

En este número:

- «Sobre la teoría del método de reconstitución de pliegues en el caso de interferencia».
- Caracteres generales de la tectónica tardihercínica de fracturación en la sierra de Gredos (región de Béjar-Piedrahita).
- Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena Oriental, Jaén (España)).
- Algunas precisiones a la nota «Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la hoja de Jalance (provincia de Valencia)».
- Geotermismo y Minería.
- Hidrogeología del acuífero de la vega de Motril-Salobreña (Granada).
- Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca).
- Consideraciones petrogenéticas sobre diversas rocas cuarzofeldespáticas en el área de Zalamea de la Serena (Badajoz) y su relación con rocas análogas del SO de España.
- Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874 T. LXXXIX, Sexto Fascículo. Noviembre - Diciembre 1978

boletín geológico y minero

geología • minería • aguas subterráneas • estudios de minerales • mineralurgia





INI
 empresa nacional adaro
 de investigaciones mineras, s.a.

**exploración, investigación e
 ingeniería de desarrollo de recursos
 del subsuelo y plataforma continental**



**geológicos
 minerales
 hidrogeológicos
 geotérmicos
 geotécnicos**

domicilio social y gerencia:
 serrano, 116. madrid-6
 ☎ 262 41 10*

centro de investigación "juan gavala"
 carretera de andalucia, km. 12
 getafe (madrid)
 ☎ 797 34 00*

**protección del medio ambiente
 y tratamiento de residuos
 urbanos e industriales**

**ordenación geológica
 de la infraestructura para el
 desarrollo regional**



**ALUMBRAMIENTO
 DE AGUAS
 SUBTERRANEAS**

- Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 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) y radiactiva (Rayos gamma).
- Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

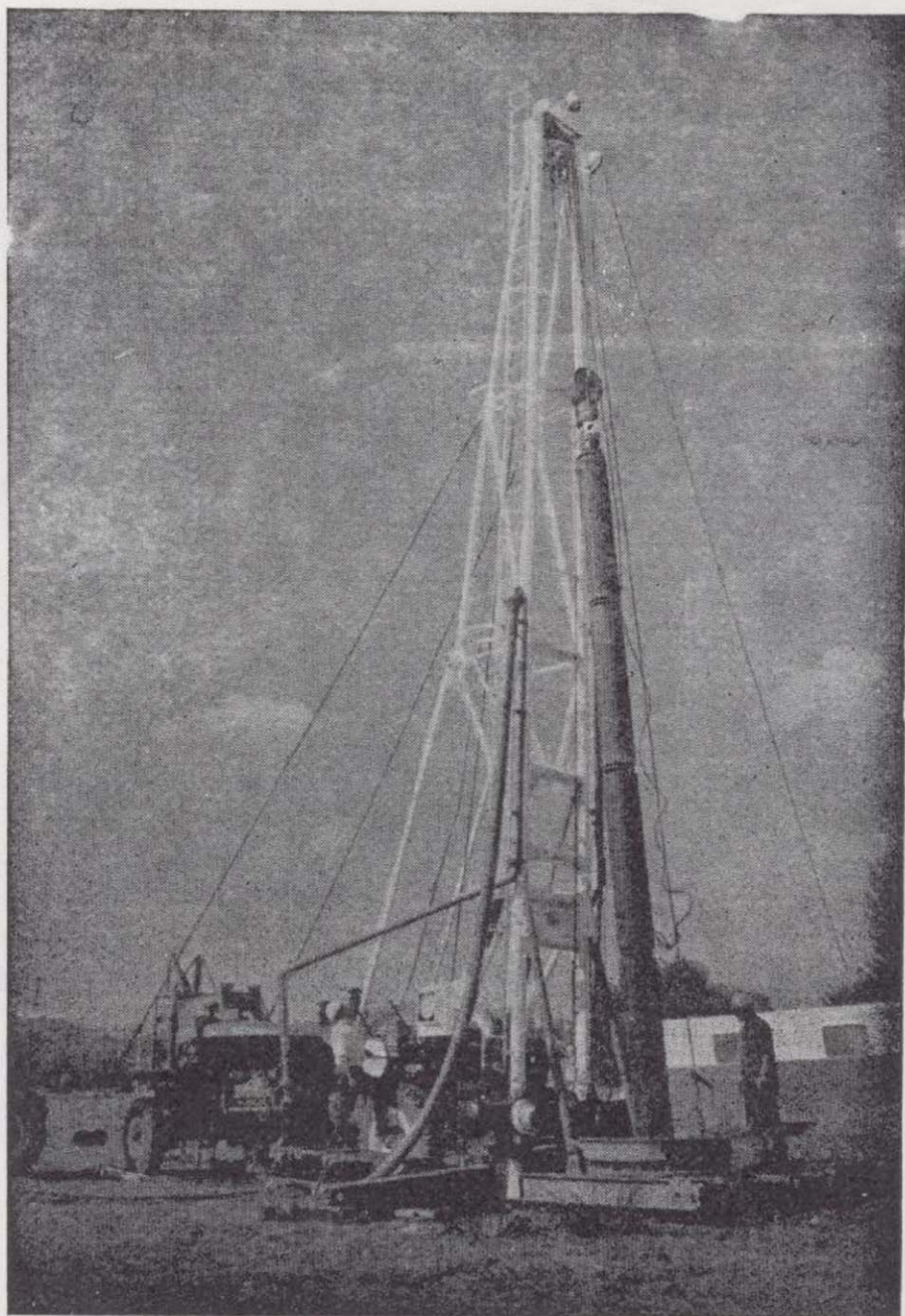
Dr. Fleming, 3 - 5.º piso
Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72
MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 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) y radiactiva (Rayos gamma).

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

MADRID - 16

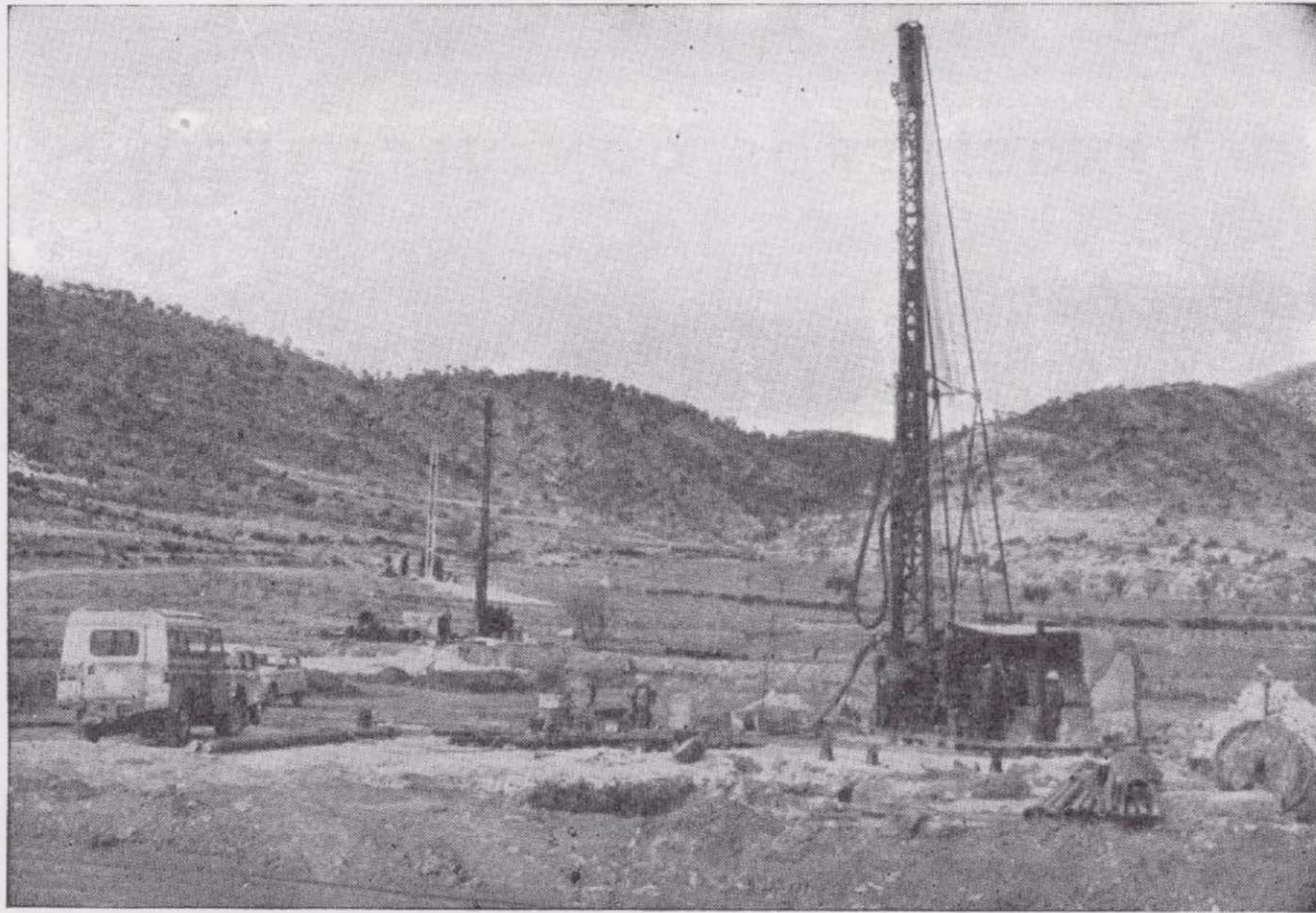
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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.

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PROFUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.

★ ★ ★

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

★ ★ ★

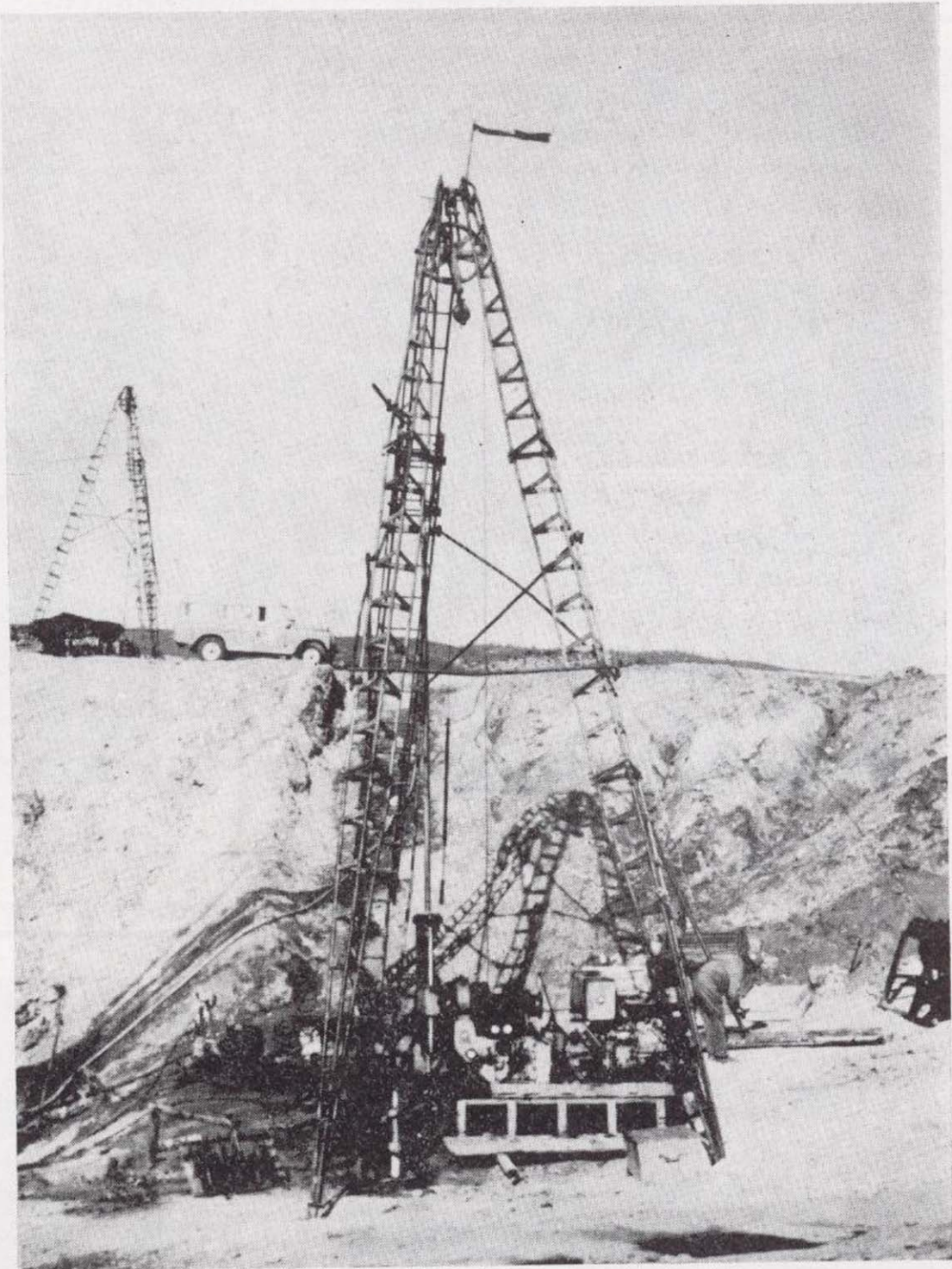
ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

TERRATEST

equipos
adecuados
a
cada
problema
manejados
por
expertos



SONDEOS DE EXPLORACION MINERA Y GEOLOGICA

- Recuperación continua de testigo con métodos wire-line o convencional. Sistemas especiales para rocas poco consistentes. Perforación con tricono o martillo de fondo y recuperación de detritus.
- Estudios y control de perforación de sondeo. Mediciones de inclinación y desviación y orientación de testigos.
- Sondeos geotécnicos para la industria de la Construcción.



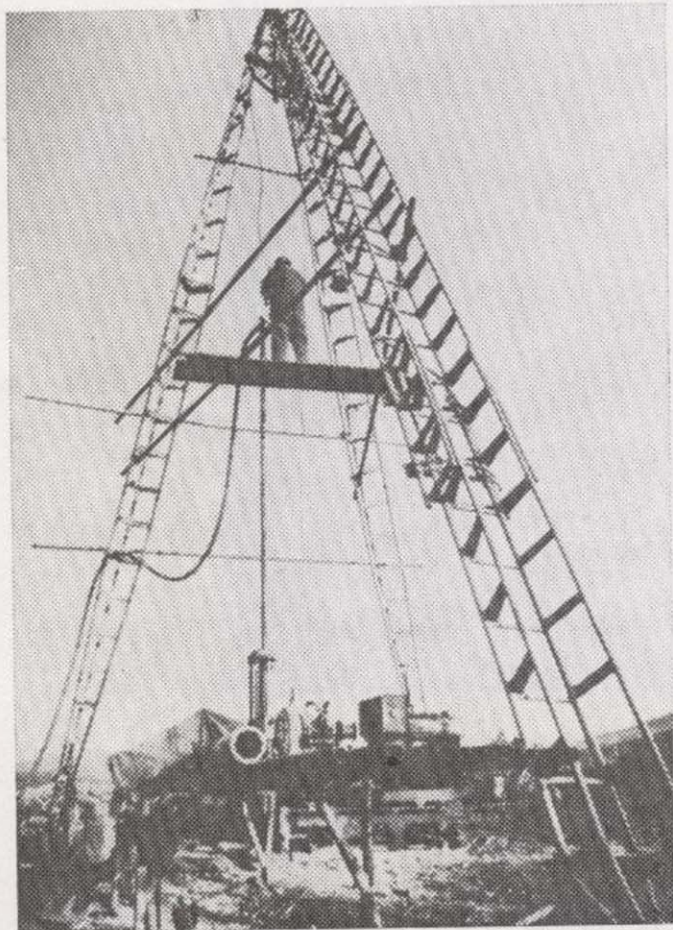
Oficina Principal

MADRID: Avda. de José Antonio, 70 - 6º. Teléfono 248 68.00

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.



MINERIA.

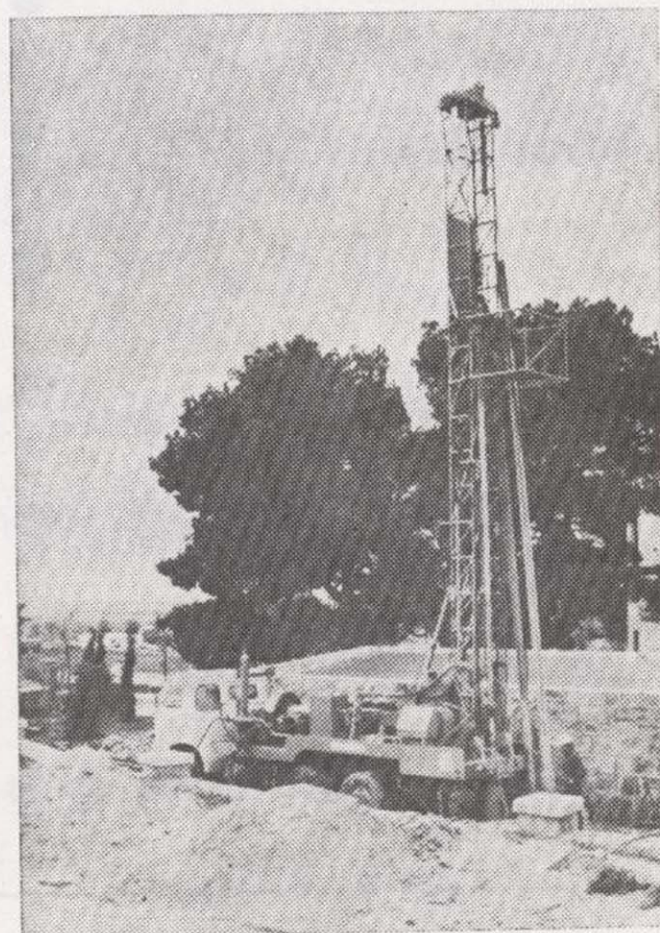
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.

ESTRATIGRAFICOS.

EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESPECIALES, ETC.

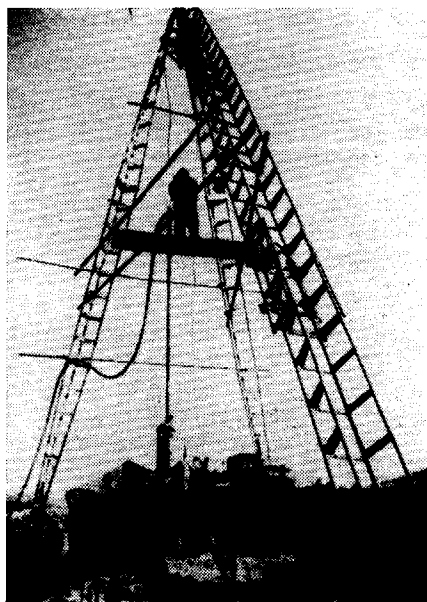
- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- RotoperCUSión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.



LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6

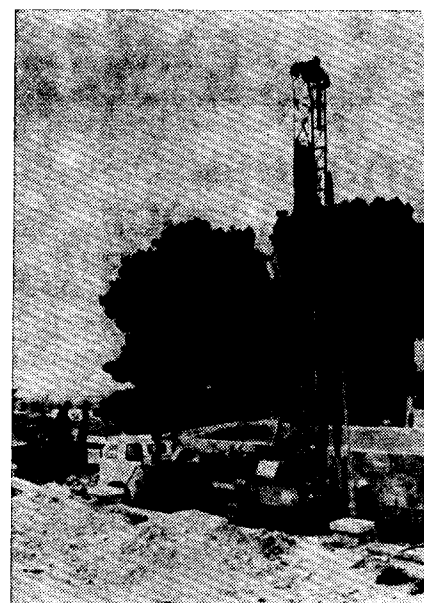
IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954



Le resuelve cualquier
problema de perforación.

**MINERIA.
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES, ETC.**



- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

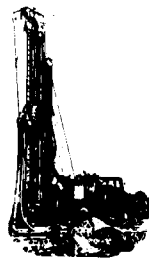
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

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



Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

Dondequiera que esté en la geografía española, cualquiera que sea su problema de agua, recurra al asesoramiento de Vegarada. Poseemos la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle toda el agua que necesite. Desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Solicite información sin compromiso.



