, y el Reino Unido, 10 toneladas, por valor de 313,3 millones de pesetas.

Las importaciones correspondientes a 1971 fueron de 22 toneladas de oro en barras y lingotes por valor de 1.865,7 millones de pesetas. En 1970 las importaciones fueron de 28 toneladas, por valor de 2.249,7 millones de pesetas.

ORO EN LINGOTES

Según datos publicados por la Dirección General de Aduanas, las importaciones españolas de oro en lingotes se elevaron en 1972 a 26 toneladas, por valor de 2.042,5 millones de pesetas. Suiza nos vendió 16 toneladas, por valor de 1.228,6 millones, y el Reino Unido, 10 toneladas, por un valor de 813,3 millones de pesetas.

En 1971 se importaron 22 toneladas de oro, por valor de 1.965,7 millones de pesetas, y en 1970, 28 toneladas, por valor de 2.249 millones.

REUNIONES CIENTIFICAS

CUARTAS JORNADAS DE OPTICA ESPACIAL

El Centro Nacional de Estudios Espaciales Francés (CNES) ha organizado, para desarrollar del 6 al 8 de noviembre de 1973, las CUARTAS JORNADAS DE OPTICA ESPACIAL en Marsella (Francia).

Los temas que se tratarán son los siguientes: Instrumentación óptica para satélites o cohetes (componentes ópticos, detección, sensores de posición). Experiencias embarcadas a bordo de satélites científicos o cohetes. Experiencias para misiones de aplicación, embarcadas sobre satélites, cohetes o globos. Experiencias ligadas a la Geodesia y Trayectografía.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

AZUFRE ELEMENTAL OBTENIDO DE GASES DE CHIMENEAS

E.U.A. ha desarrollado un proceso para la reducción catalítica directa del dióxido de azufre contenido en las emisiones de gases de chimenea, que es transformado en

azufre elemental. En otros procesos, se obtenía como subproducto ácido sulfúrico, que es difícil de almacenar y transportar; o se neutralizaba el SO₂ para obtener un residuo sin valor comercial que presentaba problemas para su disposición. En el proceso de la Allied, se usa gas natural como agente reductor y se obtiene la separación del 90 por 100 del SO₂.

PROCESO PARA TRATAR CIENOS RESIDUALES

Mediante un proceso de termotratamiento para acondicionar cienos residuales de industrias y aguas cloacales, antes de la separación del agua, se eliminan acondicionadores químicos y se produce una torta de filtro seca que puede fácilmente incinerarse. Se utiliza en el proceso un sistema de circuito cerrado con agua muy caliente y un filtro de vacío. Su calor puede utilizarse para producir vapor o agua caliente.

NUEVO PROCESO PRODUCTOR DE ALUMINIO

La Aluminum Co. of America ha desarrollado un nuevo proceso de fusión que reduce en tanto como 30 por 100 los requisitos en energía eléctrica, en comparación con el método electrolítico tradicional de Hall. Se indica que este proceso puede reducir de cien hombres a una mera docena el número de trabajadores en una línea de cubas electrolíticas capaz de producir 50.000 toneladas de aluminio por año. Desarrollado a un costo de 25 millones de dólares a través de quince años, el proceso Alcoa consiste en hacer reaccionar alúmina con cloro en una unidad reactiva, donde la alúmina se convierte químicamente en cloruro de aluminio. El cloruro se elabora electrolíticamente en una célula totalmente cerrada, que lo separa en aluminio fundido y cloro. El electrolito funciona a temperaturas muy inferiores a los 1.000°C necesarios por el baño de criolita fundida en el método antiguo, lo que resulta en menor consumo de energía. Al eliminar la necesidad de criolita, el proceso reduce el problema de la contaminación debido a las emisiones de fluoruros.

APARATOS DE LABORATORIO

ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO SP 1100

Como es sabido, la espectrofotometría infrarroja puede estudiar una amplísima gama de muestras, que a su vez puede clasificarse en varios grupos, requiriendo, cada uno de ellos, condiciones instrumentales específicas para la obtención del espectro analítico adecuado.

Hasta ahora, solamente la experiencia del instrumentista decidía la elección de las condiciones de trabajo, experiencia que en algunos casos podía ser limitada.

A fin de superar esta dificultad, el espectrofotómetro infrarrojo SP 1100 provisto del sistema "Spectraset", con el cual prácticamente todo usuario, con un mínimo de entrenamiento, puede conseguir resultados de excepcional precisión.

La ventaja fundamental del sistema "spectraset" radica en el hecho de eliminar las dificultades inherente a fijar las condiciones de trabajo del instrumento, realizándose esta operación de forma totalmente automática con independencia del tipo de muestra a analizar o de los accesorios empleados. Por ejemplo, en instrumentos convencionales, al variar la velocidad de exploración o el programa de rendija, es necesario actuar sobre la respuesta de impresión del registrador. En el SP 1100 es perfectamente posible predeterminar dicha respuesta para cada exploración y programa de rendija. De esta forma se preseleccionan las combinaciones adecuadas de los diferentes parámetros para obtener los resultados óptimos.

El SP 1100 incorpora un sistema especial de expansión de número de onda y de escalas de transmisión, permitiendo un grado de flexibilidad de trabajo que sólo se encuentra en instrumentos de precio mucho más elevado.

Otras características importantes son: sistema óptico de doble haz, constituido de elementos no higroscópicos, que elimina la posibilidad de ataques en ambientes muy húmedos, y su pequeño tamaño, que hace del SP 1100 el instrumento ideal para trabajar en lugares donde existe problema de espacio, junto con un margen espectral que cubre todas las necesidades que pueden presentarse en espectrofotometría de infrarrojos.

VARIOS

NUEVO CATALOGO DE EDICIONES DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ha aparecido un nuevo catálogo de ediciones del IGME correspondiente al año 1973. En él se reseñan todas las publicaciones cartográficas y bibliográficas actualmente en existencia. La cartografía va acompañada de gráficos correspondientes para situación de las Hojas y Mapas. Este catálogo se distribuirá gratuitamente a todo aquel que lo solicite.