Vegarada

Guzmán el Bueno, 133
Tels. 233 71 00-253 42 00 MADRID-3



Pb-10

Tomo 89

Fascículo VI

Noviembre-Diciembre 1978

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	L. M. RÍOS: "Sobre la teoría del método de reconstitución de pliegues en el caso de interferencia"	1
	R. B. BABÍN VICH: Caracteres generales de la tectónica tardihercínica de fracturación en la Sierra de Gredos (Región de Béjar-Piedrahita)	13
	S. RÍOS ARAGÜES: Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena Oriental, Jaén, España)	18
	J. R. MAS y A. GARCÍA QUINTANA: Algunas precisiones a la nota "Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la hoja de Jalance (provincia de Valencia)"	30
Minería	J. MENDUÑA FERNÁNDEZ: Geotermismo y Minería	32
Aguas Subterráneas	E. I. CASTILLO PÉREZ y R. FERNÁNDEZ-RUBIO: Hidrogeología del acuífero de la vega Motril-Salobreña (Granada)	39
Estudio de minerales y rocas	JUAN LOCUTURA, CASILDA RUIZ, JOSEFINA SIERRA y ELENA VINDEL: Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)	49
	V. SÁNCHEZ CELA: Consideraciones petrogenéticas sobre diversas rocas cuarzofeldespáticas en el área de Zalamea de la Serena (Badajoz), y su relación con rocas análogas de SO de España.	64
	A. APARICIO y F. BELLIDO: Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas	75
Información	Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XXIV Campamento para Prácticas de Geología "Luis Solé Sabaris. Panticosa 1978".—La enseñanza de la minería en el Mundo Hispánico (Noticias históricas).—Información legislativa.—Índice de materias.—Índice de autores	81

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

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

Contacto entre dique milonítico y granito biotítico; justamente
en el contacto la milonita pasa a ser ultramilonita.

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Albarracín, 50.-Madrid (17).-VI-1979.

“Sobre la teoría del método de reconstitución de pliegues en el caso de interferencia”

Por L. M. RIOS (*)

RESUMEN

El cálculo de las lineaciones primitivas en el caso de interferencia de fases tectónicas generalmente no puede solucionarse con sólo los datos en estereograma. De ahí, la necesidad de utilizar además datos de los contornos cartográficos de los horizontes geológicos. Se propone un método de operar en el caso de modelo de cizallamiento con aplastamiento homogéneo. El método es generalizado al caso de modelo de flexión con aplastamiento, incluso con pliegues de ejes oblicuos al eje Y de la deformación.

ABSTRACT

The calculation of the primitive lineations concerning an interference of tectonic phases can not be solved generally by stereogram data only. Therefore, the need of also using data from the cartographic contours of the geological horizons. A method is proposed to operate in the case of shear model with homogeneous strain. The method is extended to the case of flexured slip model with homogeneous strain, even for folds not parallel with respect to the Y axe of deformation.

INTRODUCCION

Una gran ventaja que proporciona la naturaleza en el estudio estructural de regiones complejas es el caso bastante frecuente en el que hay áreas con deformación previa que no han sido alteradas por la deformación posterior. Evidentemente estas áreas nos indican las direcciones y características de la fase tectónica previa y nos ayudan a la interpretación de las otras áreas más complejas, en el supuesto de que las direcciones y características de la fase previa se conservan en las áreas complejas.

En el caso de que las fases tectónicas interfieran y que los pliegues de fase posterior sean de dimensiones mayores que los de la fase previa y, además, se pueda considerar a la fase previa como la primera, en estas condiciones, parece aceptable admitir que las lineaciones de intersección y los ejes

de fase primera eran en conjunto horizontales. Sobre el diagrama de dispersión de estos elementos estructurales producida por la fase segunda bastaría considerar aquellos que fueran horizontales para tener resuelto el problema de las direcciones de fase primera.

En este trabajo nos ocuparemos del caso de interferencia de pliegues en los que los de fase posterior son del mismo orden de magnitud o menores que los de fase previa (igual o menor longitud de onda) y consideraremos el caso general en el que la fase previa no tenga necesariamente que ser la primera. El objeto del trabajo es mostrar las bases teóricas de una manera de operar que en la práctica puede ser o no ser factible. En el primer caso se hace necesario que el geólogo tenga una mentalización necesaria para que la solución del problema no le pase desapercibida. En el segundo caso el geólogo percibirá, con ahorro de tiempo y devaneos inútiles, la imposibilidad de la solución del problema.

(*) Grupos de trabajo de la Cátedra de Geología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

Partimos del postulado de que los ejes de fase posterior, que provisionalmente y para mayor comodidad vamos a llamar fase 2 (igualmente podríamos llamarla fase n), nacen ya torcidos y que en un dominio parcial son cilíndricos (fig. 1). Esto

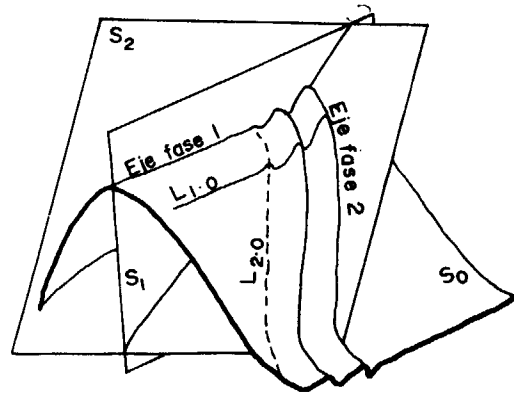


Figura 1

Los pliegues de la fase 2 tienen menor longitud de onda que el pliegue de la fase 1 y nacen torcidos. (figura modificada de Mey, 1967)

- $E_{2.0}^2$ Eje de pliegue en estratificación, medido en el campo y producido en la fase 2.
- $E_{2.1}^2$ Eje de dispersión de la esquistosidad de primera fase, dispersión producida por la fase 2.

El índice 2 indica que el elemento estructural de que se trata es el observado actualmente (después de la fase 2) en el campo. En general no se pone y se da por sobreentendido.

- S_1^1 Esquistosidad calculada de la fase 1, después de la fase 1 y antes de la segunda deformación.
- S_0^1 Estratificación calculada de la fase 1, antes de la segunda deformación.
- $L_{1.0}^1$ Lineación de intersección de las dos anteriores, antes de la segunda deformación.
- $E_{1.0}^1$ Eje calculado por dispersión de la estratificación producido en la fase 1 antes de la fase 2.

A veces se utiliza para la estratificación la nomenclatura S_n y se dejan los subíndices 0, -1, etc., para las fases previas que pueden pasar desapercibidas al principio del estudio.

En el caso de formación de pliegues por cizalla o deslizamiento paralelo al plano axial ("shear folding") utilizaremos la misma nomenclatura de los ejes de deformación que RAMSAY (1967): a, b, c. Igualmente, en el caso de superposición de un aplastamiento homogéneo ("homogeneous strain") los ejes serán: X, Y, Z. Normalmente se admite que el eje "a" (también llamado dirección de transporte) coincide con el eje X, el eje b con el eje Y, el eje c con el eje Z o eje de acortamiento.

DISPERSION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Modelo de pliegue por deslizamiento paralelo al plano axial.

En el caso de un pliegue de segunda fase de estas características, una lineación de intersección previa $L_{1.0}^1$ se dispersa en un plano formado por $L_{1.0}^1$ y la dirección "a" de transporte (fig. 2). Además, admitiendo que el valor de la cizalla "shear strain" es el mismo en cualquier punto de un plano "ab" se puede decir que:

quiere decir que las medidas de estratificación tomadas en cualquier corte perpendicular al eje de fase 2 están dispersas en un círculo máximo en el estereograma de proyección estereográfica. Utilizaremos siempre la proyección Wulf sobre el hemisferio superior y en el caso en que fuera necesario realizar diagramas de densidad utilizaríamos la malla de Pronin (WISTELIUS, 1966).

Para manejar los datos estructurales nos parece ventajoso utilizar la siguiente nomenclatura. Por ejemplo en el caso de dos fases:

- S_0^2 Estratificación medida en el campo después de la fase 2.
- S_2^2 Esquistosidad medida en el campo producida en la fase 2.
- $L_{2.0}^2$ Lineación de intersección de las dos anteriores.
- S_1^2 Esquistosidad producida en la fase 1 y medida después de la fase 2.
- $L_{1.0}^2$ Lineación de intersección de estratificación y esquistosidad producida en la fase 1 y medida después de la fase 2.
- $E_{2.0}^2$ Eje calculado por dispersión de la estratificación, no observable a la escala del afloramiento, producido en la fase 2.

- el pliegue resultante es cilindro;
- su eje es paralelo a la estratificación S_0^1 antes de la segunda deformación.

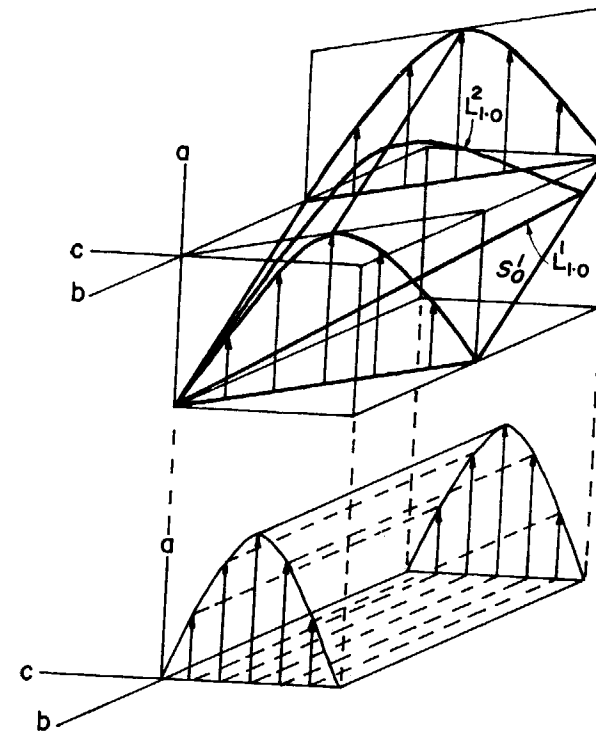


Figura 2

Deformación de un plano S_0^1 y una lineación $L_{1.0}^1$ por un deslizamiento heterogéneo simple definido en la parte inferior de la figura

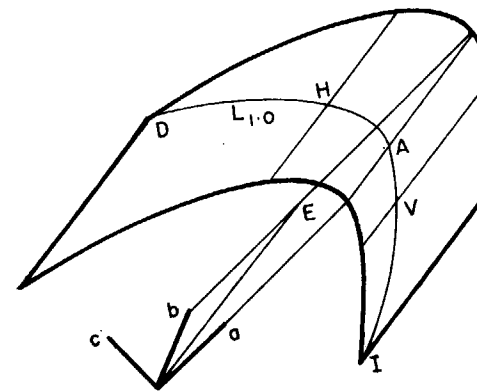


Figura 3

Pliegue similar de eje E oblicuo al eje b de la deformación, y lineación previa $L_{1.0}^1$ deformada. D, H, A, V, I: diversas estaciones

En el estereograma de la figura 4 se ha representado en proyección estereográfica la dispersión de los elementos estructurales del pliegue similar de la figura 3. Se ha tomado como plano de proyección.

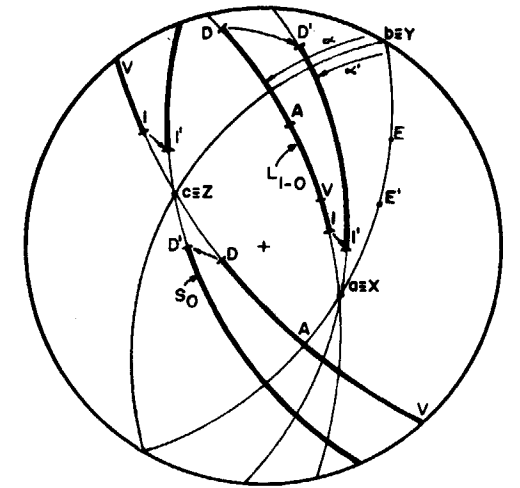


Figura 4

Dispersión sobre estereograma de la lineación $L_{1.0}^1$ y de los polos de la estratificación S_0^1 de la figura 3. Para cada valor de S_0^1 hay un valor de $L_{1.0}^1$ correspondiente. Efecto de un aplastamiento homogéneo superpuesto

uno pasando por el eje "b". Los polos de la estratificación S_0^1 se hallan en un círculo máximo cuyo polo es el eje de dispersión E. La lineación $L_{1.0}^1$ se haya dispersa en un círculo máximo que pasa por el punto "a". Si se considera superpuesto un aplastamiento homogéneo de ejes X, Y, Z, el cilindrismo del pliegue se conserva variando el eje de dispersión E a E' y los polos de estratificación pasan a un nuevo círculo máximo ($D \rightarrow D'$, $I \rightarrow I'$). Igualmente el círculo máximo donde se hallan las lineaciones $L_{1.0}^1$ cambia de modo que D pasa a D' e I a I'.

En estas condiciones se verifica que:

$$\frac{\text{tg } \alpha'}{\text{tg } \alpha} = \frac{\sqrt{\lambda_3}}{\sqrt{\lambda_2}}$$

y

$$\text{tg } \frac{\widehat{E'Y}}{\widehat{EY}} = \frac{\sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{\lambda_2}}$$

siendo $\sqrt{\lambda_1}$, $\sqrt{\lambda_2}$, $\sqrt{\lambda_3}$ los semiejes del elipsoide de deformación del aplastamiento homogéneo corres-

pendientes a X, Y, Z respectivamente (RAMSAY, 1967). Sin embargo con los datos de campo solamente existe la posibilidad de conocer α' y $\widehat{E'Y}$.

Otra manera de apreciar el grado de aplastamiento es la que se basa en la observación de objetos deformados, pero ésta debe hacerse en aquellos lugares donde la S_0 es paralela a la S'_0 antes de la segunda deformación (fig. 5). Sobre este problema volveremos más adelante.

Como crítica a este modelo, hay que hacer notar que el valor de la cizalla no tiene por qué ser constante, en la naturaleza en un plano "ab", si todos

los bancos de que se compone el pliegue tienen las mismas características mecánicas, es decir se comportan de modo igualmente "pasivo" sin que bancos más competentes que otros aseguren la coherencia del cilindrismo. No obstante, este modelo puede considerarse y utilizarse como una aproximación a la realidad postulando que hay un mínimo de contraste de competencias entre los diferentes bancos que asegure el cilindrismo de la estructura resultante al cabo de la fase 2. En este caso el aspecto similar del pliegue, considerado globalmente, se debe a que hay una combinación de bancos deformados según las clases 1C y 3 alternativamente.

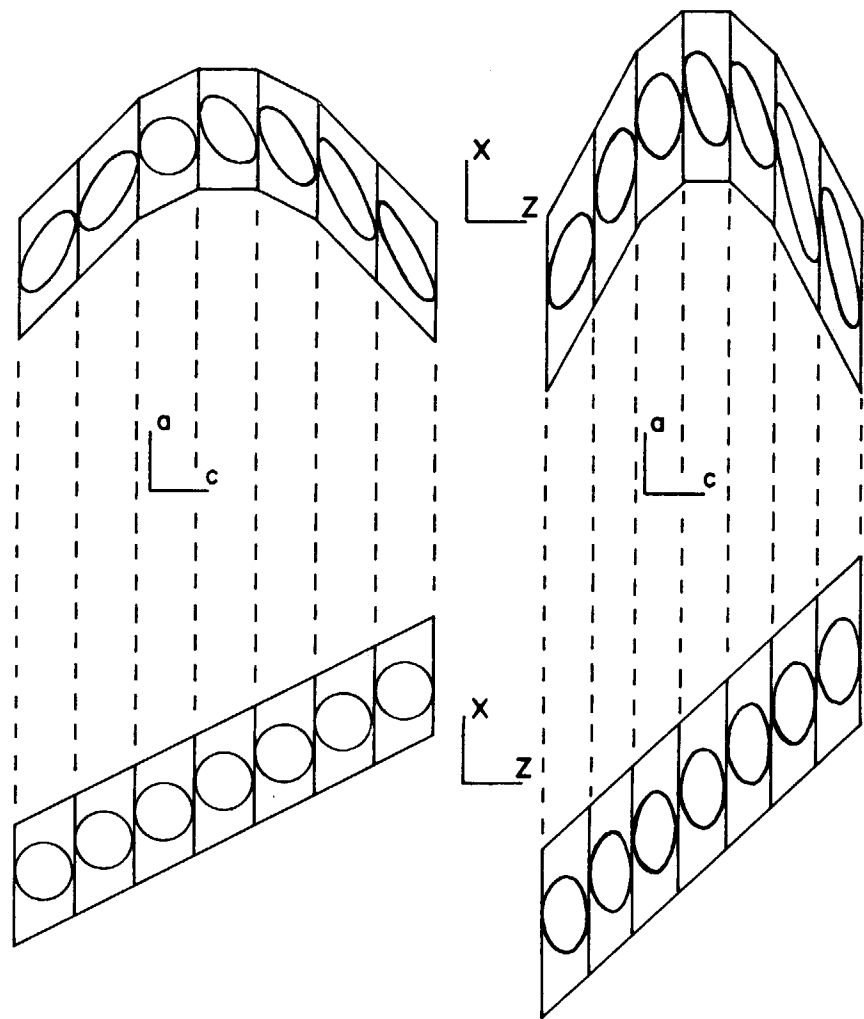


Figura 5

Deformación de un estrato por deslizamiento puro seguido de aplastamiento homogéneo o por aplastamiento homogéneo seguido de deslizamiento puro. El elipsoide de deformación del pliegue resultante que corresponde al segmento de estratificación que ha permanecido paralelo al estrato original, es igual al elipsoide del aplastamiento homogéneo

Esto implica que hay una cierta refracción de la esquistosidad S_2 y una cierta intervención del mecanismo de flexión ("flexural slip"). Para una extensa discusión sobre la influencia de este mecanismo en la dispersión de $L_{1.0}$ ver RAMSAY (1967, epígrafe 8-3.3.A). La consecuencia es que el lugar geométrico de $L_{1.0}$ es ligeramente diferente en el caso de "flexural slip" anterior o simultáneo con la cizalla.

Modelo de pliegues por flexión con eje paralelo al eje Y.

Si se considera que la segunda fase actúa solamente por flexión (caso de pliegue isópaco) la dis-

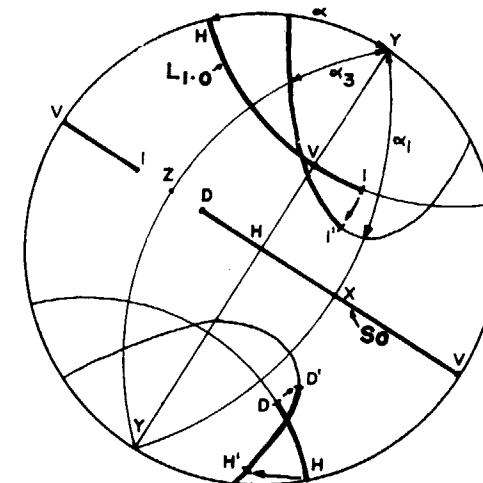
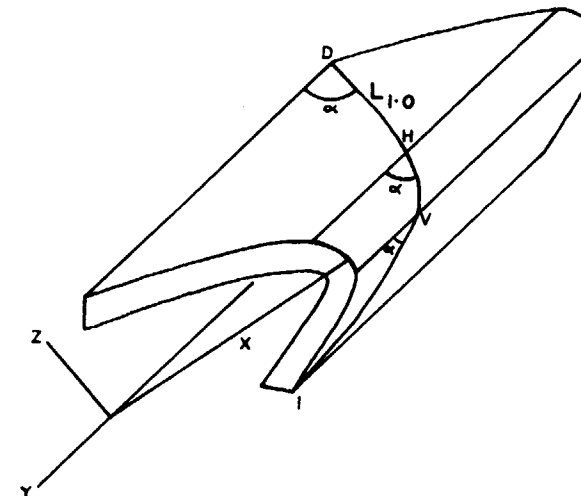


Figura 6

Pliegue isópaco formado por flexión y deslizamiento capa a capa, de eje paralelo al eje Y de la deformación, y lineación previa $L_{1.0}$ deformada. D, H, V, I: diversas estaciones. Representación en estereograma; proyección, sobre un plano pasando por el eje Y, de los elementos estructurales. Con un aplastamiento homogéneo superpuesto, el círculo menor, dispersión de la lineación $L_{1.0}$, se convierte en un elipse

persión de la lineación $L_{1.0}$ es cónica, es decir, se sitúa en estereograma (fig. 6) en un círculo menor.

Si además hay un aplastamiento homogéneo, que consideramos posterior lo cual no es más que una aproximación, el círculo menor se transforma en

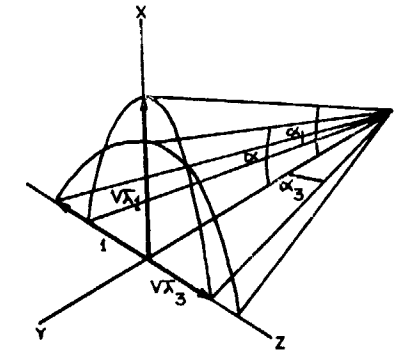


Figura 7

Relación entre los ángulos α_1 , α_2 y α_3 de la figura 6 y los semiejes del elipsoide de aplastamiento homogéneo

clipse (fig. 6) cumpliéndose (fig. 7) teóricamente la condición (RAMSAY, fórmula 8-5):

$$\frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_3} = \frac{\sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{\lambda_3}}$$

Obsérvese que el aplastamiento tiene el efecto de aproximar el lugar geométrico de $L_{1.0}$ al caso del epígrafe anterior ("shear folding") tanto más cuanto que la zona más curvada de la elipse no se da realmente más que en el caso de un pliegue muy isoclinal o cuando S_0 varía 180° .

En cuanto al efecto del estiramiento—acortamiento en la charnela ("tangential longitudinal strain") de los bancos competentes, habrá una cierta desviación (RAMSAY, fig. 8-3) respecto a la dis-

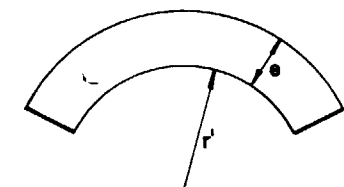


Figura 8

$$r = 2e$$

persión en círculo menor. Esta desviación en la mayoría de los casos es despreciable ya que entra dentro del error de las medidas en el campo. Así en el

caso de la figura 7.63 del libro de RAMSAY, la máxima desviación se tiene para $\alpha=58$. Entonces:

$$\alpha' = 65^\circ \text{ con una desviación de } 7^\circ$$

$$\alpha'' = 32^\circ \text{ con una desviación de } 26^\circ$$

En un caso menos extremado como es el de la figura 8 en donde $r'=2e$, la máxima desviación se tiene para $\alpha=49$. Entonces:

$$\alpha'' = 52^\circ \text{ con una desviación de } 3^\circ$$

$$\alpha' = 41^\circ \text{ con una desviación de } 8^\circ$$

En consecuencia, si se pretende que las medidas $L_{1,0}$ no se aparten mucho de la teórica dispersión cónica, no hay que tener en cuenta dichas medidas en los afloramientos de banco con radio de curvatura interno menor, por ejemplo, que dos veces la potencia del banco.

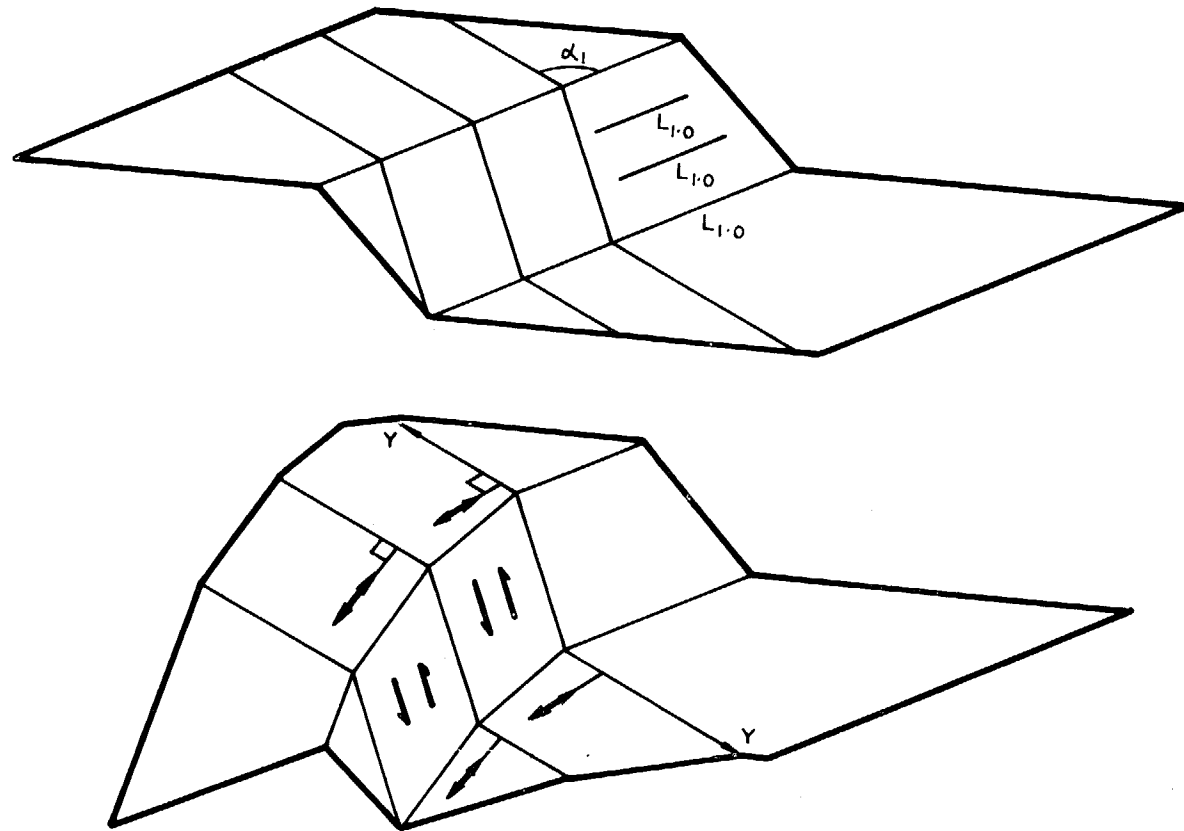


Figura 9

Modelo geométrico simplificado de la deformación por flexión de un pliegue de fase 2 de eje oblicuo al eje Y con deslizamiento paralelo al eje oblicuo. En las zonas contiguas de eje paralelo al eje Y, se supone una extensión perpendicular al eje Y, para el que el modelo sea coherente, y no extensión paralela al eje Y

Modelo de pliegue por flexión con el eje oblicuo al eje Y.

En general los pliegues en los que interviene la flexión (o flexión + aplastamiento) tienen un cierto grado de refracción de la esquistosidad. Frecuentemente en un dominio relativamente grande, pero en el cual no varíe sensiblemente la esquistosidad S_2 , las lineaciones $L_{2,0}$ y ejes medios $e_{2,0}$ están dispersos en el plano de la esquistosidad S_2 . Dado que la esquistosidad S_2 no está deformada o dispersa hay que admitir que dichos pliegues han nacido torcidos (fig. 1). Por otra parte se ha observado que las estrías de deslizamiento banco a banco, en muchos casos, no son perpendiculares al eje del pliegue lo que parece indicar que en los flancos del pliegue (RAMSAY, fig. 7-61) se desarrolla un cizallamiento paralelo al eje del pliegue al mismo tiempo que el pliegue va flexionándose.

A diferencia del procedimiento empleado por RAMSAY (fig. 8-4) para calcular la dispersión de una lineación previa, nosotros vamos a considerar el modelo esquemático de la figura 9. En la parte del pliegue cuyo eje es oblicua al eje Y (figs. 9 y 10) se considera que solamente hay cizallamiento paralelo al eje Y, y en la parte del pliegue paralelo al eje Y próxima al pliegue oblicuo se considera que solamente hay extensión de la capa perpendicularmente al eje Y. De este modo se lograría la coherencia

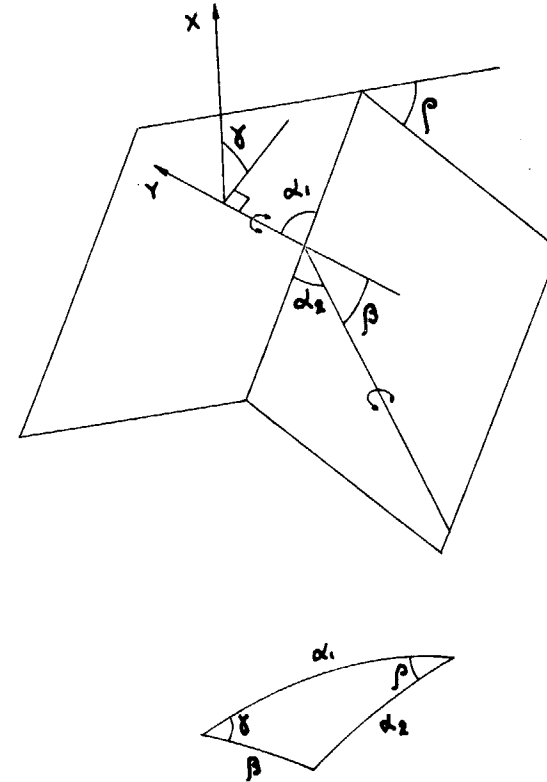


Figura 10

Relaciones geométricas entre los elementos del plano axial de fase 2 y el pliegue previo, referentes a la figura 9

del conjunto. La lineación $L_{1,0}$ de primera fase, durante la deformación segunda permanece paralela a la arista (o eje de primera fase) deformada.

Para el cálculo del lugar geométrico de la $L_{1,0}$ hay que considerar, entonces, que la línea DF (fig. 11 a) describe un cilindro alrededor del eje EB oblicuo y que la línea DH va a separarse, al girar, del eje EY de modo que el módulo unidad original va a extenderse a una magnitud $\sqrt{\lambda}$ que hay que determinar, pero de forma que el punto D siempre esta-

rá situado en un plano $DE'B$ perpendicular a EY . La intersección de ese cilindro y ese plano es la elipse de la figura 11 b que es la representación del

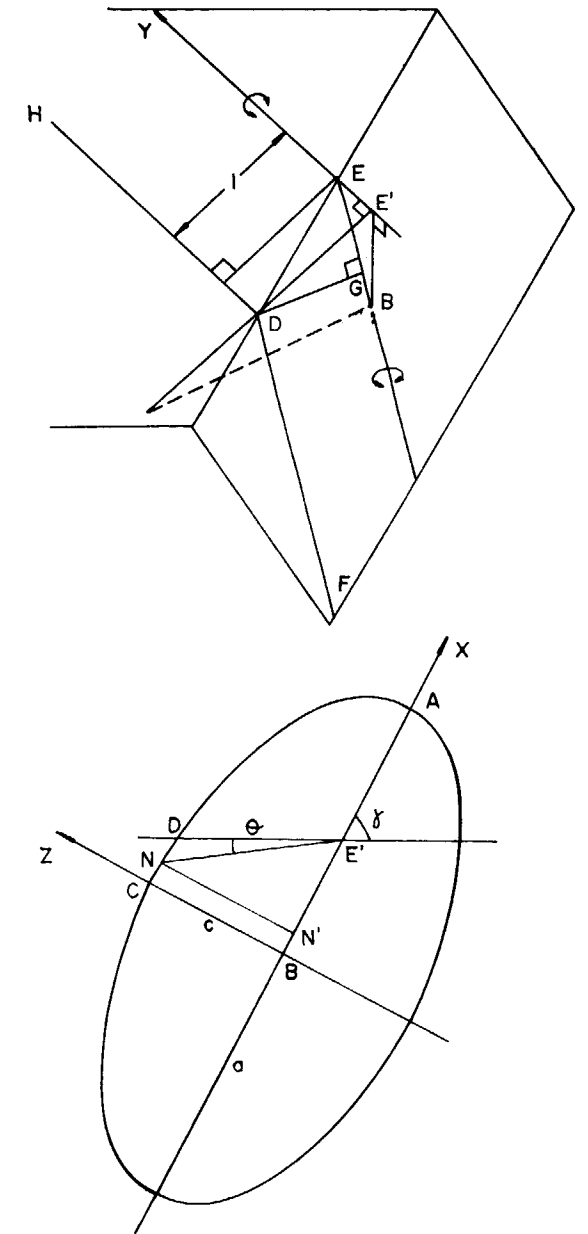


Figura 11

Referente a la figura 10. La lineación $L_{1,0}$ coincidente con la arista ED evoluciona de modo que el punto D describe una elipse en el plano $DE'B$ perpendicular al eje Y

plano $DE'B$. Cuando el plano $YEDH$ va girando un ángulo θ , el punto D describe, según posiciones N , dicha elipse.

El nuevo ángulo α'_1 que la lineación $L_{1,0}$ formará con el eje EY ha de cumplir:

$$\text{tg } \alpha'_1 = \sqrt{\lambda} \cdot \text{tg } \alpha_1$$

siendo

$$\overline{NE'} = \sqrt{\lambda} = \frac{\text{tg } \alpha'_1}{\text{tg } \alpha_1}$$

Si llamamos a y c los semiejes de la elipse, el punto N ha de cumplir:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Como se cumple que:

$$c = \overline{CB} = \overline{DG} = \overline{ED} \cdot \text{sen } \alpha_2 = \frac{\text{sen } \alpha_2}{\text{sen } \alpha_1}$$

$$a = \frac{c}{\cos \beta} = \frac{\text{sen } \alpha_2}{\cos \beta \cdot \text{sen } \alpha_1}$$

$$z = \overline{NE'} \cdot \text{sen } (\gamma - \theta) = \sqrt{\lambda} \cdot \text{sen } (\gamma - \theta)$$

$$\begin{aligned} x'_1 &= \overline{BE'} - \overline{N'E'} = \overline{EE'} \cdot \text{tg } \beta - \overline{NE'} \cdot \cos (\gamma - \theta) = \\ &= \frac{\text{tg } \beta}{\text{tg } \alpha_1} - \sqrt{\lambda} \cdot \cos (\gamma - \theta) \end{aligned}$$

entrando con estos valores en la ecuación de la elipse y sustituyendo $\sqrt{\lambda}$ por su valor en función de α'_1 y α_1 se obtiene:

$$\begin{aligned} [1 - \text{sen}^2 \beta \cdot \cos^2 (\gamma - \theta)] \cdot \text{tg}^2 \alpha'_1 - [2 \cdot \text{sen } \beta \cdot \cos \beta \cdot \cos (\gamma - \theta)] \cdot \\ \cdot \text{tg } \alpha'_1 + \left[\text{sen}^2 \beta - \frac{\text{sen}^2 \alpha_2}{\cos^2 \alpha_1} \right] = 0 \end{aligned}$$

ecuación de segundo grado resoluble que da $\text{tg } \alpha'_1$ en función de θ .

En el caso en que el ángulo γ sea 90° , en el triángulo esférico de la figura 10 existe la relación sencilla:

$$\cos \alpha_2 = \cos \alpha_1 \cdot \cos \beta$$

con lo que la ecuación de segundo grado queda simplificada:

$$\begin{aligned} [1 - \text{sen}^2 \beta \cdot \text{sen}^2 \theta] \cdot \text{tg}^2 \alpha'_1 - [2 \cdot \text{sen } \beta \cdot \cos \beta \cdot \text{sen } \theta] \cdot \\ \text{tg } \alpha'_1 - \text{tg}^2 \alpha_1 = 0 \end{aligned}$$

En los estereogramas de la figura 12 se ha representado el lugar geométrico de la lineación $L_{1,0}$ para diferentes valores de α_1 con un ángulo β fijo de 30° en un caso y de 60° en otro caso. Como pla-

no de proyección se ha tomado el plano YZ . Si suponemos además un aplastamiento homogéneo superpuesto las curvas tenderán a aproximarse al

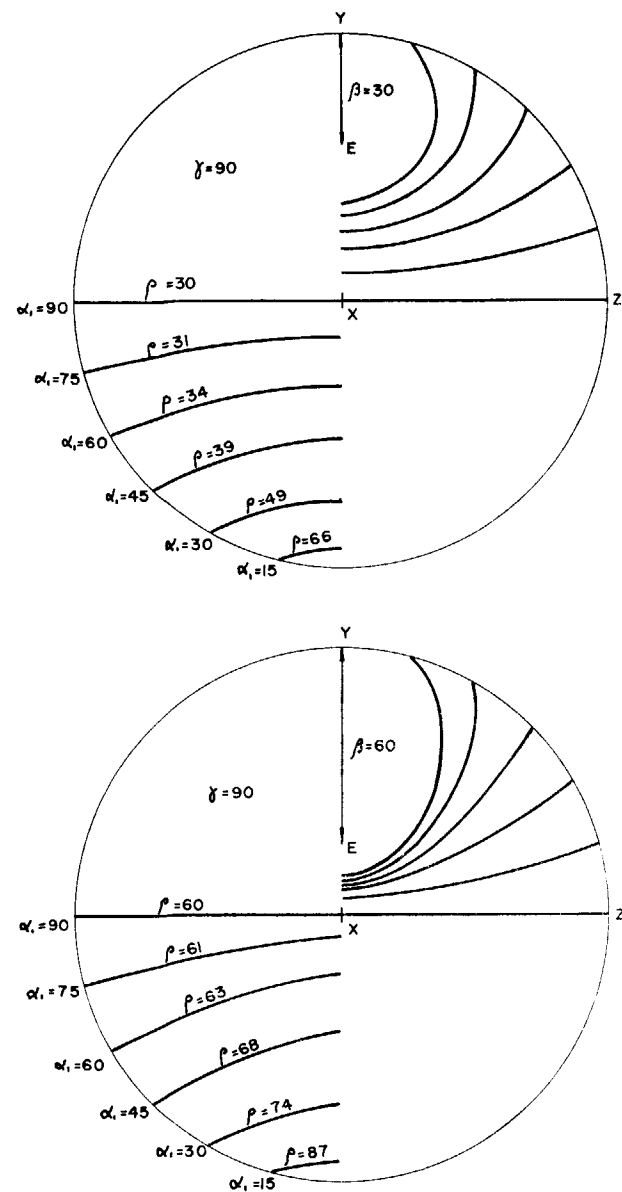
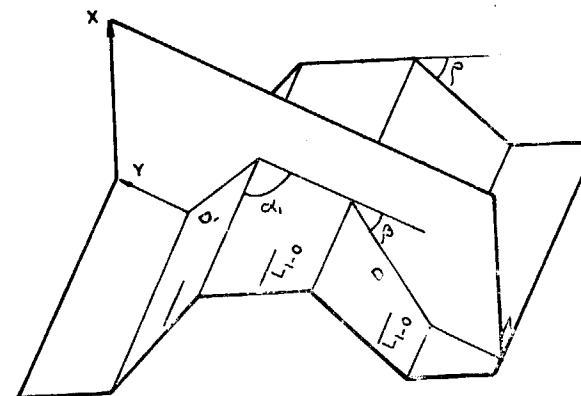


Figura 12

Forma teórica del lugar geométrico de la lineación $L_{1,0}$ deformada por la fase 2 según la figura 9, en el caso $\gamma = 90^\circ$ para diferentes valores de α_1 . Ver figura 10

caso de la figura 4, máxime cuando los puntos más cercanos al plano XY no se dan más que en el caso de pliegues muy isoclinales.

En la figura 13 se compara la dispersión de la lineación $L_{1,0}$ en dos dominios diferentes que son



por hecho que dicha lineación previa era paralela de un dominio a otro.

Es interesante subrayar, volviendo al caso general de las figuras 9 y 10, que en el caso de que exista un aplastamiento homogéneo, superpuesto a esta deformación, su estimación basada en objetos deformados solamente debería hacerse en aquellas capas que hayan permanecido paralelas a la estratificación S_0 en el dominio de que se trate.

NECESIDAD DE DATOS DE CONTORNOS CARTOGRAFICOS

Sea cual sea el tipo de deformación que se considere en cada dominio en que se haya convenientemente subdividido el área del estudio, tendremos un estereograma con una curva de dispersión de los polos de la S_0 (círculo máximo si se cumple el cilindricismo) y una curva para la dispersión de la lineación $L_{1,0}$. Para cada S_0 de la curva de dispersión se tiene una lineación en la otra curva. Es decir, se tienen infinitos pares de valores que cumplen las condiciones del estereograma. Se necesita por lo tanto otros datos que hay que extraer de los contornos geológicos como se verá más adelante.

Los estereogramas por si solos son insuficientes. En el análisis estructural no son más que un complemento al método clásico de un estudio geológico que es la cartografía de los contactos entre paquetes de estratos.

MODO TEORICO DE OPERAR PARA HALLAR DIRECCIONES PRIMITIVAS

Consideraremos en primer lugar el caso en que la estructura previa ha sido más o menos alterada por la segunda fase cuyos pliegues tienen una longitud de onda menor que los de primera fase.

Supongamos que la figura 14 representa un dominio en el cual la esquistosidad S_2 es constante o cuyos polos se agrupan bien alrededor de un punto.

Subdividimos ese dominio en dominios parciales, como el dominio D de la figura, tales que comprendan ambos flancos del pliegue de fase 2 y estén en un solo flanco del pliegue de fase 1.

El modo de operar en ese dominio D sería el siguiente:

Figura 13
Comparación de la dispersión de la lineación $L_{1,0}$ en los dominios D y D' , producida por una segunda fase de flexión de plano axial perpendicular al plano formado por el eje Y y la lineación previa. Proyección estereográfica sobre el plano YZ

uno y otro flanco del pliegue previo. Las dos líneas intersectan en un punto que es la lineación $L_{1,0}$ previa. Este procedimiento de hallar la lineación da

1.º A partir de la línea mediana cartográfica de la S_0 .