PROCESO SUECO USA VAPOR PARA HACER ACERO

Se ha desarrollado el proceso AOD para la refinación de acero inoxidable, en el cual se utiliza vapor de agua en vez del costoso gas argón. El vapor no sólo resulta más económico, sino que, según reivindica la Uddeholms,

su uso combina una baja temperatura con la técnica de inyección por el fondo que prolonga la duración en servicio de los forros de material refractario. Según se afirma, este proceso reduce el costo de la refinación en tanto como 8 dólares por tonelada. El proceso se utilizará en la acería Degerfors para producir acero inoxidable con contenido muy bajo de carbono.

MINERAL DE HIERRO EN FORMA DE CIENO

A fines de 1972, el carguero *San Juan Exporter*, descargó 80.000 toneladas de concentrado de mineral de hierro en forma de cieno en los Talleres Hirohata de la compañía japonesa Nippon Steel Corp., lo cual representa un despacho record.

El carguero citado, con un arqueo de 141.000 toneladas, es el mayor barco transportador de cieno del mundo. El cieno fue descargado en una tubería junto al muelle y almacenado en un estanque.

El proceso fue introducido en 1969 para el transporte marino de materiales. Se basa en el uso de chorros de agua a presión alta para transformar materiales sedimentados en un cieno, que se transporta por tubería de un punto a otro. El material se carga en el barco por una tubería mientras está en forma de cieno o en suspensión líquida. Después se elimina el líquido antes de emprender el viaje. En el punto de destino, el material se vuelve a transformar en líquido para su descarga por tubería.

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO PODRA SOLICITAR DATOS SOBRE LAS PERFORACIONES QUE SOBREPASEN LOS VEINTICINCO METROS

En las Cortes la Ponencia tomó en consideración todas las sugerencias que estimó importantes. Incluyó la obligación de informar también para los trabajos que se realicen por órganos del Estado y presentó un nuevo texto que mereció aprobación unánime. En él se dice que "para el perfeccionamiento y acumulación del conocimiento geológico y minero del país, toda persona natural o jurídica u órgano de la Administración que realice un trabajo, cualquiera que sea su clase u objeto, cuya profundidad sobrepase los 25 metros por debajo de la superficie del suelo emergido o a cualquier profundidad en suelos sumergidos, consolidados o no, deberá, además de obtener las autorizaciones que fuesen pertinentes, informar a la Delegación provincial correspondiente del Ministerio de Industria, de la iniciación de los trabajos y suministrar al Instituto Geológico y Minero de España, si éste lo solicita, los datos geológicos y mineros que del trabajo en cuestión se hayan obtenido, así como permitir al personal titulado competente acceso a las obras para comprobar dichos datos o completar su toma. Se encomienda al Reglamento la fijación de los plazos en los que esta información, si fuese necesaria, debe permanecer secreta".

Mercado de Minerales y Metales

Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
ORO			
Metal: Bolsa de Londres	L	g	190,02
Bolsa de Engelhard	N	g	212,24-212,61
PLATA			
Metal: Bolsa de Londres	L	g	4,407
Bolsa de Nueva York	N	g	4,49
PLATINO (dependiendo del tamaño del lote)			
Metal:			
Mercado USA, lotes al por mayor	N	g	280,50-289,85
Mercado libre	L	g	276,89-292,74

Estos metales no tienen cotización como mineral. En el caso de existir alguna venta, se aplica una fórmula en la cual se paga el contenido en metal y los grados de fusión. No hay ninguna relación establecida internacionalmente.

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
HIERRO			
Menas del Lago Superior puestas en los puertos más bajos del lago.			
Bessemer:			
Mesabi 51,5 % Fe, máx. 0,045 P, máx. 8,9 % SiO ₂ , máx. 5,9 % humedad	N	t	692,12
Old range	N	t	706,47
Non-Bessemer:			
Mesabi 51,5 %, máx 0,180 % P, máx 8,32 % SiO ₂ , máx 9,7 % humedad	N	t	682,94
Old range	N	t	697,86
Gruesos para horno Siemens	N	t	744,34
Sinterizados de taconita	N	t	737,46
Nódulos de taconita	N	t	760,41
Pellets de hierro natural	N	t. u Fe, cont	16,87

El apartado de precios es uno de los más complejos, ya que están en función de una serie de factores externos que es preciso determinar en cada caso.

COBALTO

Metal:			
Bajo contrato con los consumidores	L	kg	390,87
Granalla, 99 % Co, lotes de menos de 50 kg en bidones	N	kg	398,59
Lotes de 50-249 kg en bidones	N	kg	392,16
Lotes mínimos de 250 kg	N	kg	385,74
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg	N	kg	502,74
Polvo extra tipo, bidones de 125 kg	N	kg	597,89

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
Polvo, grado S en lotes de 10 t	N	kg	385,74
Briquetas, lotes de 10 t	N	kg	354,88
En el mercado libre	L	kg	375,45-291,77

Menas y concentrados.

Las menas de este metal no aparecen normalmente en el mercado libre, ya que las compañías explotadoras normalmente son también beneficiarias. Las únicas menas que alguna vez aparecen en el mercado son las canadienses y en este caso el precio se calcula en dólares por libra de cobalto contenido FOB Ontario (FOB-On). Los precios completamente nominales marcados por el Estado canadiense, para favorecer el desarrollo minero son los siguientes:

Menas de 10 % de Co (*)	N	kg.Co cont	77,14
Menas de 11 % de Co (*)	N	kg Co cont	90,00
Menas de 12 % de Co (*)	N	kg Co cont	102,86

CROMO**Metal:**

En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t	L	kg	136,46
Aluminotérmico, 99,25 % Cr	N	kg	167,15
Electrolítico, 99,8 % Cr	N	kg	167,15
Fundido al vacío	N	kg	176,15

Menas y concentrados (Cromita).

Se trata de mineral básicamente seco, sujeto a penalidades si no existen suficientes garantías: los términos de los contratos de compra (sujetos a negociaciones) son generalmente más bajos que la cotización en el mercado. En casa caso se tiene en cuenta la relación de cromo a hierro contenida en el mineral (ratio).

Fragmentos 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1	L	t	1.865,92-2.157,47
Concentrado 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1	L	t	1.749,30-2.040,85
Concentrados 54/56 % Cr ₂ O ₃ , ratio 4:1, tomando como base para su precio el de ratio 4:1 del 48 %	N	t	2.623,95-2.711,41

MANGANESO**Metal:**

Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t	L	t	48.860-51.821
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	42,75
Deshidrogenado 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	42,75

Menas y concentrados:**Calidad metalúrgica:**

48/50 Mn, máx 0,1 % P	L	t. u. Mn cont	33,43-36-15
48 % Mn (bajas impurezas)	N	t. u. Mn cont	36,15-39,02
46 % Mn	N	t. u. Mn cont	35136,15

Calidad para baterías:

70/85 % MnO ₂ , en gránulos	L	t	3.787,37-4.225,63
70/75 % MnO ₂ , en terrones mezclados	L	t	5.829,64-6.556,29

MOLIBDENO**Metal:**

Polvo	L	kg	524,13-546,34
Polvo de reducción hidrógena 99,95 % Mo	N	kg	514,32

Menas y concentrados:

Climax (mineral de la American Metal Climax inc) mín 85 % MoS ₂ (durante 1972 vendieron mineral de 95 % MoS ₂ cont)	Y y N	kg Mo cont	225,27
---	-------	------------	--------

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
Concentrado de otros orígenes	L	kg Mo cont	199,29-208,29
Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado	N	kg Mo cont	195,44-219,87

NIQUEL**Metal:**

Refinado, en lotes mínimos de 4 t	L	t	204,675
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t	L	t	192,154
Sinterizado 75 (óxido de níquel)	L	t, Ni, cont	183,167
Sinterizado 90 (óxido de níquel)	L	t, Ni, cont	187,174
Cátodos 99,9 % Ni	N	kg	193,72
Refinado, en el mercado libre	L	kg	182,58-195,44

Menas y concentrados.

Según contenido en níquel, tomando como base de discusión el precio del níquel en cátodos del 99,9 por 100 con deducciones que dependen de las impurezas y de los gastos de tratamientos. No existe una fórmula internacional de compra, las compañías compradoras estudian cada caso en concreto.

VANADIO

Metal: Sólo se cotiza como ferroaleaciones.

Menas y concentrados:

Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	L	kg V ₂ O ₅ cont	205-72-218,58
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	N	kg V ₂ O ₅ cont	192,87
Grado técnico, secado por aire	N	kg V ₂ O ₅ cont	284,16
Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).	N	kg V ₂ O ₅ cont	192,87

VOLFRAMIO**Metal:**

Polvo 98/99 % W	L	kg W cont	546,34
Reducción al carbón 98,8 % W, lotes de 1.000 lb	N	kg	578,61
Reducción hidrogénica 99,99 % W	N	kg	639,04-866,62

Menas y concentrado:

Menas indiferenciadas, calidad normalizada mínimo 65 % WO ₃	L	t. u. WO ₃ cont	2.457,79-2.739,11
--	---	----------------------------	-------------------

Wolframita:

Comprador	I	t. u. WO ₃ cont	2.591,05
Vendedor	L	t. u. WO ₃ cont	2.546,63

Scheelita I:

Comprador	L	t. u. WO ₃ cont	2.635,46
Vendedor	I	t. u. WO ₃ cont	2.576,24

Scheelita II:

Comprador	L	t. u. WO ₃ cont	2.724,30
Vendedor	L	t. u. WO ₃ cont	2.783,52

Ferroaleaciones:

Ferro-volframio 80/85 % W	L	kg W cont	392,35-399,76
Carburo de volframio en polvo, micronizado	L	kg	725,49-753,10

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
ALUMINIO			
Metal:			
Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb	L	t	62,185
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al	N	kg	32,14
Mercado internacional:			
Mín 99,6 % Al	L	t	35.534-36.275
Mín 99,7 % Al	L	t	35.831-36.570
Menas y concentrados (Alúmina y Bauxita):			
Alúmina calcinada 98,5/99,5 % Al ₂ O ₃ empaquetada en lotes de 20 t	L	t	9.707,97
Alúmina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t	L	t	11.949
Bauxita, grado abrasivo, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel ...	L	t	2.856,11
Bauxita, grado refractario, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel ...	L	t	3.774,14
CINC			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn ...	L	t	32.869
Calidad "GOB" base del productor, 98/98,5 % Zn ...	L	t	28.131
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio)	L	t	33.524
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio)	L	t	34.035
Calidad "Prime Westrn" mín 98 % Zn	N	kg	26,16
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio)	N	kg	27,13
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio)	N	kg	27,39
Menas y concentrados.			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional, tomando como punto de partida la base del productor.			
Sulfuro del 52 % Zn	L	t	7.577,71
Sulfuro del 55 % Zn	L	t	8.697,04
COBRE			
Metal:			
Bobinas (L. M. E.)	L	t	90.762
Cátodos (L. M. E.)	L	t	88.453
Productores USA	N	kg	76,37
Productores USA	N	kg	87,82
Alemán del oeste:			
Electrolítico	G	t	94.017-94.860
Cátodos	G	t	91.487-92.330
Menas y concentrados.			
Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.			
Menas del 15 % Cu	L	t	9.674,24
Menas del 20 % Cu	L	t	13.965,01
Menas del 25 % Cu	L	t	18.257,27

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
ESTAÑO			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (L. M. E.).	L	t	254.231
Calidad A, mín 99,8 % Sn	N	kg	270,01
Menas y concentrados.			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.			
Menas de estaño del 20 % Sn	L	t	36.063
Menas de estaño del 30 % Sn	L	t	62.238
Menas de estaño del 40 % Sn	L	t	89.378
Menas de estaño del 65 % Sn	L	t	155.232
Menas de estaño del 70 % Sn	L	t	171.800
Menas de estaño del 75 % Sn	L	t	184.517
PLOMO			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	23.171
Producido en USA	N	kg	21,08
Menas y concentrados.			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional, tomando como punto de partida la base del producto. Estos precios están calculados considerando que estas menas no tienen nada de plata.			
Concentrados de 70 % Pb	L	t	11.901
Concentrados de 80 % Pb	L	t	14.539
Metales secundarios			
Mercado			
Unidad			
Precio mes de mayo			
ANTIMONIO			
Metal:			
Regulus inglés, 99,5 % Sb, lotes 5 t	L	t	100.681
Regulos inglés 99,6 % Sb, lotes 5 t	L	t	104.382
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb	N	kg	77,14
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb	N	kg	92,58
Menas y concentrados:			
Fragmentos sulfurosos mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb cont	583,10-670,56
Fragmentos sulfurosos mín 60 % Sb	L	t. u. Sb cont	758,03-816,34
Crudo, mín 70 % Sb en fragmentos	L	t	99.348
Crudo, mín 70 % Sb en polvo negro	L	t	106.751
BERILIO			
Metal:			
Polvo 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes. Aleaciones de aprox 4 % Be y resto de Cu, en lingotes de 5 lb y en lotes 336 lb, se añade el Cu al precio de cotización de ese día	N	kg	6.943,32-8.486,28
preco de cotización de ese día	L	kg	3.264,80
Menas y concentrados:			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO ...	L	t.u. BeO cont	1.800,12-1.993
Importado, 10/12 % BeO (n)	N	t.u. BeO cont	1.928,70-2.250,15
BISMUTO			
Metal:			
Mercado internacional, en lotes de tonelada	L y N	kg	552,89-559,32