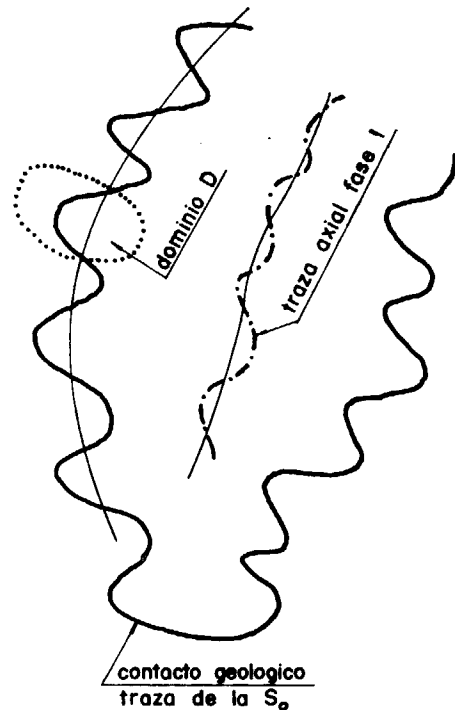


Figura 14

Dominio cartográfico D y líneas medianas a considerar en el caso de superposición de pliegues para análisis estructural de detalle

— Hallar primero la estratificación S_0^1 previa. S_0^1 es el plano definido por la dirección de la línea mediana y $E_{2,0}$. $E_{2,0}$ es el eje de dispersión de la S_0 (S_0^2) que deberá coincidir con el agrupamiento de $L_{2,0}$ y de $e_{2,0}$ en el dominio D .

— Hallar después $L_{1,0}^1$ en el dominio D . Para ello, considerando el estereograma del dominio D , entrar con el valor de S_0^1 en la dispersión en círculo máximo de S_0 y deducir la $L_{1,0}^1$ en la curva de dispersión de $L_{1,0}$.

2.º A partir de la línea mediana cartográfica de la traza axial de fase 1.

— Hallar S_0^1 en el dominio D , como anteriormente.

— Hallar la esquistosidad S_1^1 definida por la dirección de la línea mediana de la traza axial y el agrupamiento de $L_{2,1}$ y $e_{2,1}$ (este agrupamiento no deberá ser muy diferente del eje de dispersión $E_{2,1}^2$

de las S_1^2). Generalmente habrá que considerar separado cada dominio D pero puede ocurrir que no sea necesario.

— Hallar la intersección de S_1^1 y S_0^1 en cada dominio D .

Si los dos caminos de hallar $L_{1,0}^1$ son posibles, porque los agrupamientos y las curvas de dispersión son suficientemente precisos, se puede tener una comprobación del error.

Si el conjunto de las $L_{1,0}^1$ obtenidas en cada dominio D no presentan una gran dispersión se puede decir que no había deformación importante anterior a la fase designada como 1. En correspondencia, las S_0^1 tendrán una cierta dispersión alrededor de un eje $E_{1,0}^1$ que deberá coincidir con el agrupamiento de $L_{1,0}^1$.

En el caso de que la fase 1 carezca de esquistosidad o que ésta no sea generalmente visible, solamente se puede calcular la S_0^1 en cada dominio D . Si el conjunto de las S_0^1 tienen una dispersión alrededor de un eje, se puede obtener dicho eje $E_{1,0}^1$, como anteriormente.

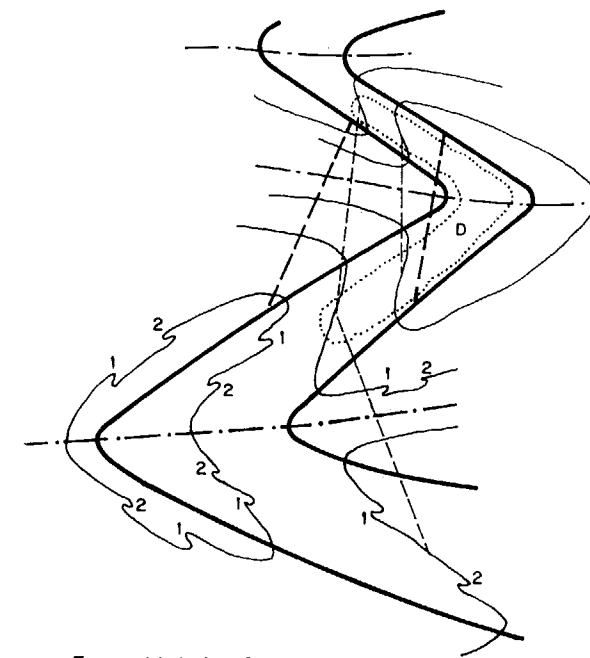
Si la realidad de la fase 2 está más cerca del modelo por flexión que del modelo por deslizamiento paralelo al plano axial, el agrupamiento de $L_{2,0}$ en cada dominio D y consiguiente deducción de S_0^1 serán teóricamente más precisos, ya que en el caso contrario el débil o nulo contraste de competencias entre los diferentes bancos no controlará bien el cilindricismo de las estructuras.

No obstante, en este segundo caso, la dispersión de $L_{2,0}^2$ será teóricamente más precisa y significativa, podrá ajustarse mejor a un círculo máximo y podrá determinarse la dirección de transporte "a" (intersección del círculo máximo de $L_{2,0}^2$ y traza cíclica de la S_2).

Volviendo al principio de este epígrafe, en el caso de figuras de interferencia de pliegues del mismo orden de magnitud de su longitud de onda, el dominio D es el que se indica en la figura 15 (ver también RAMSAY, fig. 10-36 y epígrafe 10-2). Las líneas medianas a considerar son las que se indican en la figura. En los diagramas de dispersión conviene desechar en los repliegues de segundo orden de fase 1 las medidas en flanco contrario al flanco grande de fase 1.

La topografía puede perturbar la apariencia de las trazas cartográficas. Por ello conviene interpre-

tar el mapa convenientemente y considerar para la disposición de los segmentos de líneas medianas las cotas de sus extremos.



- Traza axial de fase 2
- Traza axial de fase 1
- Limite de dominio D
- Línea mediana de traza axial de fase 1
- Línea mediana de estratificación de fase 2
- 1 Repliegue de 2º orden de fase 1
- 2 Repliegue de 2º orden de fase 2

Figura 15

Dominio cartográfico D y segmentos de línea mediana a considerar en el caso de figuras de interferencia, para análisis estructural de detalle

Aplastamiento.

En todo lo expuesto anteriormente aparentemente no se ha tenido en cuenta el aplastamiento. En realidad los elementos estructurales hallados no son los reales. Para que lo fueran habría que deshacer el aplastamiento en la fase 2.

A este respecto es importante subrayar que tanto si el aplastamiento es anterior, posterior o simultáneo a la flexión o al deslizamiento, se cumple que el eje $E_{2,0}$ permanece, desde su nacimiento y durante la deformación, paralelo a la estratificación de un volumen de roca que ha de constituir la parte del pliegue en donde la S_0^2 es paralela a la S_0^1 calculada. Este volumen de roca, que no tiene porqué ser necesariamente la charnela del pliegue, no

ha sufrido rotación y solamente translación con aplastamiento homogéneo. En realidad la S_0^1 calculada (y los otros elementos estructurales afectos a ella: $L_{1,0}^1$, ..., etc.) es la original pero aplastada homogéneamente.

A modo de inciso y volviendo a las curvas de dispersión de la $L_{1,0}^1$ es interesante remarcar que la nube de puntos a la cual éstas han de ajustarse, será mucho más restringida precisamente en la parte de curva que nos interesa, es decir, la que interseca con la traza cíclica de la S_0^1 ,

Cualquier método de cálculo del aplastamiento basado en la observación de objetos deformados, si se quiere que dicho aplastamiento represente el aplastamiento regional supuesto homogéneo, deberá tener en cuenta que esta observación debe hacerse de preferencia en las partes del pliegue $E_{2,0}^2$ donde la S_0^2 es paralela a la S_0^1 calculada. Ello ha de ser así, para evitar el efecto de deslizamiento paralelo al plano axial o/y paralelo a la estratificación en el caso en que la flexión participe de la deformación. Además deben evitarse los puntos de curvatura acentuada en relación con el espesor del banco para evitar el efecto de estiramiento-acortamiento, a no ser que la observación se haga en una hipotética línea neutra.

Así pues, supuesto conocido el aplastamiento regional en la fase 2, es decir, las direcciones de ejes X , Y , Z y extensiones cuadráticas λ_1 , λ_2 , λ_3 del elipsoide de deformación, si se quiere conocer la disposición de los elementos estructurales (S_0^1 , $L_{1,0}^1$, ...), verdaderos habrá que aplicar a los calculados por el método expuesto la transformación inversa correspondiente.

Esta transformación es susceptible de ser aplicada al mapa topográfico entero sobre el que están dibujadas las líneas medianas y así obtener el mapa geológico virtual previo a la fase 2. Esto es válido si la deformación ha sido por deslizamiento aplastamiento. Si la flexión ha intervenido en la fase 2, el acortamiento que esta flexión produce no está contabilizado en el aplastamiento homogéneo. No obstante en este caso se puede proceder por tanteos adicionales de estiramiento hasta conseguir que las trazas medianas, así modificadas, sean paralelas a las S_0^1 desaplastadas.

De este modo, si resulta que existe una fase todavía previa a la denominada fase 1, cabría volver a empezar la reconstitución de los pliegues de fase

previa con el mismo método, pero solamente podría hacerse cuando la fase previa tuviera sus pliegues con longitud de onda de mayor orden de magnitud que la denominada fase 1.

CONCLUSION

La mayor dificultad con que se encuentra el método expuesto es la apreciación del grado de aplastamiento regional del dominio grande, considerado donde la S_2 es prácticamente constante. En rigor, si en la fase 1 ha habido un aplastamiento considerable, el aplastamiento que se produce en la fase 2 se superpone a aquél, y el problema parece de solución bastante difícil. No obstante puede recurrirse a estimaciones aproximadas, suponiendo no extensión en el eje Y, basadas en la observación de pequeños pliegues isópacos disarmónicos en las charnelas de pliegues grandes, forma de los pliegues en sección (RAMSAY, fig. 7-79; VIALON y otros, 1976), etc. En última instancia, pueden adoptarse unas condiciones de aplastamiento estimadas se-

gún el estilo tectónico y experiencia del geólogo. En cualquier caso será mejor tener una estimación aunque sea subjetiva que no tenerla, con lo que el estudio quedaría paralizado ante un afán de precisión muchas veces ilusoria.

BIBLIOGRAFIA

- MATTAUER, M.: *Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre*. "Hermann", París, 493 pp. (1973). Traducción al español. Ed. Omega (1976).
- MEY, P. H. W.: *The Geology of the upper Ribagorzana and Baliera vallays. Central Pyrenees. Spain*. "Leid Geol. med.", d. 41. pp. 151-320 (1967).
- VISTELIUS, A. B.: *Structural diagrams*. "Pergamon Press", New York, 178 pp. (1966).
- RAMSAY, J. G.: *Folding and fracturing of rocks*. "Mc Graw-Hill", New York, 568 pp. (1967). Traducción al español. Ed. Blume (1976).
- VIALON, P.; RUHLAND, M., y GROLIER, J.: *Eléments de tectonique analytique*. "Masson". París, 118 pp. (1976).

Recibido: Enero 1978.

Caracteres generales de la tectónica tardihercínica de fracturación en la Sierra de Gredos (Región de Béjar-Piedrahita)

Por R. B. BABIN VICH (*)

RESUMEN

La presente nota define las principales características de la tectónica de fracturación existente en la región mencionada de la Sierra de Gredos, describiendo las estructuras y agrupando los elementos en distintas familias. Finalmente, se realiza una interpretación de dicha tectónica, en base a los resultados obtenidos.

ABSTRACT

In this note on analyse the fractures system of the above mentioned region of Sierra de Gredos. On describe the structures and on group the structural elements in different families.

Finally on make a interpretation of the whole region.

1. INTRODUCCION

En la región mencionada, existe una tectónica de fracturación de gran importancia, como vamos a describir a continuación. Esta, que ha sido activa durante el Alpino, dando lugar a las depresiones rellenas de materiales terciarios que se sitúan en distintos puntos del Sistema Central y Sierra de Gredos, tiene su origen en una época más antigua, tardihercínica, como ya ha sido indicado por algunos autores (PARGA, 1969; VEGAS, 1974).

El presente estudio se realiza en un segmento de la sierra de Gredos, comprendido en las Hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, número 553 y 554. Dentro de la gran cantidad de fracturas producidas, algunas se encuentran rellenas por rocas de distintos tipos, que dan lugar a diques principalmente de pórfidos y de cuarzo, mientras que en menor cantidad se encuentran aplitas, microgranitos, sienitas y rocas básicas. Mención aparte merece el dique diabásico que desde la esquina NE de la Hoja topográfica de Piedrahita, y con una dirección NE-

SW, sigue hasta la altura del Puerto de Tornavacas (fig. 1).

Todos los elementos mencionados, se pueden agrupar en distintas familias, con características propias, que nos muestran el cuadro de movimientos que vamos a exponer a continuación.

2. DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

Brevemente vamos a definir los distintos tipos de estructuras que forman parte de esta tectónica de fracturación. Son los siguientes:

2.1. Diques de pórfidos.

Son bastante abundantes a lo largo de toda la zona, pero en general de pequeña extensión. El más importante de ellos, tanto debido a su recorrido como a su potencia, es el que se presenta asociado a la gran fractura ocupada por el dique diabásico.

Su composición es muy simple, ya que aparecen como fenocristales principales la microlina con frecuentes inclusiones de cuarzo, cristales de plagioclasa muy alterados y cuarzos de gran tamaño, con

(*) Cátedra de Geodinámica Interna. Universidad Complutense. Madrid.

formas más o menos globosas y gran cantidad de golfos de corrosión magmática (fig. 2). La pasta es de grano fino, formada por cristales de cuarzo y mica principalmente, con caracteres que indican un enfriamiento rápido, lo que hace pensar que esta roca se ha formado en condiciones subvolcánicas.

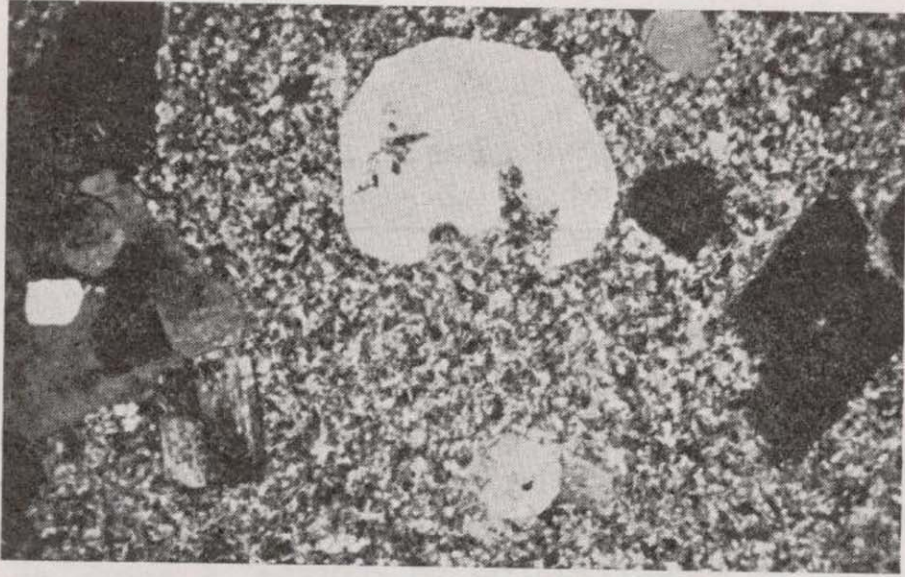


Figura 2

Aspecto microscópico de los diques de pórfido, con grandes cristales de cuarzo en los que se observan golfos de corrosión magmática.

Este gran dique está relacionado con las migmatitas tipo anatexita, y su dirección es la general de la zona, NE-SW.

2.2. Diques de cuarzo.

Son muy abundantes, aunque en su mayor parte con extensión reducida. Únicamente puede representarse en la cartografía, por limitación de escala,



Figura 3

Textura columnar en el dique de cuarzo de S. Lorenzo de Tormes.

el que aparece en las cercanías de San Lorenzo de Tormes. Su aspecto es lechoso, aunque en sus bordes presenta gran cantidad de micas y minerales opacos, mostrando su estudio en lámina delgada una textura columnar característica (fig. 3).

Pueden reconocerse en el terreno con facilidad, ya que destacan notablemente en la topografía debido a su resistencia a la erosión. Es muy frecuente la existencia de ramificaciones, así como de enclaves de rocas esquistosas, muy micáceas, de forma lenticular y tamaño de 8 a 10 cm. Aparecen tanto en rocas migmatíticas como graníticas, y corresponden a fracturas de tensión, posteriormente rellenas.

2.3. Dique diabásico.

Aparece en la parte nororiental de la Hoja de Piedrahita y se continúa prácticamente sin interrupción hasta Santiago del Collado, donde aflora en una cantera. Desde aquí y hacia el sur, no vuelve a aflorar, pero es posible que continúe su recorrido para enlazar con el gran dique de Alentejo-Plasencia, descrito con gran detalle en lo que respecta a la parte española por García de Figuerola en numerosas publicaciones.

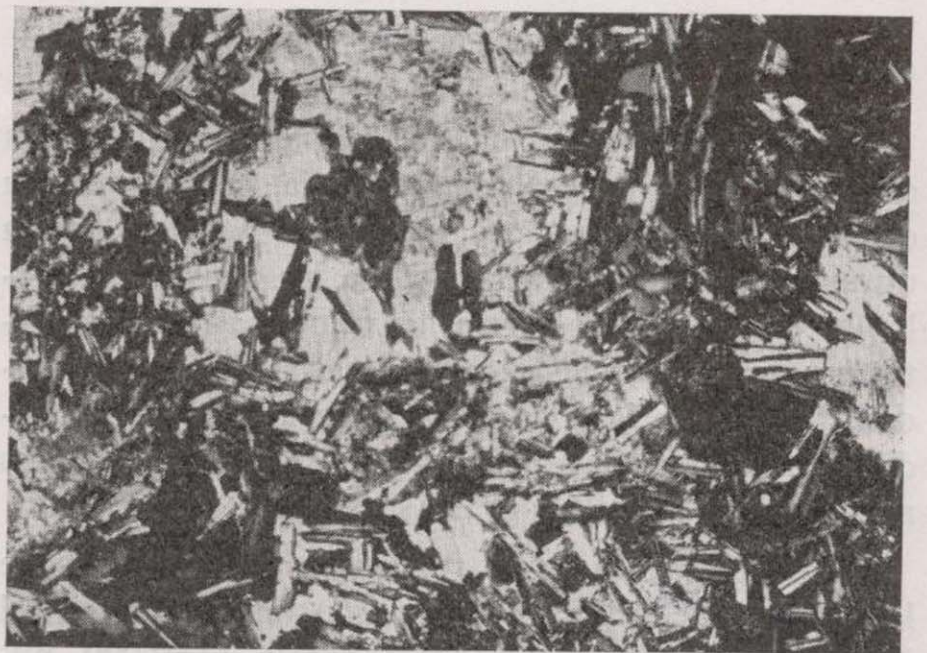


Figura 4

Microfotografía del dique diabásico de Santiago del Collado.

Únicamente hemos estudiado una muestra del dique, precisamente tomada en la mencionada cantera de Santiago del Collado, donde la roca aparecía menos alterada. Su componente principal es el piroxeno, pigeonita o augita, acompañado de cristales de plagioclasa y alguno esporádico de cuarzo (fig. 4).

3. FALLAS

En el área estudiada existen dos grandes fracturas. La primera de ellas la denominaremos de La Horcajada-Barco de Avila, y la segunda, paralela a esta, es la ocupada por el dique diabásico (fig. 1). Estas dos fracturas definen a su vez tres dominios. El primero de ellos, recibe el nombre de dominio central, y queda limitado por las dos grandes fracturas mencionadas, mientras que los situados al E y al W de ellas, son respectivamente los dominios oriental y occidental. Las características de cada uno de estos, son las siguientes:

3.1. *Dominio central.*

Como puede observarse en la figura 1, se han realizado en él tres diagramas, que corresponden respectivamente a la parte oriental de la Sierra de La Alberca, zona de Avellaneda-Barco de Avila y zona de Los Cuartos-La Lastra del Cano-La Aldehuela.

El primero de ellos, (diagrama número 6 de la figura 1), es poco significativo, ya que existen gran cantidad de fracturas que ocupan todas las posiciones posibles, de tal forma que no se destaca ninguna familia con dirección preferente. En realidad, este resultado es lógico, si tenemos en cuenta que nos encontramos en una zona muy próxima a la gran fractura del Puerto de Tornavacas, por lo que se trata de un entorno intensamente tectonizado, en el que no es posible observar la tónica general de la deformación.

En los diagramas 1 y 3, parece una dirección media predominante de 30° E, que es sin lugar a dudas la más importante de este dominio. Estas fracturas, que pueden tener varios kilómetros de recorrido, ponen en contacto rocas migmatíticas con otras de naturaleza granítica. Forman con los diques de cuarzo un ángulo mínimo de 20° y su plano de falla tiene un buzamiento muy fuerte o está próximo a la vertical.