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
Menas y concentrados:			
Oxido, mín 60 % Bi	L	kg Bi cont (n)	(n)
CADMIO			
Metal:			
Del mercado libre, en lingotes y barras	L	kg	244,86-253,02
Barras mín 99,95 % Cd, en lotes de tonelada	N	kg	482,15
Lingotes en el mercado libre	L	kg	426,88-435-88
Barras en el mercado libre	L	kg	428,15-437,17
Menas y concentrados.			
Las menas de este metal no son cotizadas en el mercado, ya que el 80 por 100 del cadmio se obtiene de la fundición de los minerales de cinc y el resto de otras metalurgias similares.			
CIRCONIO			
Metal:			
Esponja, polvo o placas:			
Bajo contenido Hf	N	kg	900,06-1.800,12
Grado comercial	N	kg	642,90-1.285,80
Menas y concentrados (Zircón):			
Arenas de otras procedencias:			
Importación en el mercado americano, mínimo 65 % ZrO ₂	N	t	3.730,35-4.017,30
Importación en el mercado europeo:			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO ₂	L	t	5.330,16-5.626,28
Calidad con premio, máx 0,1 % TiO ₂	L	t	5.922,40-6.218,52
LITIO			
Metal:			
Lingotes mín 99,9 % Li en lotes de 1.000 lb	N	kg	1.051,78-1.116,07
Menas y concentrados:			
Amblygonita 6/8 % Li ₂ O, en base al 8 %	L	t. u Li ₂ O cont	983,11-1.128,21
Lepidolita 3/3,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u Li ₂ O cont	1.020,13-1.055,66
Petalita 3,5/4,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u Li ₂ O cont	666,27-814,33
Espodomena 4/7 % Li ₂ O, en base al 6 %	L	t. u Li ₂ O cont	838,01-873,55
MAGNESIO			
Metal:			
Lingotes de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg en lotes mínimos de 10 t	L	t	54.291
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	59.372
Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t.	L	t	72.549
Polvo de "Grado 4" mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 1 t	L	t	82.766
Limadoras, en lotes mínimos de 1 t	L	t	104.452-113.414
Lingotes mín 99,8 % Mg, en el mercado libre		t	51.081-53302
Lingotes en bruto, mínimos 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb	N	kg	49,11
Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb	N	kg	50,14
Menas y concentrados			
Este metal se recupera a partir de una serie de rocas que en su composición química contienen un alto grado de Mg, tales como la brucita, dolomita, magnesita y olivino.			

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
MERCURIO			
Metal:			
Mercado europeo, en frascos de 76 lb	L	f	14.884-15.175
Mercado americano, en frascos de 76 lb	N	f	15.044-15.569
Menas y concentrados			
Las menas no se comercian, ya que son siempre tratadas por los países productores.			
NIOBIO O COLUMBIO			
Metal:			
Calidad metalúrgica 99,5/8 % Cb, dependiendo del tamaño de los lotes:			
— Polvo y perdigones	N	kg	1.414,38-2.828,76
— Lingotes rugosos	N	kg	2.057,28-3.471,66
Menas y concentrados:			
Columbita mín 65 % Cb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Cb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1	L	t. u. Cb ₂ O ₅ + Ta ₂ O ₅ cont	1.675,78-1.821,50
Pirocloro mín 50 % Cb ₂ O ₅	L y N	kg Cb ₂ O ₅ cont	182,58-187,72
Columbita 65 % Cb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Cb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1 (n)	N	kg	141,43-147,86
TANTALO			
Metal:			
Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes	N	kg	3.664,53-4.950,33
Láminas dependiendo de la pureza	N	kg	4.628,88-7.714,80
Varillas dependiendo de la pureza	N	kg	4.628,88-6.429
Menas y concentrados:			
Tantalita:			
Mín 60 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	900,06-1.028,64
Mín 25/40 % tomando como base 30 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	771,48-900,06
Columbita: ver mineral de COLUMBIO.			
TITANIO			
Metal:			
Esponja inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell	L	kg	171,40
Tochos de 4" 18" de diámetro en lotes de 2.000 kg.	L	kg	379,03-535,97
Esponjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell en lotes de 500 lb	N	kg	169,72
Esponjas japonesas, mín 99,3 % Ti, en lotes de 500 lb	N	kg	154,29-160,72
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % TiO ₂ , empaquetado	L	t	12.437-12.881
Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO ₂	L	t	1.384,36-1.676,03
Rutilo mín 96 % TiO ₂ , para comercio interior, 12 % máx humedad	N	t	11.251
Ilmenita mín 54 % TiO ₂	N	t	1.262,58-1.377,36
Escorias canadienses mín 70 % TiO ₂	N	t	2.869,50

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
ARSENIO			
Metal:			
Fragmentos negros, mín 99 % As en lotes de tonelada	L	t	118.448-148.060
Menas y concentrados			
El arsénico es obtenido como subproducto en las metalurgias del cobre, cinc y otras menas.			
CESIO			
Metal:			
Mín 99,5 % lotes de 1-277 g (*)	N	g	81,63-209,91
lotes de 1-9 lb (*)	N	kg	32.145-35.359
lotes de 10-99 lb (*)	N	kg	25.716-29.930
lotes de 100-999 lb (*)	N	kg	19.287-22.501
lotes de 1.000 o más lb (*)	N	kg	12.858
Mín 99,9 % lotes de 1-277 g (*)	N	g	104,95-233,24
lotes de 1-9 lb (*)	N	kg	38.574-41.788
lotes de 10-99 lb (*)	N	kg	32.145-35.359
lotes de 100-999 lb (*)	N	kg	24.430-28.288
lotes de 1.000 o más lb (*)	N	kg	16.072
Menas y concentrados:			
Polucita mín 24 % Cs ₂ O	L	t. u Cs ₂ O	706,24
GALIO			
Metal:			
Mín 99,99 %, lotes hasta 999 g (*)	N	g	81,63
lotes de 1-4,999 kg (*)	N	g	69,97
lotes de 5-24,999 kg (*)	N	g	64,14
lotes de más de 25 kg (*)	N	g	55,39
Menas y concentrados.			
Las menas de esta sustancia no se cotizan en el mercado internacional, ya que todo el galio que se produce en el mundo, se obtiene como subproducto en los procesos de tratamiento de la bauxita y las menas de cinc.			
GERMANIO			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm conductividad:			
— en el mercado europeo	L	kg	12.912
— en el mercado americano	N	kg	17.085
Menas y concentrados.			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.			
HAFMIO			
Metal:			
Esonja (*)	N	kg	9.322,05
En barras y placas laminadas (*)	N	kg	15.430
Menas y concentrados.			
Las menas de hafmio no se comercializan ya que todo el metal que se produce, se obtiene separándolo del circonio después de la metalurgia de éste.			

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio mes de mayo
INDIO			
Metal:			
En barras, mín 99,97 % de pureza, en lotes de 100 troy on	L	g	4,04
En lingotes mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on	N	g	3,27
Menas y concentrados.			
El indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.			
RENIO			
Metal:			
Polvo mín 99,99 % Re	L	g	109,48
Polvo en mercado USA	N	kg	125.365-180.012
Menas y concentrados.			
La producción mundial de renio se consigue como un subproducto recobrado a partir de las menas de molibdeno y de los pórfidos cupríferos, obteniéndose el polvo metal en la metalurgia de los productos primarios.			
RUBIDIO			
Metal:			
Mín 99,5 % lotes de 1-277 g (*)	N	g	81,63-209,91
lotes de 1-9 lb (*)	N	kg	35.359-38.574
lotes de 10-99 lb (*)	N	kg	25.716-32.145
lotes de 100-999 lb (*)	N	kg	19.287-22.501
lotes de 1.000 o más lb (*)	N	kg	19.287
Menas y concentrados.			
El rubidio producido se obtiene de la metalurgia del cesio y otras menas, por esta razón no se cotizan sus menas en el mercado.			
SELENIO Y TELURO			
Metal. Selenio:			
Polvo grado comercial mín 99/99,5 % Se,	N	kg	1.157,22
De alta pureza, mín 99,9 % Se	N	kg	1.476,67
Canadiense mín 99,99,5 % Se, en lotes 100 lb	L	kg	1.285,80
Otras procedencias	L	kg	1.227,93-1.253,65
Metal. Teluro:			
Fragmentos y polvo mín 99/99,5 % Te	L	kg	816,20
Barras mín 99,5 % Te	L	kg	816,20
Polvo, en lotes de 100 lb	N		771,48
Placas, en lotes de 150 lb	N		771,48
Menas y concentrados.			
No se comercializan las menas de selenio y teluro debido a que la totalidad del metal que se produce, se obtiene como subproducto en la metalurgia de otros metales como son cobre, níquel, plata, etc., no obstante, existen minerales en los que aparecen conjuntamente, pero que al no ser explotados para la obtención de estos metales, por la razón antes expuesta, no se pueden considerar como menas.			
TALIO			
Metal en lotes de 25 lb	N		964,35
Menas y concentrados.			
Las menas de este metal no se cotizan en el mercado, ya que todo el talio que se produce se obtiene en la metalurgia de otras menas.			