Otro sistema que es importante, ya que aparece en los diagramas bien representado, es el que tiene una dirección media de 30° W. Se trata por lo general, de fracturas de corto recorrido y de gran importancia morfológica, ya que han favorecido la instalación de redes fluviales. Son más frecuentes en la zona comprendida entre Piedrahita y La Horcajada, dentro de la unidad migmatítica.

3.2. *Dominio oriental.*

Hemos representado en la figura 1 los diagramas correspondientes a medidas tomadas en las anatexitas de la parte norte y sur de este dominio. Nos muestran una mayor abundancia de aquellas fracturas cuya dirección está comprendida entre los 20 y 30° al E, así como la existencia de otra familia que forma con esta un ángulo de 50° y cuya dirección media es de 30° al W.

Estas fracturas tienen un claro reflejo morfológico, ya que sobre ellas se implanta la red de drenaje, dando lugar en su mayor parte a barrancos de laderas abruptas, muy encajados, aunque de escaso desarrollo longitudinal. Son fallas de plano axial casi vertical, de salto reducido.

No es frecuente encontrar afloramientos en los que se puedan medir estrías, sin embargo, cuando esto es posible, indican que el primer sistema ha sufrido un desplazamiento horizontal del bloque SE hacia el norte, mientras que en el segundo, el desplazamiento horizontal es del bloque SW hacia el NW. Por todo ello, estos dos familias se pueden asimilar a un sistema conjugado de cizallamiento.

3.3. *Dominio occidental.*

Ocupa mayor extensión que los anteriores, y está constituido en su mayor parte por rocas plutónicas. Los diagramas de fracturas correspondientes, como se puede observar en la figura 1, muestran una fuerte dispersión, no existiendo una familia dominante en toda la masa granítica.

En su parte occidental, predominan las fracturas con dirección NE, siendo las más frecuentes las comprendidas entre 40 y 70°. Sin embargo, en la parte oriental las direcciones predominantes son las submeridianas, comprendidas entre 0 y 10° al este. Este cambio brusco puede ser fácilmente explicado teniendo en cuenta la existencia de grandes fracturas de dirección NE-SW, de gran recorrido, que dividen la región en bloques individuales, que giran y basculan dando lugar a direcciones anómalas en las fracturas.

Los diagramas correspondientes a zonas migmatítico-metamórficas, son más significativos. El primero de ellos comprende la zona situada entre Béjar y Becedas, y muestra una familia principal cuya dirección media es de 30° al Este, mientras que la otra dirección predominante es la E-W, formando entre ellas un ángulo cercano a los 60°.

El diagrama número 5, tomado en el conjunto metamórfico de los alrededores de Santibáñez de Béjar, muestra asimismo dos familias predominantes, de direcciones respectivas N-S y 40° al este.

El último diagrama de este dominio, corresponde a medidas efectuadas en las rocas migmatíticas que afloran al este de Candelario donde predominan las fracturas con direcciones comprendidas entre 70 y 80° al este, mientras que existen en menor proporción en las restantes posiciones.

Las fracturas que hasta ahora hemos descrito, no dan lugar en general a un gran desplazamiento, aunque llega en algunos casos a 2 kilómetros. Ponen en contacto distintos tipos de rocas, y posiblemente su recorrido sea más amplio, ya que es difícil reconocerlas cuando discurren a través de terrenos graníticos.

Por otro lado, y además de estas fracturas descritas, podemos distinguir otra familia que viene definida por su gran recorrido y marcada orientación NE-SW. Son las que mayor importancia tienen en la zona de estudio, ya que la dividen en distintos bloques, y ponen en contacto rocas de litologías diferentes. Estas grandes fracturas, muestran generalmente una extensa zona milonitizada, de espesor variable, que puede llegar a ser muy potente. En otros casos, están relacionadas con grandes diques, como ocurre en la esquina NE de la zona, donde aparece el dique diabásico.

La primera fractura de gran magnitud que encontramos, comenzando la exposición por la parte occidental de la zona, es la que da lugar al encajamiento del río Cuerpo de Hombre, sigue por la Calzada de Béjar y llega a la parte norte de la Hoja de Béjar, al oeste de San Medel, donde muestra una amplia zona milonítica. En gran parte de su recorrido, a través de rocas graníticas, se hace difícil su reconocimiento, pero existen puntos concretos en los que no se puede dudar de su existencia, ya que el granito se presenta intensamente tectonizado y con una orientación manifiesta, debida con seguridad al juego de la falla. Por tanto, es lógico suponer que esta continúa incluso fuera del área estudiada.

La siguiente fractura que encontramos, más definida y de mayor importancia, pasa al oeste de Béjar y sigue por Sanchotello y Ladrada, hasta cortar las capas cuarcíticas que afloran en la parte norte de la Hoja. Decimos que está más definida, porque su traza se pone de manifiesto por las frecuentes rocas miloníticas que en ella aparecen. Como en el resto de las fracturas, no se observan estrías que nos pue-

dan indicar su movimiento. Al Este de esta gran fractura, los granitos aplíticos se orientan según esta misma dirección.

La falla de mayor importancia de la región, desde el punto de vista de su significado tectónico, es la que pasa al este de San Miguel de Corneja, La Horcujada, encaja parte del río Tormes y sigue al oeste de Barco de Avila por la Sierra de La Alberca, aunque en este lugar la falla se transforma en una zona de fractura muy amplia, por lo que su expresión cartográfica no es sencilla. Continúa, ya fuera de la zona, por el Puerto de Tornavacas y Valle del Jerte, constituyendo la gran franja de dislocación que se puede estudiar desde Avila hasta Plasencia.

Se puede dibujar su traza debido a la presencia de rocas miloníticas, o bien porque pone en contacto y de forma brusca, rocas migmatíticas con granitos porfídicos. Además, es frecuente la existencia de rocas metamórficas que quedan cortadas bruscamente y en contacto con una zona cataclástica producida sobre el granito porfídico.

En la región de Avila ha sido estudiada por CAPOTE (1971), y fue denominada fractura de la Cruz de Hierro-Valle de Amblés. Se trata de una amplia zona de fracturación antigua, tardihercínica, ya que con ella se relaciona la intrusión del plutón de Urraca Miguel. Mediante la posición de las estrías, muestra que ha tenido varias etapas de movimiento, siendo las más modernas en la vertical, y seguramente en la horizontal las más antiguas.

En nuestro caso, no hemos encontrado plano de falla con estrías, por lo cual no podemos discutir el movimiento de esta falla ni los resultados obtenidos al respecto por otros autores. Tampoco conocemos la cuantía de su desplazamiento, ya que no tenemos puntos de referencia suficientes, pero sí podemos afirmar que este ha debido ser bastante grande, ya que rocas metamórficas que desaparecen contra la fractura, no vuelven a aparecer en toda la región estudiada ni en áreas limítrofes.

4. DIACLASAS

Todo los sistemas de fracturas que hemos explicado, aparecen también a la escala de diaclasas, tanto en rocas plutónicas como metamórficas. En las primeras, además, existen diaclasas de tipo circular, propias de domos graníticos, que dan lugar a que estos se presenten compartimentados en pequeños bloques, comprendidos y limitados por algunas de

estas diaclasas. Es frecuente, cuando las diaclasas son abiertas, que su recorrido no sea una línea recta, a la vez que pueden estar ocupadas por pequeñas concentraciones cuarzosas, probablemente formadas en relación con la roca caja, plutónica.

Para no insistir sobre lo anteriormente expuesto, diremos que todo ello se puede aplicar al caso de las diaclasas. Por esto, en la interpretación final de la tectónica de fracturación, hablaremos conjuntamente de ambos elementos.

5. INTERPRETACION DE LA TECTONICA DE FRACTURACION

Todos los elementos que hemos descrito, corresponden a fracturas tardihercínicas, que en muchos casos han seguido actuando durante el Mesozoico y Cenozoico. Los sistemas que conviene destacar, son los siguientes:

a) Un sistema conjugado de cizallamiento, que da lugar a dos familias. Por un lado, fracturas NE-SW, con direcciones alrededor de los 60° W. Según J. R. PARGA (1969), en las primeras existe un desplazamiento horizontal del bloque SE hacia el NE, hecho con el que coincidimos en la mayor parte de los casos observados, aunque posiblemente no es general. En las segundas, el desplazamiento horizontal es del bloque SW hacia el NW.

b) Un sistema de cizallamiento que da lugar a fracturas pinnadas asociadas al sistema conjugado anterior, con direcciones entre 10 y 20° E y con desplazamiento hacia el norte del bloque oriental, que ha podido ser constatado en algunos casos.

c) Un sistema de fracturas E-W, o bien 80° E, de escaso recorrido y poca abundancia, ligado principalmente a rocas graníticas. Son fracturas cerradas, flexuosas, resultado de una compresión.

d) Por último, un sistema de fracturas N-S, también poco abundante y relacionado con áreas metamórficas preferentemente. Se trata de fracturas abiertas, debidas con seguridad a épocas de distensión, en las que a veces se emplazan pequeños filones cuarzosos o de tipo aplítico.

Todos estos sistemas, caracterizados por un movimiento principal, han sufrido probablemente varios, de forma que muchas de estas fracturas han estado

sometidas a compresiones y distensiones, a desplazamientos horizontales y movimientos verticales, sea cual sea su magnitud y escala.

Las compresiones que han producido los cizallamientos, han dado lugar a cambios de dirección en las estructuras, cataclisis y milonitizaciones, y las distensiones han favorecido las intrusiones de magmas ácidos y básicos, el emplazamiento de filones neumatóliticos e hidrotermales y el relleno de fracturas.

BIBLIOGRAFIA

- BABIN VICH, R.: *Materiales metamórficos y plutónicos presentes en la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar*. "Studia geologica", VII, 41-61 (1974).
- BABIN VICH, R.: *Principales rasgos estructurales de la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar*. "Estudios Geológicos" (en prensa) (1975).
- BABIN VICH, R.: *Estudio estructural de los afloramientos metamórficos de la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar (Sierra de Gredos)*. Tesis Doctoral. Inédita (1975).
- BARD, J. P., CAPDEVILA, R., MATTE, Ph.: *Les grands traits stratigraphiques, tectoniques, metamorphiques et plutoniques des Sierras de Gredos et de Guadarrama*. C. R. Acad. Sci., t. 270, ser. D, 2630-2633 (1971).
- CAPOTE, R.: *Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del norte de la provincia de Avila*. "Bol. Geol. Min.", t. 85, fasc. VI (1973).
- GARCÍA FIGUEROLA, L. C., CORRETGE, L. G., BEA, F.: *El dique de Alentejo-Plasencia y haces de diques básicos de Extremadura*. "Bol. Geol. Min.", t. LXXXV, tercer fascículo (1974).
- LIVRET GUIDE DE L'EXCURSION C₁ (GREDOS)-INQUA: *V Congrès Internacional*. J-6 septembre, Madrid, Barcelona, 59 pp. (1957).
- PARGA, J. R.: *Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico*. Trab. Lab. Geol. Lage, núm. 37, 15 pp. (1969).
- SCHMIEER, O.: *Die Sierra de Gredos*. Mit. der Geogr. Ges. in Munchen., t. X, núm. 1. Trad. Est. Geogr., año XIV, núm. 52, Madrid, 1953 (1915).
- VEGAS, R.: *Las fallas de desgarre del SW de la Península Ibérica*. "Bol. Geol. Min.", t. 85, fasc. II (1974).

Recibido: Abril 1976.

cepción hecha de la parte situada al W de El Centenillo.

Se apoya en discordancia sobre el Ordoviciense, en las proximidades del granito.

2.2.2. *Devoniano.*

Se presenta como un conjunto alternante de cuarcitas, pizarras y areniscas con un marcado carácter lenticular en los tramos detríticos más groseros. Se caracteriza por presentar variaciones de potencia, cambios litológicos y lagunas bioestratigráficas en la base, muy importantes que se explican por una sedimentación en dispositivo translapante (dentro del Devoniano el área de sedimentación de un término desborda el área de sedimentación de otro anterior).

Se apoya en discordancia angular sobre el Siluriano.

2.2.3. *Carbonífero.*

Está representado por el Carbonífero inferior en facies Culm que se apoya mediante discordancia cartográfica sobre el Devoniano o Siluriano.

Está constituido fundamentalmente por pizarras en las que se intercalan niveles areniscos y conglomerados poco potentes. Desborda el área de sedimentación del Devoniano y en algunos sitios se deduce cartográficamente un dispositivo translapante.

Su potencia se estima en más de 4 km.

3. TECTONICA Y MAGMATISMO

Se distinguen dos fases tectónicas principales que se desarrollan antes del emplazamiento definitivo del dorsal granítico y que afectan a todos los terrenos paleozoicos presentes en el área reconocida.

3.1. FASE 1 DE PLEGAMIENTO.

Está representada por una esquistosidad de flujo S_1 muy penetrativa que es subparalela a los planos axiales de pliegues de marcado carácter similar, que presentan vergencia Sur (figs. 3 y 4).

Los ejes de los pliegues son subhorizontales y de dirección próxima a la N70W. En zonas afectadas por movimientos transversales posteriores, divergen de esa dirección.

Un metamorfismo regional de la facies somera de los esquistos verdes se desarrolla en esta fase.



Figura 3

Pliegue anticlinal de fase 1 con vergencia Sur en el Ordoviciense del Barranco de la Higuera. Obsérvese el diferente comportamiento de la cuarcita, que se pliega de modo isopaco, y de la pizarra, que lo hace de modo similar. En grande, el conjunto de estratos conserva el estilo similar.

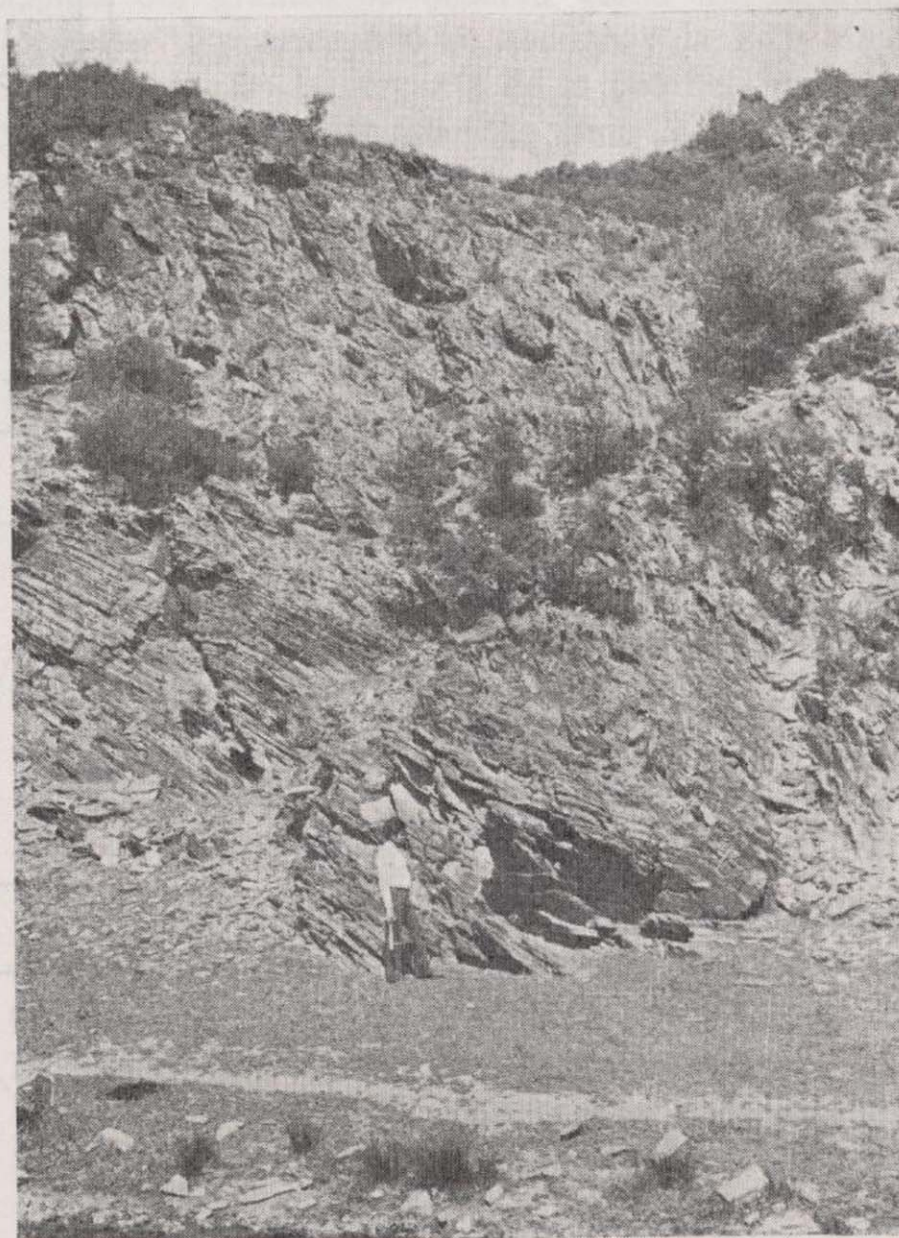


Figura 4

Sinforme de fase 1, en el Carbonífero de la cola del pantano de Guadalén. Presenta aparente vergencia al Norte pero es un anticlinal recumbente con vergencia Sur.

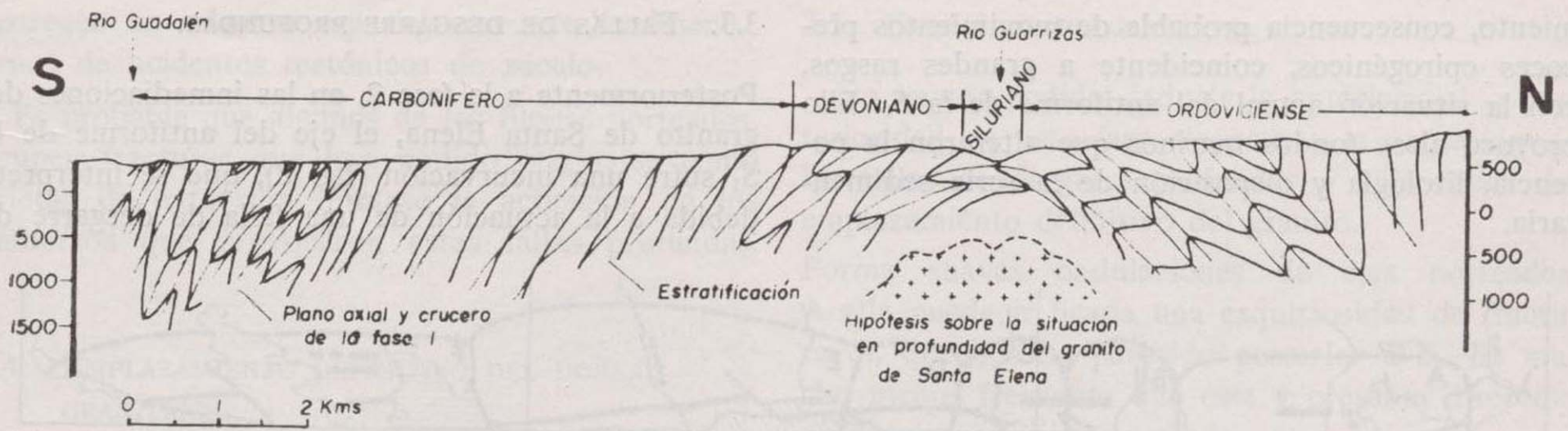


Figura 5



Figura 6

"Knick zone" de fase 2 afectando a estratos pizarrosos del Carbonífero (Sur del Pozo Manzana, en la carretera a El Centenillo). S_2 buza al Norte.



Figura 7

Repliegues de fase 2, en Carbonífero, cerca de la Mina Araceli.

Con anterioridad a la actuación de la fase 2, se forman fallas inversas y se generan manifestaciones de cuarzo blanco en fracturas.

3.2. FASE 2 DE PLEGAMIENTO.

Esta fase es la responsable (1) del arqueamiento antiforme que ha sufrido la esquistosidad S_1 (y las estructuras preexistentes) y que constituye el rasgo estructural más importante de la zona de estudio (fig. 5).

Está caracterizada por una esquistosidad de fractura o clivo-deslizamiento S_2 , que riza o crenula los planos S_1 o S_0 (estratificación) y que se asocia con frecuencia a pliegues centimétricos o decimétricos, ondulados o en "uve". o a pequeñas "knick zones" (figuras 6 y 7). La orientación de S_2 es próxima a N70W y presenta dos sistemas conjugados: el de buzamiento Norte es mucho más frecuente que el de buzamiento Sur.