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
131	11072	1-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Burgos.
131	11072	1-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Dirección General de Minas.
131	11072	1-VI-73	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Avila.
131	11072	1-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Cáceres.
131	11072	1-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
131	11072	1-VI-73	Ind.	CANCELACION de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Granada.
131	11073	1-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de La Coruña.
131	11073	1-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de León.
131	11073	1-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Navarra.
132	11145	2-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de concesión de explotación minera citada, Delegación Provincial de Valencia.
132	11144	2-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Avila.
132	11144	2-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Burgos.
132	11145	2-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Salamanca.
137	11620	8-VI-73	Ind.	ORDEN sobre renuncia de la "Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A." (ENPASA), al permiso de investigación de hidrocarburos "Graus", en la zona I.
140	11923	12-VI-73	Ind.	DECRETO por el que se adjudican a "Ranger Oil Spain Inc." cuatro permisos de investigación de hidrocarburos.
141	12605	13-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Teruel.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Almería.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesiones de explotación minera, Delegación Provincial de Cádiz.
143	12198	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Oviedo.
143	12198	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de concesión de explotación minera, Delegación Provincial de Sevilla.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
143	12196	15-VI-73	Ind.	ORDEN sobre renuncia de "Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A." (ENPASA), al permiso de investigación de hidrocarburos "Tolva", en la zona I.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Burgos.
143	12197	15-VI-73	Ind.	CORRELACION de permiso de investigación, Delegación Provincial de Ciudad Real.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Granada.
143	12197	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permiso de investigación minera, Delegación Provincial de Huelva.
143	12198	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Lugo.
143	12198	15-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación minera, Delegación Provincial de Pontevedra.
143	12198	15-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de permisos de investigación, Delegación Provincial de Sevilla.
143	12200	15-VI-73	Ind.	CADUCIDAD de permiso de investigación, Delegación Provincial de Valencia.
147	12580	20-VI-73	Ind.	OTORGAMIENTO de permisos de investigación, Delegación Provincial de Almería.
RESERVAS				
133	11246	4-VI-73	Ind.	ORDEN por la que se establece reserva provisional a favor del Estado para todo clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector IX-Area 1. Priorato (Pb-Zn/IV-2)", comprendida en las provincias de Tarragona y Lérida.
138	11719	9-VI-73	Ind.	ORDEN por la que se establece reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector IV-Area 1 (Sn-W/I-4)", comprendido en la provincia de Orense.
139	11816	11-VI-73	Ind.	ORDEN por la que se establece reserva provisional a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona denominada "Subsector II-Area 1 (Ti/II-1)", comprendida en la provincia de Huelva.
146	12477	19-VI-73	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado, para minerales radiactivos, de "Cuenca Dos, Carrasosa del Campo", de la provincia de Cuenca.
VARIOS				
134	11351	5-VI-73	P.G.	DECRETO por el que se prorroga la fecha de promulgación de las normas que han de regir en la provincia de Baleares para el aprovechamiento de sus aguas subterráneas, de acuerdo con lo establecido en la Ley 58/1969, de 30 de junio.
137	11617	8-VI-73	O.P.	Se concede un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Santa Lucia, en término municipal de La Bisbal, a favor de don Juan Rosell Masip.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
139	11808	11-VI-73	O. P.	Se concede autorización a don Lorenzo Galofré Grau para aprovechar aguas subálveas del torrente Garrigó, en término municipal de Montmell (Tarragona), con destino a riegos y atenciones de una granja, excluida la bebida.
139	11809	11-VI-73	O. P.	Se concede autorización a don Eusebio Mañé Sans para aprovechar aguas subálveas del torrente Bellvey, en término municipal de Bellvey (Tarragona), con destino a usos domésticos y atenciones de una granja.
139	11808	11-VI-73	O. P.	AUTORIZACION concedida a la Comunidad de Aguas "La Ilusión" para continuar labores de perforación en una galería que tiene autorizada en el barranco de Afoña, en término municipal de Arafo (Santa Cruz de Tenerife) y legalizar obras ejecutadas en la misma galería sin autorización, estando la continuación solicitada y las obras realizadas clandestinamente en los montes de propios de aquel Ayuntamiento.
142	12091	14-VI-73	O. P.	Se autoriza a don José Domenech Torne un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera de Viloví, en término municipal de Viloví del Panadés (Barcelona), con destino a usos domésticos, industriales y de riegos.
142	12091	14-VI-73	O. P.	Se concede a don Vicente Reixach Vilarrasa un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Turnell, en término municipal de San Juan les Fonts.
151	12868	25-VI-73	O. P.	Se aclara el rumbo autorizado a la Comunidad de Aguas "La Reina" para los trabajos de alumbramientos en término municipal de Güimar (Santa Cruz de Tenerife).

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

A. MALDONADO LÓPEZ: *El Delta del Ebro. Estudio Sedimentológico y Estratigráfico*. Boletín de Estratigrafía, número I, vol. extraordinario, 486 págs. Universidad de Barcelona, 1972.

Se hace un estudio sobre los antecedentes de la Sedimentación Deltaica Reciente y sobre el Plio-Cuaternario del Bajo Ebro; tratándose con detenimiento los factores ambientales, estructurales y geomorfológicos que han influido en el desarrollo del Delta.

En esta tesis se detallan los ambientes actuales y la evolución durante los últimos siglos, acompañada por una serie de esquemas que van desde el año 1522 al 1858.

Se estudian por diversos métodos los afloramientos del terreno y varios sondeos, intentando hacer una correlación entre unos y otros.

Termina el trabajo dando una evolución histórica para el Bajo Ebro durante el Neógeno Superior y Cuaternario,

incluyendo un capítulo dedicado a la influencia que han tenido los movimientos tectónicos en la sedimentación de las series.—C. L. F.

HIDROGEOLOGIA

Brainage principales and applications, I. Introductory subjects. Wageningen (Pays-Bas). Institut international pour L'amélioration et mise en valeur des terres, 1972. 240 págs. "Publication 16, vol. 1).

Los cuatro volúmenes de esta publicación constan esencialmente de las conferencias pronunciadas por los profesores del curso de drenaje organizado por el Instituto Internacional para la mejora y puesta en valor de las tierras.

Se expone los elementos, las leyes físicas y los principios del sistema planta-suelo-agua, donde tiene lugar el proceso de drenaje de las tierras.

Los volúmenes pendientes de aparecer tratarán de los temas siguientes; teoría de drenaje de los terrenos y de la circulación en las cuencas vertientes. Levantamientos e investigaciones. Concepción y gestión de los sistemas de drenaje.

ESTATIGRAFIA

Seminarios de Estratigrafía, Núm. 8. Madrid, 1972.

Apareció el número 8 de esta revista editada conjuntamente, por el Departamento de Estratigrafía de la Universidad de Ciencias de Madrid, y el Departamento de Geología Económica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Los artículos contenidos son los siguientes: J. Gómez de Llarena: Notas retrospectivas sobre la génesis de la magnesita.—Deodato de Dolomieu: Notas históricas sobre la dolomita y la magnesita.—Giovanni Arduino: Observaciones químicas sobre algunos fósiles del señor Juan Arduino.—Leopoldo de Buch: Sobre la dolomita del Tirol.—Rafael Soler y José: Un nuevo afloramiento de la cuenca cantábrica central: Aulestia.—L. DE A.

PETROGRAFIA

J. SAGREDO: *Estudio de las inclusiones de rocas ultramáficas con anfíbol que aparecen en los basaltos al NW de Cartagena (Provincia de Murcia)*. Revista Estudios Geológicos, vol. XXIX, págs. 63-63, febrero 1973.

En los basaltos del NW de Cartagena, han aparecido abundantes inclusiones de rocas ultramáficas. En este trabajo estudia el autor las que tienen anfíbol y clinopiroxeno abundante y pequeñas cantidades de olivino. observa marcadas diferencias en las inclusiones peridotíticas anteriormente estudiadas, a la vez que gran semejanza con el basalto en que aparecen incluidas. Las considera como acumulados de material básico que se han formado en las primeras etapas de cristalización del material basáltico, a una profundidad de 15-20 km. y posteriormente englobadas por el basalto en su ascensión a la superficie.—L. DE A.

SAXENA, S. K.: University of Delhi, India. *Thermodynamics of Rock-Forming Crystalline Solutions*. Minerals, Rocks and Inorganic Materials, Monograph Series of Theoretical and Experimental Studies: Editors: Engelhardt, Hahn, Roy, Wyllie. 67 figs. XII, 188 pages. 1973. Berlín-Heidelberg-New York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-06175-4.

SAXENA, S. K.: Universidad de Delhi, India. *Termodinámica de las soluciones cristalinas petrogénicas*. Minera-

les, rocas y materiales inorgánicos. Series monográficas de estudios teóricos y experimentales. Editores: Engelhardt, Hahn, Roy, Wyllie. Vol. 8. 67 figuras. XII, 188 págs. 1973.

En la Introducción dice el autor que la obra está dedicada a los estudiantes adelantados en sus conocimientos mineralógicos y petrográficos, así como a los investigadores de estas disciplinas; sobre todo, se destina a facilitar la comprensión de los problemas surgidos en la interpretación de las fases heterogéneas de equilibrio resultante de las soluciones cristalinas complejas.

La obra se divide en XI partes. La I describe las relaciones termodinámicas de las soluciones cristalinas. La II trata de los modelos termodinámicos útiles en el estudio de las soluciones cristalinas. La III trata de la estabilidad termodinámica de una solución. La IV trata de la composición de las fases coexistentes. La V estudia los cálculos y mediciones de los componentes. En la parte VI se describen las mediciones de la actividad de los componentes en el análisis de los datos ofrecidos por las soluciones simétricas y por las soluciones asimétricas. La VII trata del orden y desorden en los silicatos. La VIII estudia los problemas termodinámicos de los piroxenos. La IX estudia los mismos problemas en los olivinos. La X trata del mismo tema en los feldespatos. La XI trata de las soluciones cristalinas y de la geotermometría.

La obra se completa con un apéndice en el que aparecen datos que facilitan los cálculos en las funciones termodinámicas de las soluciones cristalinas.—J. G. LL.

GEOQUIMICA

By R. A. SCOTT and A. M. URE: *Analyst proceedings. Some sources of contamination in trace analysis*. December 1972, págs. 188 a 193.

La disminución progresiva de los límites de detección de los elementos traza y el incremento del número de elementos conocidos con significación en los campos de la industria y la biología, obliga a evitar las contaminaciones con ellos de origen extraño durante el proceso analítico, ya que la experimentación carecería de valor.

Consideran los diversos casos de contaminación y el proceso contaminante lo agrupa en tres apartados: 1.º Durante la experiencia, 2.º Durante el muestreo y empaquetado, 3.º Durante el proceso analítico.—L. DE A.

S. HENNING and T. L. JACKSON: *Atomic absorption Newsletter. Determination of molybdenum in plant tissue*. July-August 1973. Vol. 1, no 4, págs. 100 y 101.

El contenido en molibdeno en las plantas, tiene fundamental importancia desde dos puntos de vista, su pros-

pección paleobotánica o su influencia en la vegetación. En este último se pueden dar dos circunstancias las de fenómenos carenciales o las de supercontenido que puede llegar a originar fenómenos de toxicidad.

La técnica que se describe de valoración del molibdeno por absorción atómica, es más rápida y cómoda que la conocida colorimétricamente. La valoración es precisa y sin interferencias, Su sensibilidad es valorada por los casos de deficiencias en molibdeno. Es rápida incluso para los contenidos en los límites de toxicidad.—L. DE A.

M. J. PELLICER: *Estudio petrológico y geoquímico de un nuevo yacimiento de rocas lamproíticas situado en las proximidades de Aljorra (Murcia)*. Revista Estudios Geológicos. Vol. XXIX, págs. 99-106, febrero 1973.

Este yacimiento de rocas lamproíticas es un pitón vertical de una vaina brechoide. Hace el autor un reconocimiento petrográfico del mismo, así como un estudio detallado de un mineral tabular que aparece en cavidades miarolíticas.

Compara en el estudio geoquímico los datos obtenidos con los ya publicados de rocas lamproíticas de esta provincia y comprueba que este yacimiento corresponde a estudios más evolucionados en la variación lamproítica. L. DE A.

HOEFS, J. (Universität Göttingen): *Stable Isotope Geochemistry*. Minerals, Rocks and Inorganic Materials. Monograph Series of Theoretical and Experimental Studies. Editors: Engelhardt, Hahn, Roy, Wyllie. Vol. 9, 37 figs., IX, 140 pages, 1973. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-6176-2.

HOEFS, J. (Universidad de Göttingen): *Geoquímica de los isótopos estables*. Minerales, rocas y materiales inorgánicos. Series monográficas de estudios teóricos y experimentales. Editores: Engelhardt, Hahn, Roy, Wyllie. Vol. 9, 37 figs., IX, 140 páginas, 1973. Berlín-Heidelberg, Nueva York. Springer-Verlag. ISBN 3-40-06176-2.

Esta obra forma parte de la serie destinada al estudio de los "isótopos en Geología". Su autor, Dr. Jochen Hoefs, pertenece al Instituto Geoquímico de la Universidad de Göttingen (Alemania).

En el prólogo se destaca la rapidez con que en estos últimos años se ha desarrollado el estudio de los isótopos en relación con la Geología. Se cuentan ya numerosos trabajos sobre este tema, lo que obliga a concretarse a un determinado capítulo, prescindiendo de temas tan importantes como, entre otros, es el de los isótopos radiactivos.

El libro se divide en tres partes. En la parte A se expone la teoría de los efectos isotópicos y las bases técnicas en que tienen sus aplicaciones. La parte B expone un resumen sobre el mecanismo del fraccionamiento de los elementos más importantes (hidrógeno, carbono, oxígeno, azufre). La parte C describe los resultados desde el punto de vista geológico y de modo breve discute los de otros autores.

La obra está dedicada más bien a los estudiosos de estos problemas que a los especialistas. La parte A está dividida en siete capítulos; la B comprende 10 capítulos. La parte C comprende otros 10. Señalamos aquí los títulos de estos últimos: Materiales extraterrestres. Rocas ígneas. Gases volcánicos, aguas termales. Depósitos metálicos. El ciclo del agua. La composición isotópica del agua del mar. La atmósfera. La biosfera. Las rocas sedimentarias. Las rocas metamórficas.

La biografía abarca 22 páginas.—J. G. LL.