El eje de la charnela del antiforme de la esquistosidad S_1 , guarda, a grandes rasgos, un paralelismo con la corrida de pizarras silurianas metamórficas, y el afloramiento granítico de Santa Elena aparece centrado en la charnela del antiforme (figura 8). Este hecho, sugiere que este arqueamiento es consecuencia de la existencia de un gran accidente de zócalo, de dirección próxima a la E-W, a favor del cual ha sido emplazado el dorsal granítico que aflora al Sur de Santa Elena.

Las variaciones de potencia y litología observadas en las inmediaciones del granito de Santa Elena o de la charnela del antiforme, y las discordancias entre los diversos sistemas, llevan a considerar que en épocas preorogénicas existió un abomba-

(1) Se puede observar en la figura 8 que los polos de S_2 se sitúan en zona con el círculo máximo que definen los polos de S_1 .

miento, consecuencia probable de movimientos precoces epigénicos, coincidente a grandes rasgos, con la situación actual del antiforme de la S_1 . Ello provocó altos fondos marinos que alteraron la potencia, litología y disposición de la serie sedimentaria.

3.3. FALLAS DE DESGARRE PROFUNDAS.

Posteriormente a la fase 2, en las inmediaciones del granito de Santa Elena, el eje del antiforme de la S_1 sufre una incurvación (fig. 8), que se interpreta debida a la actuación de una falla de desgarre de

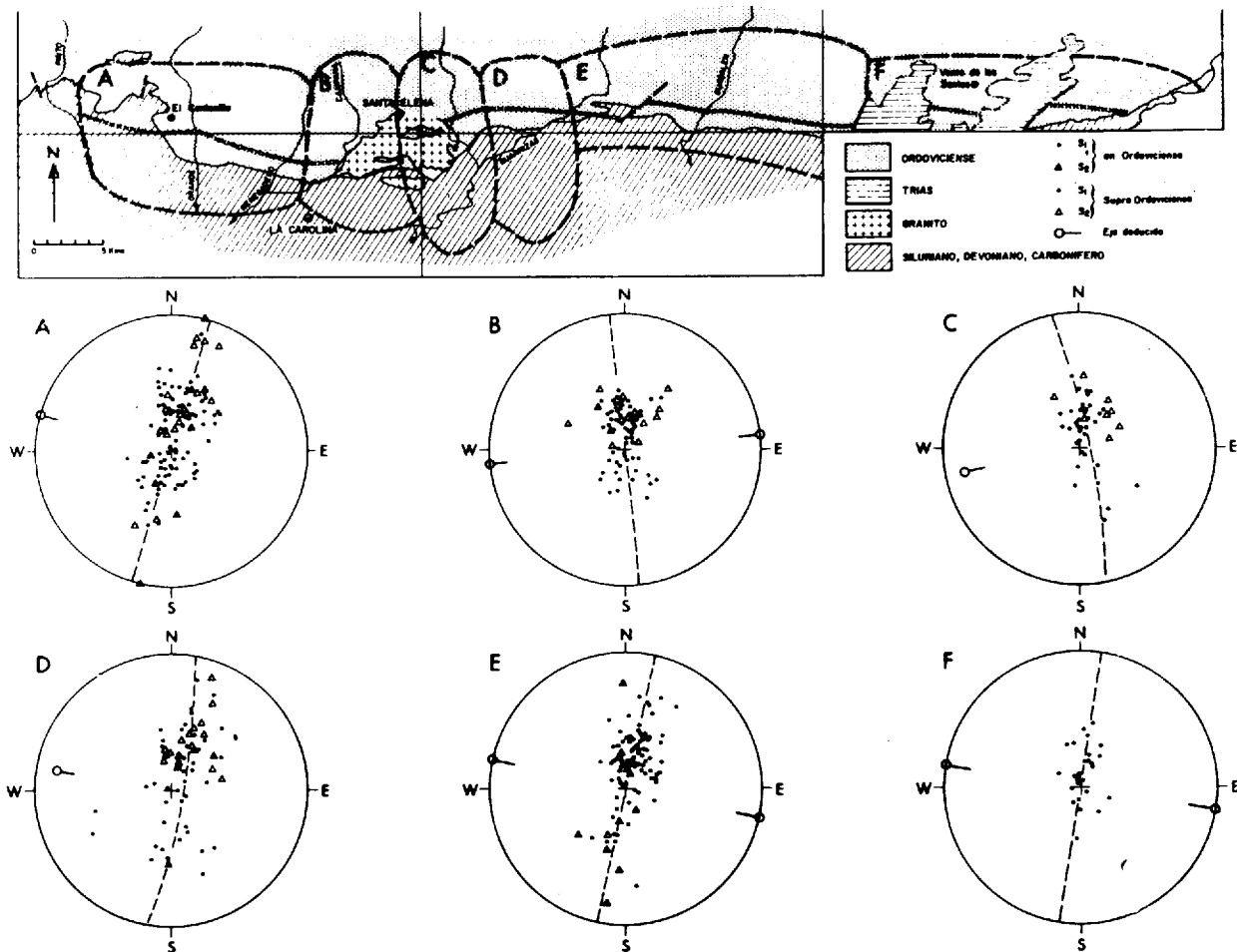


Figura 8

Orientaciones del eje del antiforme de la S_1 .

El gran accidente de zócalo que ha podido ser el causante de este gran antiforme, aparece, pues, como un rasgo estructural preexistente a la orogenia, que fue reactivado en el transcurso de la misma.

Con posterioridad a la fase 2 predomina la tectónica de ruptura y comienza a formarse las fracturas que en los últimos estadios de la orogenia se constituirán como filones plumbíferos. El desarrollo de estas manifestaciones tectónicas tiene mucha importancia en la ubicación de las concentraciones mineras importantes.

zócalo de carácter levógiro. Su cruce con el gran accidente de zócalo de dirección próxima a E-W, ha influido para que el dorsal granítico aflore al Sur de Santa Elena.

Cerca de El Centenillo, en el río Grande, los ejes de fase 1 y el macroeje de fase 2, también son incurvados de modo parecido aunque en sentido diferente. La aureola metamórfica ligada a la pizarra siluriana desaparece al W de El Centenillo.

Las concentraciones mineras más importantes

aparecen en relación espacial con este fenómeno: cruce de accidentes tectónicos de zócalo.

Es probable que algunos de los filones norteados, ocupen fracturas que han podido originarse como grietas de extensión durante la actuación de los esfuerzos que provocaron estas fallas profundas.

3.4. EMPLAZAMIENTO DEFINITIVO DEL DORSAL GRANÍTICO.

Como acabamos de ver, se halla impuesto por grandes accidentes de zócalo.

Produce una aureola metamórfica de unos tres kilómetros de extensión superficial como máximo en el borde Norte del granito. Se reconocen tres facies de metamorfismo de contacto: la de las corneanas de albíta-epidota (con mucho, la más frecuente), la de las corneanas de hornblenda y la de las corneanas piroxénicas.

Esta aureola aumenta en diverso grado la competencia de algunos tramos pizarrosos y los hace susceptibles de albergar mineralizaciones (PCo). Se muestran como rocas favorables las corneanas y pizarras andalucíticas y como poco o nada favorables las pizarras mosqueadas.

Longitudinalmente, los efectos metamórficos de contacto se conservan, exclusivamente ligados a la pizarra grafitosa del siluriano, con la facies menos intensa (albíta-epidota), en todo el Metalotecto (exceptuada la parte situada al W de El Centenillo).

El complejo granítico segregó en fases tardías de su consolidación, un cortejo de rocas intrusivas que se disponen a lo largo de toda la banda estudiada en forma de diques con composición variable y con direcciones predominantemente norteadas. En la composición de los diques se observa una basicidad creciente de W a E (graníticos en el río Grande, granodioríticos en el río Campana, dioríticos en el río Guadalén) y, en general, no se observan fenocristales. Sobre todo en la parte occidental, donde se concentran los núcleos mineros más importantes, se les observan transformaciones debidas a efectos neumatólíticos hidrotermales.

En algunas de las fracturas ocupadas por estos diques, se han formado con posterioridad filones plumbíferos (cruce del Guindo, Norteado de Rafaelito).

3.5. FASE 3 DE PLEGAMIENTO.

No hemos podido deducir la anterioridad o posterioridad de esta fase respecto a la actuación de las fallas de desgarre profundas o a la época del emplazamiento definitivo del granito.

Forma suaves ondulaciones de ejes norteados. A ella puede ir ligada una esquistosidad de fractura S_3 , que nos ha parecido posterior a S_2 . Es mucho menos frecuente que ésta y presenta dirección predominantemente norteada.

Las zonas enriquecidas de los filones se disponen con marcada preferencia en los antiformes de esta fase 3.

3.6. FALLAS NORMALES.

Este grupo de fallas presenta direcciones que varían, en general, entre N60E y E-W y buzamientos próximos a 60° S.

Entre las más notables se destacan las que han tectonizado el borde Sur del afloramiento granítico de Santa Elena, que limitan bruscamente la aureola metamórfica en el contacto meridional. En las bonanzas de algunas explotaciones (La Rosa, Ojo Vecino) han influido notablemente.

En general los filones no arman en estas fallas y se han constituido como tales filones con posterioridad a la formación de este grupo de fallas, pues las atraviesan sin sufrir desplazamientos.

Sin embargo, es muy probable que algunos de los filones longitudinales hayan aprovechado fracturas generadas en los estadios de ruptura que provocaron este grupo de fallas, al ser reactivadas y reabiertas en los últimos estadios de ruptura.

3.7. ULTIMOS ESTADIOS DE RUPTURA.

Se caracterizan fundamentalmente por pequeños movimientos de componente horizontal (fallas de desgarre) que se manifiestan preferentemente a favor de fracturas longitudinales subverticales preexistentes, o a favor de fracturas que se generan en esos momentos (sistemas N60E, ejemplo filón Mirador, figura 9).

Durante su actuación tiene lugar la etapa mineralizadora en la que se observan, solapándose, sucesivas fases de deposición mineral.

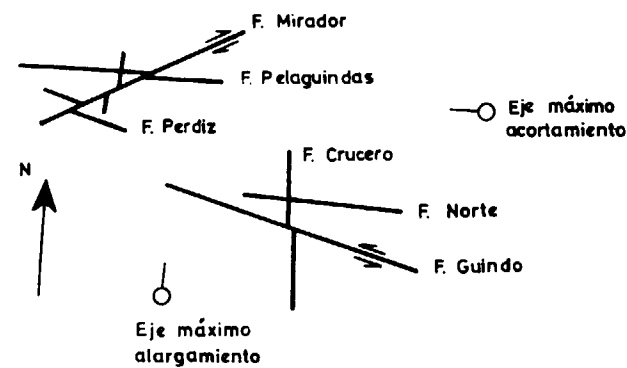


Figura 9

Esquema del movimiento relativo entre algunos filones.

La orientación de las direcciones principales del elipsoide de deformación que corresponde a estos estadios de ruptura, se ha deducido del análisis estadístico de los planos de movimiento (fig. 10) de algunas fallas o filones que presentan estrías, y del examen de los movimientos relativos entre esas es-

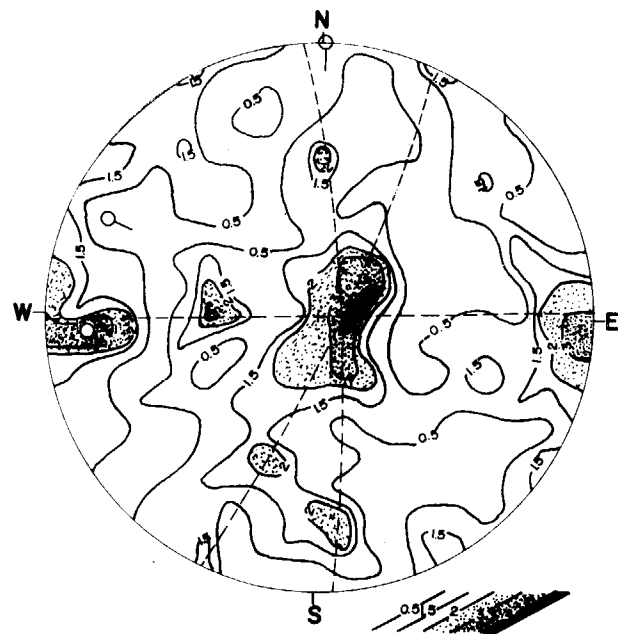


Figura 10

122 polos de planos de movimiento (cifras en %).

estructuras. El plano de movimiento se define (ARTHAUD, 1969) como el perpendicular a la falla pasando por la estría. El elipsoide de deformación tiene *horizontales* las direcciones principales de máximo y mínimo alargamiento.

Salvando la pequeña diferencia que se observa entre las direcciones principales de la misma naturaleza, correspondiente a las áreas Centenillo-río Grande y río Campana (28°), puede decirse que la dirección principal del máximo alargamiento es una dirección meridiana ($N4W$ en el área de El Centenillo; $N24E$ en el área del río Campana). Las fracturas *subverticales* con direcciones sensiblemente perpendiculares a esa dirección, son por ello preferentemente metalizadas (sistema $N70W$ en el área del río Campana, filones Guindo, Sinapismo, Ojo Vecino, etc., y sistema $N60E$ en el área de El Centenillo, filones Mirador y Sur). Los filones con dirección E-W presentan buzamientos más tendidos alrededor de 60° y por ello son menos aptos a distenderse y en consecuencia a metalizarse. De hecho estos filones son poco importantes en el área del río Campana y algo más notables en el área de El Centenillo, ya que la dirección principal de alargamiento en esta zona, es prácticamente perpendicular a la dirección de los filones E-W.

La dirección principal de máximo acortamiento (o mínimo alargamiento) es horizontal, y presenta una dirección próxima a E-W. Por ello, las fracturas norteadas, de no concurrir ciertos rasgos estructurales favorables (antiformes de fase 3, cruce con filones importantes de otros sistemas), no se metalizan.

4. GUIAS DEL METALOTECTO

A modo de resumen describiremos los rasgos geológicos principales que concurren en el Metalotecto directamente relacionados con los filones plumbíferos, que se derivan de todo lo expuesto y a partir de los cuales se deducen guías o criterios para la prospección de nuevos filones o para deducir el interés de filones parcialmente explotados.

4.1. CONTROL ESTRUCTURAL.

A escala regional.

— Los filones plumbíferos aparecen en relación espacial con el dorsal granítico que ha sido emplazado a favor de un gran accidente de zócalo cuyo reflejo en superficie lo constituye la charnela del antiforme de la esquistosidad S_1 y paralelamente a la cual aparece la banda de pizaras silurianas metamórficas.

— Los núcleos mineros importantes se emplazan allí donde ese accidente es cortado por fallas profundas de desgarre de zócalo:

— Inmediaciones del río La Campana (Grupo La Paloma), donde llega a aflorar el granito.

— El Centenillo.

Curiosamente estos núcleos mineros se disponen al Oeste de esas desgarraduras de zócalo.

— En el cortejo de diques intrusivos se observa una basicidad creciente de W a E y una mayor profusión de alteraciones neumatolítico-hidrotermales en los situados en la parte occidental (donde se sitúan las concentraciones mineras).

A escala local.

— Los filones en grande, aparecen como fracturas (sin desplazamiento aparente) y no como fallas y pueden alcanzar hasta 10 km de corrida.

— Atendiendo a su dirección y orden de formación de las fracturas en que se albergan, se agrupan en cuatro sistemas: sistema norteado, sistemas $N70W$ y E-W, y sistema $N60E$.

— Los filones más importantes del Metalotecto son subverticales y presentan dirección $N70W$ (excepción: el Filón Mirador con dirección $N60E$).

Aparecen sobre todo en el contacto Oeste del granito de Santa Elena (inmediaciones del Grupo La Paloma) donde guardan una pauta de aparición del orden de 1 km y es por tanto, muy improbable, el descubrimiento de nuevos filones importantes de dirección $N70W$ entre los ya conocidos.

— Los filones más característicos del área de El Centenillo son también subverticales y presentan dirección $N60E$. Sólo se conocen dos (Mirador y Sur) que distan entre sí 1,2 km.

— Los filones E-W suelen buzarse Sur y son menos importantes debido a que presentan buzamientos más tendidos (de 45° a 70°).

— Los filones norteados son poco aptos para metalizarse y lo hacen sólo localmente.

— Cuando las fracturas se localizan en antiformes de ejes norteados (fase 3) se metalizan mucho más profusamente que en los flancos de dichas estructuras o en los sinformes de la misma naturaleza.

— El cruce de estructuras filonianas entre sí o con fallas es zona susceptible de albergar mineralizaciones importantes. En situación estructural favorable (punto anterior) se metalizan incluso los filones norteados, más intensamente cuanto más importante es el filón con el que se cruzan.

— Las fallas inversas, cuya génesis es muy anterior a la de los filones plumbíferos, no suelen metalizarse y si lo hacen es muy débilmente (Falla Sur

de la Caprichosa o similares). Ello se debe a que en las proximidades de la charnela del antiforme presentan buzamientos muy tendidos (generalmente de 0 a 45°) y posiblemente a que ponen en contacto unidades litológicas en grande, de diferente comportamiento mecánico (1).

— Por el mismo motivo, que el explicado en el punto anterior (buzamientos poco pronunciados, contraste litológico diferente entre sus hastiales), las fallas normales se metalizan muy raramente (excepción: falla de El Castillo).

4.2. CONTROL LITOLÓGICO.

A escala regional.

— Los filones plumbíferos han encajado en un substrato apto para fracturarse y distenderse que esta constituido fundamentalmente por la serie detrítica del Ordoviciense. Los términos pizarrosos suprayacentes (Ashgillense, Siluriano, Carbonífero inferior) han actuado a modo de pantalla ante las soluciones mineralizadoras.

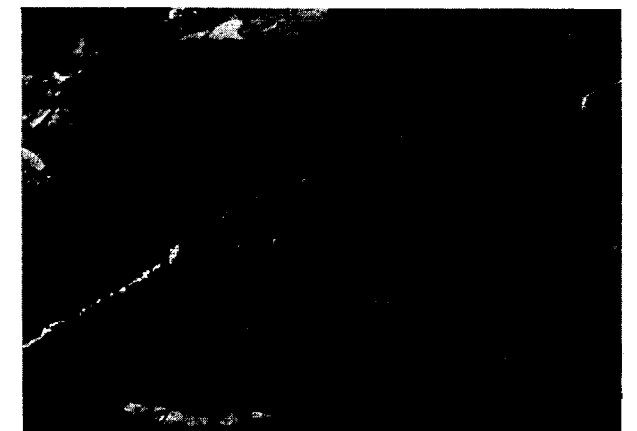


Figura 11

Refracción de fracturas rellenas de cuarzo.

— El control litológico es de suma importancia y se debe sobre todo a factores mecánicos, por un lado las fracturas que arman en medios competentes (cuarcita, arenisca, granito o pizarra con metamorfismo de contacto) tienden a verticalizarse y son por tanto más intensamente distendidas (fig. 11);

(1) Por ejemplo, la Falla Sur de La Caprichosa pone en contacto la PCo con la AI y en profundidad, seguramente, la PCo con la CA. Debido a la plasticidad de la pizarra, ello no favorece los fenómenos distensivos en el plano de falla. Es curioso señalar que, en profundidad la falla se verticaliza y cuando arme en cuarcita en sus dos hastiales, es posible que se metalice.

— Inmediaciones del río La Campana (Grupo La Paloma), donde llega a aflorar el granito.

— El Centenillo.

Curiosamente estos núcleos mineros se disponen al Oeste de esas desgarraduras de zócalo.

— En el cortejo de diques intrusivos se observa una basicidad creciente de W a E y una mayor profusión de alteraciones neumatolítico-hidrotermales en los situados en la parte occidental (donde se sitúan las concentraciones mineras).

A escala local.

— Los filones en grande, aparecen como fracturas (sin desplazamiento aparente) y no como fallas y pueden alcanzar hasta 10 km de corrida.

— Atendiendo a su dirección y orden de formación de las fracturas en que se albergan, se agrupan en cuatro sistemas: sistema norteado, sistemas N70W y E-W, y sistema N60E.

— Los filones más importantes del Metalotecto son subverticales y presentan dirección N70W (excepción: el Filón Mirador con dirección N60E).

Aparecen sobre todo en el contacto Oeste del granito de Santa Elena (inmediaciones del Grupo La Paloma) donde guardan una pauta de aparición del orden de 1 km y es por tanto, muy improbable, el descubrimiento de nuevos filones importantes de dirección N70W entre los ya conocidos.

— Los filones más característicos del área de El Centenillo son también subverticales y presentan dirección N60E. Sólo se conocen dos (Mirador y Sur) que distan entre sí 1,2 km.

— Los filones E-W suelen buzarse Sur y son menos importantes debido a que presentan buzamientos más tendidos (de 45 a 70°).

— Los filones norteados son poco aptos para metalizarse y lo hacen sólo localmente.

— Cuando las fracturas se localizan en antifor­mes de ejes norteados (fase 3) se metalizan mucho más profusamente que en los flancos de dichas estructuras o en los sinformes de la misma naturaleza.