ASTRONOMIA

Origins of Life: Planetary Astronomy. Proceedings of the 3rd Interdisciplinary Communications Program Conference. Editor: Margulis, L., Boston University, USA, 28 figs. XI, 268 pages, 1973. Berlín-Heidelberg-New York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-06065-0. (The proceedings of the first two conferences were published by Gordon & Beach).

Orígenes de la vida: Astronomía planetaria. Actas de la tercera conferencia del Programa de Comunicaciones Interdisciplinarias. Editor: Margulis, L., Universidad de Boston, EE. UU., 24×15 cm., 28 figs., XI, 268 páginas, 1973. Berlín-Heidelberg-Nueva York. Springer-Verlag. ISBN 5-540-06065-0. (Las actas de las dos primeras conferencias han sido editadas por Gordon y Beach.)

La presente obra es un resumen del diálogo mantenido entre eminentes científicos, que tuvo lugar en Pacific Palisades (California) en febrero y marzo de 1970, gracias a una subvención de la Administración Nacional de Aeronáutica y Ciencias del Espacio.

Los 19 participantes que han intervenido en esta conferencia pertenecen a la NASA; otros, a distintas Universidades y centros científicos de los Estados Unidos de Norteamérica.

Es interesante la lectura de esta obra, que reproduce fielmente el vivo diálogo sostenido por los participantes en él. Las figuras que contiene completan los conocimientos que hasta ahora se tienen del universo en que vivimos.—J. G. LL.

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1973

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio «SANTA BARBARA» para 1973, con el objeto de galardonar a los escritores y periodistas que mejor hayan divulgado y valorado en la prensa, radio y televisión, de lengua española, la importancia de «LA INVESTIGACION DEL SUBSUELO EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA».

El premio estará dotado con **100.000** pesetas.

Para optar al premio se precisa que el trabajo se haya publicado, radiado o televisado, durante el año en curso.

Quedan excluidas entre las revistas, aquellas que sean técnicas y entre los autores quienes pertenezcan al IGME.

Los aspirantes al premio deberán presentar por triplicado el correspondiente artículo, impreso, en cinta grabada o en película cinematográfica, en el Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1974.

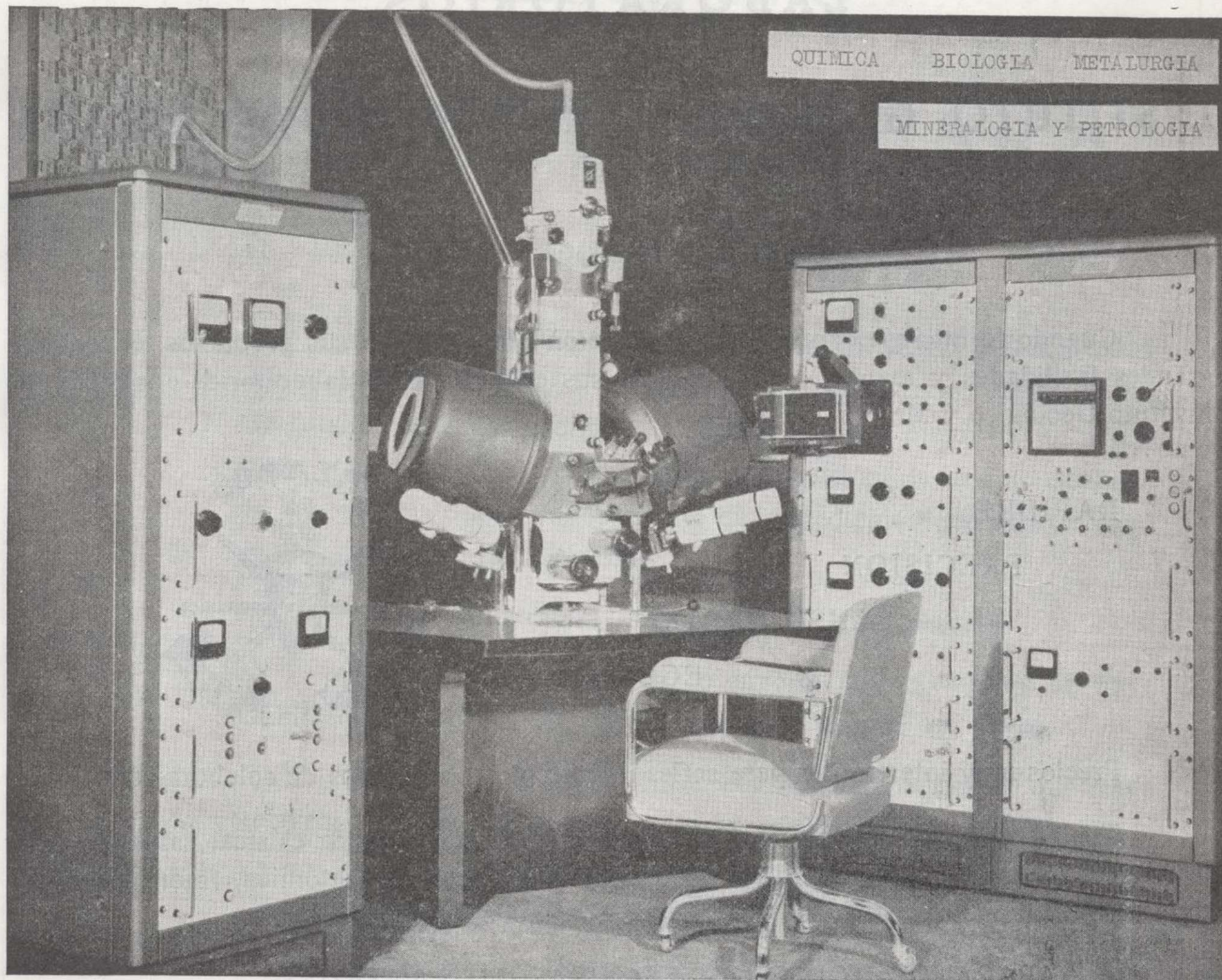
La decisión del Jurado es inapelable, pudiendo declarar desierto el premio, y sus decisiones se dan por aceptadas por cuantos se presenten al concurso.

El fallo tendrá lugar en los primeros meses del año 1974.

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3