— El cruce de estructuras filonianas entre sí o con fallas es zona susceptible de albergar mineralizaciones importantes. En situación estructural favorable (punto anterior) se metalizan incluso los filones norteados, más intensamente cuanto más importante es el filón con el que se cruzan.

— Las fallas inversas, cuya génesis es muy anterior a la de los filones plumbíferos, no suelen metalizarse y si lo hacen es muy débilmente (Falla Sur

de la Caprichosa o similares). Ello se debe a que en las proximidades de la charnela del antifor­me presentan buzamientos muy tendidos (generalmente de 0 a 45°) y posiblemente a que ponen en contacto unidades litológicas en grande, de diferente comportamiento mecánico (1).

— Por el mismo motivo, que el explicado en el punto anterior (buzamientos poco pronunciados, contraste litológico diferente entre sus hastiales), las fallas normales se metalizan muy raramente (excepción: falla de El Castillo).

4.2. CONTROL LITOLÓGICO.

A escala regional.

— Los filones plumbíferos han encajado en un substrato apto para fracturarse y distenderse que esta constituido fundamentalmente por la serie detrítica del Ordoviciense. Los términos pizarrosos suprayacentes (Ashgillense, Siluriano, Carbonífero inferior) han actuado a modo de pantalla ante las soluciones mineralizadoras.



Figura 11

Refracción de fracturas rellenas de cuarzo.

— El control litológico es de suma importancia y se debe sobre todo a factores mecánicos, por un lado las fracturas que arman en medios competentes (cuarcita, arenisca, granito o pizarra con metamorfismo de contacto) tienden a verticalizarse y son por tanto más intensamente distendidas (fig. 11);

(1) Por ejemplo, la Falla Sur de La Caprichosa pone en contacto la PCo con la AI y en profundidad, seguramente, la PCo con la CA. Debido a la plasticidad de la pizarra, ello no favorece los fenómenos distensivos en el plano de falla. Es curioso señalar que, en profundidad la falla se verticaliza y cuando arme en cuarcita en sus dos hastiales, es posible que se metalice.

por otro lado, ante fenómenos extensivos, los términos pizarrosos tienen más tendencia a deformarse y por tanto la creación de espacios abiertos se ve dificultada (figs. 12 y 13).

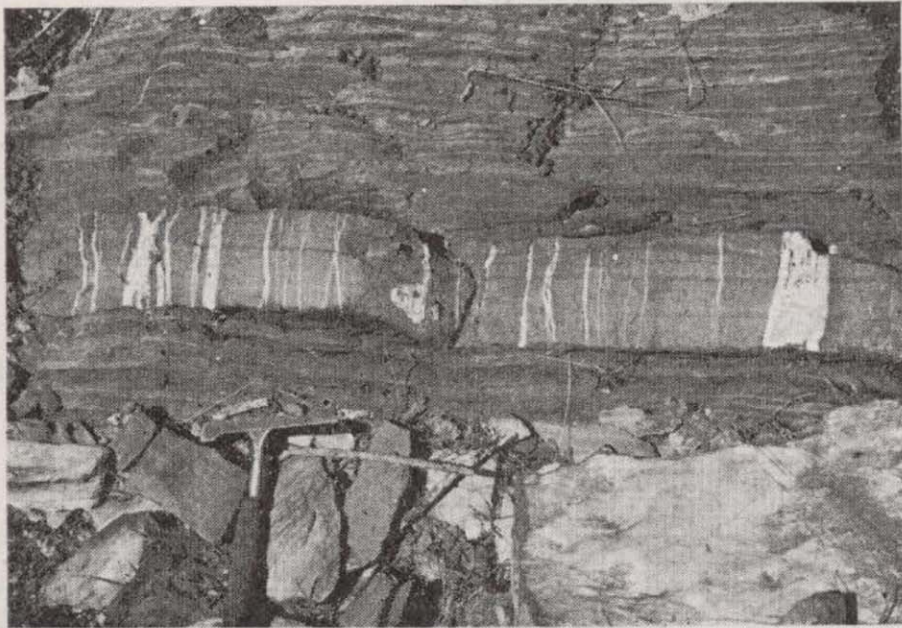


Figura 12

Grietas de extensión exclusivamente ligadas al nivel competente.



Figura 13

Sucesión de pequeñas fallas directas de dirección aproximada E-W afectando a un nivel de arenisca del Ordovi-ciense, que han sido distendidas. Obsérvese la ausencia de espacios abiertos en los términos pizarrosos.

A escala local.

— Las columnas metalizadas coinciden con los tramos cuarcíticos de los hastiales. La mineralización se suele disponer de modo continuo cuando los hastiales son cuarcíticos y de modo disperso o nodular cuando son pizarrosos.

— Los filones que encajan en la Alternancia Superior acaban muriendo por condicionantes litológicos en la Pizarra Corredoras. El techo de la mineralización lo constituye la Pizarra Castellar.

Los filones que han sido explotados en esta Alternancia se puede considerar prácticamente agotados.

— Los filones que encajan superficialmente en la Alternancia Inferior tienen un gran interés, pues en profundidad presentan el potente tramo cuarcítico de la Cuarcita Armonicana. Se resalta que la "AI" contiene un tramo intermedio de carácter pizarroso y algunos de los filones que encajan en ella han podido ser abandonados al empobrecerse en ese horizonte.

— El alcance en profundidad de la columna metalizada es desconocido en condiciones litológicas favorables. La máxima profundidad alcanzada ha sido la del Pozo Santa Bárbara (situado en granito a una de las cotas topográficas más bajas) del filón Ojo Vecino que descendió a 700 m y en la última planta continuaba metalizado.

— Los filones importantes no se manifiestan en superficie cuando su traza coincide con afloramientos pizarrosos (Pizarra Castellar, Pizarra Siluriana). Su descubrimiento se ha debido a que afloraban metalizados en medios competentes puestos al descubierto por la erosión.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Nacional de Industria y a la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A., su autorización para publicar este trabajo y a L. M. Ríos Aragués por sus sugerencias y lectura del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- ALIA MEDINA, M.; CAPOTE, R., y HERNÁNDEZ ENRILE, J. L. *Rasgos geológicos y tectónicos de la Sierra Morena Oriental y sus estribaciones meridionales en la transversal de Moral de Calatrava (Ciudad Real) a Villanueva del Arzobispo (Jaén)*. I Congreso-Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, t. I, sec. 1 (1971).

por otro lado, ante fenómenos extensivos, los términos pizarrosos tienen más tendencia a deformarse y por tanto la creación de espacios abiertos se ve dificultada (figs. 12 y 13).



Figura 12

Grietas de extensión exclusivamente ligadas al nivel competente.

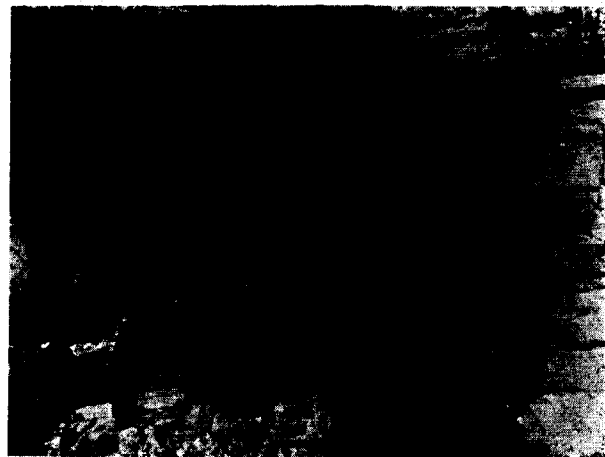


Figura 13

Sucesión de pequeñas fallas directas de dirección aproximada E-W afectando a un nivel de arenisca del Ordoviciense, que han sido distendidas. Obsérvese la ausencia de espacios abiertos en los términos pizarrosos.

A escala local.

— Las columnas metalizadas coinciden con los tramos cuarcíticos de los hastiales. La mineralización se suele disponer de modo continuo cuando los hastiales son cuarcíticos y de modo disperso o nodular cuando son pizarrosos.

— Los filones que encajan en la Alternancia Superior acaban muriendo por condicionantes litológicos en la Pizarra Corredoras. El techo de la mineralización lo constituye la Pizarra Castellar.

Los filones que han sido explotados en esta Alternancia se puede considerar prácticamente agotados.

— Los filones que encajan superficialmente en la Alternancia Inferior tienen un gran interés, pues en profundidad presentan el potente tramo cuarcítico de la Cuarcita Armonicana. Se resalta que la "AI" contiene un tramo intermedio de carácter pizarroso y algunos de los filones que encajan en ella han podido ser abandonados al empobrecerse en ese horizonte.

— El alcance en profundidad de la columna metalizada es desconocido en condiciones litológicas favorables. La máxima profundidad alcanzada ha sido la del Pozo Santa Bárbara (situado en granito a una de las cotas topográficas más bajas) del filón Ojo Vecino que descendió a 700 m y en la última planta continuaba metalizado.

— Los filones importantes no se manifiestan en superficie cuando su traza coincide con afloramientos pizarrosos (Pizarra Castellar, Pizarra Siluriana). Su descubrimiento se ha debido a que afloraban metalizados en medios competentes puestos al descubierto por la erosión.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Nacional de Industria y a la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A., su autorización para publicar este trabajo y a L. M. Ríos Aragüés por sus sugerencias y lectura del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

ALIA MEDINA, M.; CAPOTE, R., y HERNÁNDEZ ENRILE, J. L. *Rasgos geológicos y tectónicos de la Sierra Morena Oriental y sus estribaciones meridionales en la transversal de Moral de Calatrava (Ciudad Real) a Villanueva del Arzobispo (Jaén)*. I Congreso-Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, t. I, sec. 1 (1971).

ALVARADO, A.: *Datos referentes a tectónica y formaciones filonianas de Plomo*. "Bol. Inst. Geol. de España", t. XLIV, IV, 3.ª serie.

ARGÜELLES, A.: *Estudio petrográfico de varias muestras de la provincia de Jaén*. Notas internas Adaro (1974-76).

ARTHAUD, F.: *Méthode de détermination graphique des directions de raccourcissement, d'allongement et intermédiaire d'un population de failles*. "Buel Soc. Geol. de France", IX, p. 729-137 (1969).

AZCÁRATE, J. E.: *Estudio metalogénico comparativo de las mineralizaciones plumbíferas de Linares-La Carolina-Santa Elena*. Ministerio Industria, D. G. M. (1972).

CHARPENTIER, J. L.: *Géologie et Métallogénie de la Sierra Carolina (Jaén-Espagne)*. These présentée a L'Université de Paris-Sud, Centre D'Orsay (1976).

DEL PAN, T.: *Determinaciones paleontológicas varias*. Nota interna Adaro (1976).

GARTH RAYBOULD, D. J.: *The influence of Pre-Existing Planes of Weakness in Rocks on the localization of Vein-Type Ore Deposits*. Ec. Geol., vol. 71, pp. 636-641 (1976).

HENKE, W.: *Beitrag zur Geologie der Sierra Morena nordlich von La Carolina (Jaén)*. Abh. der Senc. Nat. Ges., t. XXXIX, cud. 2, publicado en español en Inst. L. Mellada. Public. extranjerer, t. VII, 1953 (1926).

MAGLIOLA, H.: *Investigaciones geológico-mineras al Norte del filón Mirador*. Inédito (1959).

NEKRASOV, Y. M.: *Factors conductive to development of lead-zinc deposits of fissure type*. "Inst. Geol.", Rev. v. 14, n.º 3 (1970).

RÍOS, L. M., RÍOS, S.: *Nota sobre la estructura tectónica del Paleozoico al Sur de Despeñaperros*, provincia de Jaén. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXV-V (525-527) (1974).

RÍOS, S.: *Estudio Geológico del Metalotecto Plumbífero del Ordoviciense (La Carolina-Santa Elena, Sierra Morena Oriental, provincia de Jaén)*. Tesis presentada a la ETSIM (Universidad Politécnica de Madrid) (1977).

TAMAIN, G.: *Recherches géologiques et minières en Sierra Morena Orientales (Espagne)*. Thèse présentée a L'Université de Paris-Sud, 3 vol.

Recibido enero 1978.

Algunas precisiones a la nota "Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la hoja de Jalance (provincia de Valencia)"

Por J. R. MAS (*) y A. GARCIA QUINTANA (*)

RESUMEN

En la presente nota, se discuten algunas consideraciones de la publicación de E. Elizaga et al. (1978), sobre los antecedentes bibliográficos, la estructura de Sierra Martes, y la edad de los materiales Cretácicos que constituyen dicha Sierra.

RESUME

Dans cette note, on discute quelques considerations sur le papier de E. Elizaga et al. (1978), sur les antecedents bibliographiques, la structure de Sierra Martes, et l'age des materiaux cretaciques qui la forment.

En este interesante y específico estudio sobre el Cretácico terminal y Cenozoico, del Sector "Norte de la Muela del Albeitar-Valle de Venta Gaeta-Sur de Sierra Martés", realizado por E. Elizaga, G. Gutiérrez, A. Lendinez, F. Robles y M. Tena, al lado de notables aportaciones, como la identificación de Senoniense superior y de Paleoceno superior-Eoceno inferior, se vierten algunas consideraciones, con las que no podemos estar de acuerdo.

En primer lugar, en el apartado de antecedentes, refiriéndose a ltrabajo de Mas Mayoral, Asenjo Gómez y García Quintana, titulado "El Cretácico superior en el Sector de Villa de Ves-Cortes de Pallas" (1975), se dice que "describen el Cretácico superior de la región y figuran una serie realizada en la Muela del Albeitar-Sierra Martés de acuerdo con la cual el Cretácico culminaría en las capas de Lacazinas", más adelante también se dice que "... en el Corte que realizan, disponen los materiales terciarios, en discordancia sobre el Cretácico, formando un sinclinal".

(*) Departamento de Estratigrafía Universidad Complutense y Dpto. de Geología Económica, CSIC.

Esto no es en absoluto cierto. Primero, porque el trabajo en cuestión (MAS MAYORAL et al., 1975) no se refiere nunca a la región estudiada en el trabajo de Elizaga et. al., sino a una región más meridional (Villa de Ves-Cortes de Pallás) y, por tanto, no se describe el Cretácico superior de la Muela del Albeitar-Sierra Martes, ni se figura ninguna serie realizada en dicha región. Segundo, tampoco se dice que el Cretácico "culmina con las capas de Lacazinas", sino que la séptima y última unidad litoestratigráfica distinguible en el Cretácico superior de esa región, está constituida por al menos 100 m (su techo es siempre erosivo, bien por la presencia de depósitos Cenozoicos discordantes o por el relieve actual) de calizas, que contienen: Miliólidos, ¿Lacazinas?, rudistas y "cailleux noirs". Y tercero, que en el mencionado trabajo (MAS MAYORAL et. al., 1975), tan sólo existe una figura con cuatro columnas estratigráficas, una leyenda, y un mapa de stiuación, y en él no aparece ningún corte.

En segundo lugar, estamos de acuerdo en que el contacto entre los materiales cretácicos de la Muela del Albeitar, y los materiales terciarios del Valle de Venta Gaeta, es una ligera discordancia, como

ya había indicado en una figura uno de nosotros (A. GARCÍA, 1973), aunque existen algunas fracturas de dirección SW-NE, que dificultan la observación de este hecho, como es la fractura que atraviesa el camino, que de la carretera de Venta Gaeta a los Herreros asciende a lo alto de la Muela del Albeitar, en el mismo lugar o muy próximo en el que E. Elizaga et. al., señalan el techo de su perfil número 2. Respecto al contacto entre los materiales terciarios del Valle de Venta Gaeta y los materiales Cretácicos del flanco meridional de Sierra Martés, estamos de acuerdo que es un cabalgamiento de los segundos sobre los primeros, modificando así uno de los datos figurado por uno de nosotros (A. GARCÍA, 1973). Pero en cuanto a la estructura de Sierra Martés, para nosotros sigue siendo válida la publicada en 1973, y en planta, resulta más complicada de lo que aparece en el Esquema geológico que dan Eliga et. al., pues entre los dos cabalgamientos, además de un anticlinal volcado (y no un cabalgamiento, como se indica en la figura 2 de Elizaga et al.) existe un laxo sinclinal, cuyo eje discurre aproximadamente a lo largo de la cuerda de la Sierra. Todas estas estructuras, a su vez están cortadas y desplazadas por fracturas gravitacionales de traza sinuosa, con dirección aproximada NE-SW, y siendo en general el labio occidental el hundido.

En tercer lugar, tampoco estamos de acuerdo con las atribuciones-dataciones que Elizaga et. al., dan para el Cretácico de Sierra Martés. Los materiales que constituyen el eje anticlinal volcado son de edad Albense (Unidad "K3" de A. GARCÍA, 1977), excepto en el sector más oriental, donde el anticlinal pasa a ser una fractura, y llega a aflorar el Aptense. Por encima, aparecen: las calcarenitas y calizas con rudistas del Albense superior? Cenomanense inferior (Unidad "C-1" de MAS MAYORAL et. al., 1975; Unidad "C-11" de GARCÍA QUINTANA, 1977); las "margas verdes" (Unidad C-2 de MAS MAYORAL et. al., 1975; Unidad C-12 de GARCÍA QUINTANA, 1977), conocida capa guía regional, de posible edad Cenomanense inferior - "Cenomanense superior" (GARCÍA QUINTANA et. al., 1978); las dolomías tableadas y acintadas (Unidad C-4 de MAS MAYORAL et. al., 1975), de muy posible edad Cenomanense superior; las dolobías masivas y brechoides (Unidad C-5 de MAS MAYORAL et. al., 1975), de posible edad Turonense inferior, en función de los datos de RAMÍREZ DEL POZO et. al., 1974, y de su posible correlación con las "Dolomías de la Ciudad Encantada" y que forman la penúltima Cornisa, so-

bre la que está situada la Caseta de Observación de I. C. O. N. A.; las calizas nodulosas y margas relacionadas con una importante interrupción sedimentaria; y, por último, las calizas con rudistas y miliólidos (Unidad C-7 de MAS MAYORAL et. al., 1975) de edad Senonense inferior (FOURCADE, 1970) que consttuyen la última cornisa, sobre la que está situado el vértice geodésico. Creemos que algunas de estas consideraciones sobre la estructura de la Sierra y edad de sus materiales, fueron discutidas en la visita conjunta que con los autores del trabajo realizó sobre el terreno en el año 1976 uno de nosotros.

Por lo demás, dejando aparte estas precisioines, el resto del trabajo de E. Elizaga et. al., nos parece muy interesante.

BIBLIOGRAFIA

- ELIZAGA, E.; GUTIÉRREZ, G.; LENDÍNEZ, A.; ROBLES F., y TENA, M.: *Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)*. "Bol. Geol y Min.", t. LXXXIX-I, pp. 1-14 (1978).
- FOURCADE, E.: *Le Jurassique et le Crétace aux confins des Chaînes Bétiques et Iberiques*. The, p. 427 (1970).
- GARCÍA QUINTANA, A.: *El Cretácico inferior de Sierra Martes*. (Valencia). "Seminarios de Estratigrafía", n. 9, pp. 27-32 (1973).
- GARCÍA QUINTANA, A.: *Jurásico terminal y Cretácico inferior en la región central de la Provincia y Noreste de la Provincia de Albacete*. Tesis Doctoral. "Sem. Estratigrafía, Ser. Monografía", n. 1, p. 334 (1977).
- GARCÍA, A.; MÁS, R. J.; ARIAS, C.; VILAS, L.; ALONSO, A., y RINCÓN, R.: *Evolution sédimentaire des facies terrigènes, mixtes et carbonatés, de l'Albien superieur-Cénomanien, dans la région de Cuenca Almansa, Espagne*. "Cahiers de Micropaleontologie", n. 4 (In. lit., 1978).
- MÁS MAYORAL, J. R.; ASENJO GÓMEZ, A., y GARCÍA QUINTANA, A.: *El Cretácico superior en el sector de Villa de Ves-Cortes de Pa-Llas (Albacete-Valencia)*. "Sem. Estratigrafía", n. 11, pp. 7-19 (1975).
- RAMÍREZ DEL POZO, J.; PORTERO, J. M.; OLIVÉ, A., y MELÉNDEZ, F.: *El Cretácico de la Serranía de Cuenca y de la Región de Fuentes-Villar del Humo: Correlaciones y Cambios de facies*. "I Symp. Cret. Cord. Ibérica, pp. 189-205 (1974).

Recibido: Mayo 1978.

Geotermismo y Minería

Por J. MENDUIÑA FERNANDEZ (*)

RESUMEN

Se citan las múltiples coincidencias, respecto a la proximidad geográfica en la aparición de los indicios mineros de origen hipogénico y las manifestaciones geotérmicas. De forma general se estudian estos hechos y se establece un mecanismo que justifica nuestras observaciones.

ABSTRACT

Many coincidences of geographic proximity exist between the appearance of mining traces of hypogenic origin and geothermic declarations, are pointed in this paper.

We have studied these phenomenon and we have established its relationship with the global tectonic, expounding a structured which can relate both phenomenon.

INTRODUCCION

Anteriormente a la presente publicación, por la integración de diversos datos y con el auxilio de abundante bibliografía llegamos a la conclusión de que la Península Ibérica ha estado sometida a dos direcciones de empujes dirigidas y concretas a escala global, la Sur hacia el Norte y la Oeste hacia el Este.

La primera, se justifica como el choque de la placa Africana sobre la Euroasiática provocando la formación del Sistema Alpino Mediterráneo.

La segunda dirección tiene su origen en la dorsal Atlántica al crearse la corteza oceánica, habiéndose datado por criterios magnetométricos que inició su apertura hace 180 m. a.

La actuación de estas dos direcciones de empuje son altamente complejas, tanto en su intensidad, como en el tiempo a la vez que hay que admitir reactivaciones y simultaneidad de empujes, que complican extraordinariamente el modelo.

Los empujes producidos por la apertura de la

dorsal Atlántica se manifiestan de dos formas, una directa y perpendicular al sentido de apertura y otra a lo largo de tres discontinuidades de segundo orden, que tienen como característica común la actividad volcánica, con la consiguiente creación de nueva corteza oceánica, encima y afectando a la ya preexistente creada por la dorsal.

Los mapas batimétricos reflejan perfectamente la geometría de los pitones volcánicos subacuáticos y de forma definitiva la investigación petrolífera ha constado estas manifestaciones como basálticas en su mayoría con edades de emisión desde el inicio del Mesozoico hasta finales del Terciario en líneas generales, si bien en la discontinuidad del Mediterráneo se han datado hasta el Cuaternario.

Las tres discontinuidades que a nuestro juicio condicionan el estado actual de la península al margen de las características heredadas anterior a los 180 m. a. son las siguientes:

- Discontinuidad Mediterránea N-30° E con su conjugada de distensión N-S.
- Discontinuidad de Oceanographer o de las Azores N-60° E con su conjugada de distensión N-80° E.

- Discontinuidad de Gibbs o Labrador-Biscaye Fault, N-120° E siendo su distensiva N-105° E.

De forma general y esquemáticamente los sentidos de desplazamientos son los siguientes:

Las conjugadas de desplazamiento debidas a la discontinuidad Mediterránea actúan en sentido sinextral, de forma que el bloque Este se desplaza hacia el Norte, las debidas a la discontinuidad de Oceanographer el sentido de desplazamiento es igual-

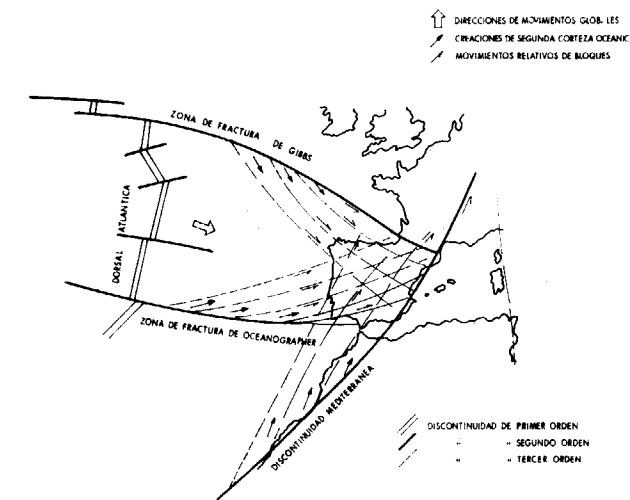


Figura 1

mente sinextral de forma que el bloque Sur se desplaza hacia el Este y por último, la discontinuidad de Gibbs provoca movimientos dextrales de forma que el bloque Norte, se desplaza hacia el Este, estos movimientos son sin considerar la reactivaciones ni los efectos combinados por simultaneidad de esfuerzos. Respecto a la cronología de actuación se han definido de forma general, sin negar distintos momentos o como antes decíamos simultaneidad o efectos combinados, el siguiente orden:

La actuación más intensa última se debe a la discontinuidad Mediterránea, pudiendo afirmar esto, al observar la distribución de la sismicidad, geotermismo, aumento de gradientes geotérmicos o simplemente con criterios cartográficos en la costa mediterránea.

Anteriormente la actuación más intensa parece que fue la de la discontinuidad de Oceanographer, basándonos en criterios geológicos, cartográficos y morfológicos y como actuación primera al margen

de los efectos directos producidos por la dorsal atlántica los de la discontinuidad de Gibbs.

Existen ejemplos claros que nos delatan el giro de fracturas por las actuaciones de las otras discontinuidades, con posterior reactivación y observando la primera girada respecto a la última, conociendo así que no existe un momento único de actuación, si no varios y complejos.

Al iniciar este artículo, citábamos que llegábamos a estas conclusiones por la integración de diversos datos y antes de exponer otra de nuestras conclusiones queremos mencionar las fuentes de información y las limitaciones que se deducen de estas tanto por la naturaleza del fenómeno reseñado, como por las dificultades de observación.

Uno de estos parámetros es el geotermismo obteniéndose esta información del Inventario General de Manifestaciones Geotérmicas en el Territorio Nacional realizado por el IGME y creemos de interés resaltar algunos de los criterios y sus limitaciones, al tiempo que se omiten otros por considerarse menos importantes para nuestras conclusiones.

Este inventario se realizó con la recopilación y tratamiento de la siguiente información:

- Bibliografía sobre fuentes termales.
- Datos de los sondeos petrolíferos.
- Puntos de aguas de los archivos de la FAO existentes en el IGME.

Con esta documentación inicial se realizaron recorridos de campo con visitas y muestreos a los puntos preseleccionados analizándose las aguas y calculando posteriormente la temperatura de equilibrio en el foco caliente, según los criterios expuestos por Fournier y Truesdell del Sodio-Potasio-Calcio y de Albita-Anortita.

Sobre estas determinaciones queremos resaltar que al tomar estos geotermómetros se aceptaron una serie de hipótesis que entre otras citamos las siguientes:

- No ha de existir la mezcla de agua termal ascendente con otra de infiltración superficial.
- Los equilibrios entre roca-agua han de ser función únicamente de la temperatura.
- Los cambios de composición en el ascenso han de ser mínimos.

Con estos criterios, es fácil deducir que no todas las manifestaciones geotérmicas están inventariadas, dada la complejidad del fenómeno; o al menos la

(*) De la División de Investigaciones Mineras del IGME.

temperatura del foco no está bien establecida en numerosas ocasiones.

Otro de los datos utilizado, ha sido la sismicidad recogiendo la información del Catálogo de Munuera por el Instituto Geográfico y Catastral, las limitaciones que podemos argumentar son: por un lado la escasa observación en el tiempo del fenómeno que prácticamente con datos de cierta fiabilidad son los reseñados en los cien últimos años, naturalmente, este espacio de tiempo en una escala geológica es despreciable y otra de importancia es la referente a epicentros sísmicos y no a hipocentros condicionando su localización a las propiedades elásticas del medio de propagación.

Por último queremos mencionar, que los datos referentes a indicios mineros de origen hipogénicos han sido extraído de los distintos mapas publicados por el IGME, siendo presumible que no todos los indicios mineros estén localizados en la actualidad.

La deducción inmediata que se extrae de todo lo expuesto, es que el valor puntual de toda esta información es relativa y si tiene un valor indudable siempre que nos limitemos a áreas o zonas sobre las que existan concurrencia de al menos dos de estos parámetros.

Observaciones sobre la distribución geográfica de los indicios mineros, epicentros sísmicos y manifestaciones geotérmicas.

El trabajo que ha originado la presente publicación contempla mayor número de aspectos y datos de los que ofrecemos, que por razones lógicas de espacio no exponemos, si bien puntos concretos de nuestras conclusiones quedan reflejados sobre el mapa adjunto.

Son frecuentes las áreas en las que se producen concurrencia de al menos dos de estos parámetros, pero nuestro objetivo es señalar aquellas en las que existen asociaciones geotermismo-mineralización, siendo algunas de ellas de gran interés para las investigaciones mineras.

En la región Noroeste peninsular aparece geotermismo en las áreas de Carballo, Caldas del Rey, La Estrada, La Coruña, Orense, Carballino, Verin, Lugo y Puebla de Sanabria, como más destacables, apareciendo minas con cierta entidad en las áreas tales como Monteneme, Santa Comba, San Finx, Arinteiro, Laza, Penouta, Calabor, Rubiales, etc.

La Cordillera Cantábrica es otra extensa área en la que aparece geotermismo con asociación de indicios mineros, ejemplos son: Las Minas de la Flo-

rida en Roiz, Minas de Reozinc en Torrelavega, Minas de Picos en Peñamellera, Minas de Carranza en Carranza, tec. Estas asociaciones se continúan en los Pirineos y proximidades de Gerona (Minas de Viladrau).

En la cordillera Ibérica aparecen manifestaciones geotérmicas en Alhama de Aragón, Ateca, Sacedón, Cañete, Calamocha, Teruel, etc., con asociaciones de indicios mineros de cobre, barita, plomo, etc., por ejemplo en Santa Cruz de Nogueras, Mina Virgen del Carmen y en Segura de los Baños, coto Olga.

En el Sur y Sureste de la península las asociaciones geotermismo minería son claras en las Minas de la Unión y de Cartagena donde aumentan los gradientes en profundidad de forma anormal, en el Coto Minero de Mazarrón existen sugerencias dentro de la zona mineralizadas ricas en óxidos metálicos, habiéndose utilizado en tiempos de los romanos como baños, existen asociaciones en Aguila, Vera, Sierra de Alhamilla, Almería, Sierra de Gador, Alquife, Albuñol, Paul, Purullena, etc.

Otras áreas que presentan la asociación de geotermismo indicios mineros son: Linares, Andújar, Alcalá del Río, La Palma del Condado, etc., en la zona central del país aparece la zona minera del Valle de Alcudia y zona de Calatrava.

En las regiones Suroeste y Oeste de la península las manifestaciones geotérmicas inventariadas son escasas y por consiguiente las asociaciones geotermismo-minería se produce en un número limitado, si bien, hemos de considerar que el inventario geotérmico ha partido de los datos de sondeos petrolíferos o de los archivos de la FAO existentes en el IGME, aún así tenemos en la Mina de la Parrilla un antiguo balneario o en las proximidades de la Mina del Trasmilón y en la falla de Alentejo-Plasencia en el batolito de Hoyos manifestaciones geotérmicas, que reafirman esta asociación.

Respecto a los epicentros sísmicos relacionados con el binomio minería-geotermismo existen numerosos datos de coincidencia, e incluso son frecuentes las mineralizaciones que tienen geográficamente próximos epicentros sísmicos, el valor de esta coincidencia es relativa por estar estos puntos de aparición en relación con las propiedades elásticas del medio de propagación.

Por ejemplo, una mineralización filoniana puede tener perfectamente asociados una serie de epicentros sísmicos por que sea ese plano el más favorable para transmisión del tren de ondas y por consiguiente tendremos el apareamiento descrito.

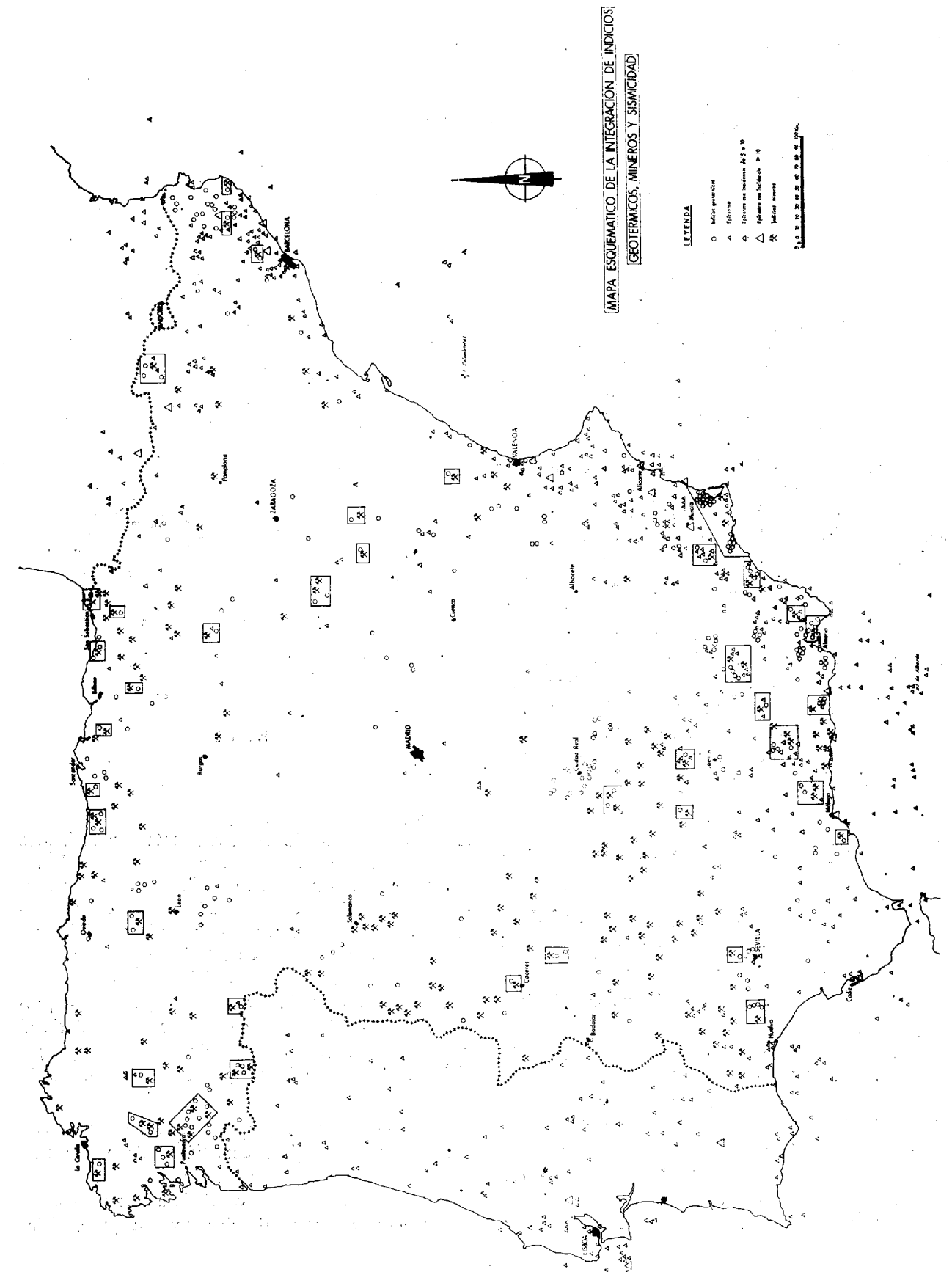


Figura 2

Consideraciones sobre el geotermismo y el transporte iónico.

J. Goguel expuso una serie de premisas y necesidades para la existencia de un yacimiento geotérmico, para nosotros la importancia del interés económico pasa a un segundo plano y lo realmente importante son dos puntos, que exista una fuente de calor activa y que existan movimientos de agua.

Estas circulaciones llevan consigo disoluciones y precipitaciones iónicas en distintos puntos, que es una de las bases de nuestras ideas.

En la introducción y al citar los criterios que se habían seguido para definir si un agua tenía un origen geotérmico, exponíamos que la termometría hidroquímica utiliza como geotermómetros las concentraciones iónicas de varios elementos disueltos en el agua.

Generalizando, podemos perfectamente admitir que constantemente en la naturaleza se observan fenómenos de disolución precipitación, tanto de origen hipogénico como en los típicamente superficiales.

La investigación realizada como consecuencia del aprovechamiento de los yacimientos geotérmicos de interés económico, ha llevado consigo el conocer y aceptar plenamente por haberse demostrado con determinaciones isotópicas las ideas de circulación acuosa de origen convectivo y meteórico, desplazando definitivamente la teoría de aguas juveniles, esto, naturalmente, implica una revisión de las ideas que relacionaban a estas, con los yacimientos de origen hipogénico, sobre todo en las etapas finales de la consolidación magmática, procesos de metamorfismo y procesos que dan como resultado filones.

Si admitimos el transporte iónico por procesos de disolución acuosa, el carácter convectivo de las circulaciones y el origen meteórico de estas aguas, nos queda por controlar los mecanismos que condicionan las precipitaciones y disoluciones iónicas.

Generalizar en los procesos naturales es una mera especulación, pues son tales el número de variables y factores condicionantes que incluso para explicar con precisión hechos concretos puntuales tanto en el espacio como en el tiempo implica serias dificultades, cuanto más para fenómenos geológicos en el que interviene el factor tiempo, y todo lo que lleva implícito este factor de condiciones cambiantes, por estas razones solamente reflejamos un mo-

delo simplista y esquemático, contemplado aspectos generales del mecanismo.

Uno de estos modelos sería suponer un nivel de caliza calentado por un foco de radiación de calor y por tanto en estado metaestable desequilibrando la reacción en el sentido del desdoblamiento $\text{CO}_2 + \text{CaO}$.

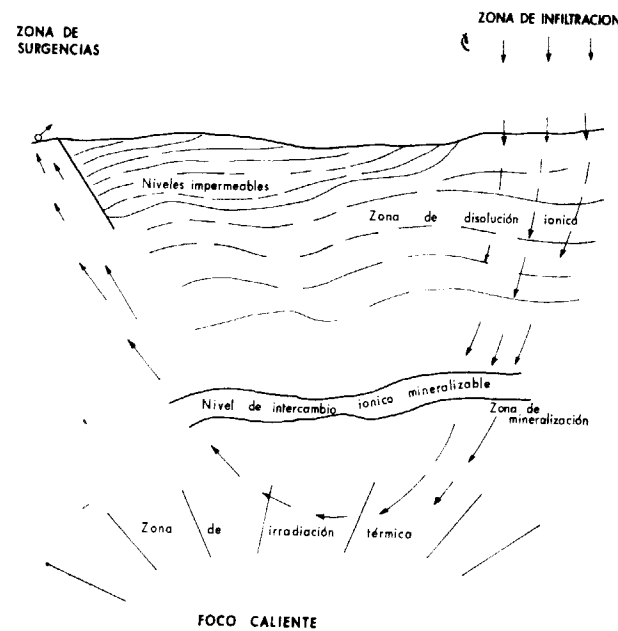


Figura 3

El agua en su descenso y al atravesar los materiales va disolviendo selectivamente determinados iones, estando en función estas disoluciones de las constantes de equilibrio de cada entorno de variación, indudablemente un cambio brusco en las litologías atravesadas va a condicionar la precipitación de unos y la disolución de otros. Concretando para el caso que describimos es fácil suponer que si el agua está atravesando litologías de pizarras se producirá un cambio en las constantes de equilibrio al pasar el nivel de calizas precipitando por ejemplo sílice o iones metálicos y pasando a disolución el CO_2 .

Analizando este esquema y relacionándolo con los procesos geológicos conocidos estamos describiendo un metasomatismo, si bien el concepto de segregante es sustituido por el de aguas meteóricas y convectivas, esta sustitución nos enriquece al in-

terpretar fenómenos tales como albitizaciones, caolinizaciones o redes de filones en una masa.

Se ha puesto un modelo simplista y con escasa complicación en el que la mineralización se hace en el descenso, pero no negamos que se pueda producir en el ascenso o a lo largo de planos de discontinuidad de cualquier orden, o líneas, bien sean planos de falla, charnelas de pliegues por ser zonas favorables a la circulación de forma que al enfriarse el fluido provoque las precipitaciones, o los niveles de pizarras que tengan material carbonoso y varíen el carácter óxido-reductor del fluido, o simplemente contaminaciones de aguas superficiales, cambiando las condiciones que hacen que precipiten y/o disuelva iones selectivamente.

Como resumen podemos decir que si admitimos como vehículo de transporte iónico el agua y esto parece evidente, tendremos que admitir la posibilidad de yacimientos de origen geotérmico de aguas meteóricas y convectivas.

CONCLUSIONES

Hemos representado las manifestaciones geotérmicas y los indicios mineros de origen hipogénico en un mapa y hemos visto la relación existente entre ambos datos en lo referente a la proximidad geográfica, sobre todo en áreas concretas de la península, el mecanismo que justifica esta relación de proximidad son los procesos disolución-precipitación selectiva en función de los niveles que va atravesando el agua geotérmica, que tiene un origen meteórico y que circula por procesos de convección, los factores que controlan el transporte entre otros muchos son la temperatura, presión, litologías, tectónica, contaminación con otras aguas, etcétera.

Las disoluciones hidrotermales en este modelo son sustituidas por las aguas geotérmicas, por haberse demostrado con criterios isotópicos que las primeras no existen como agua juvenil.

Como conclusión reflexiva se deduce que la tectónica de placas es de forma indirecta la condicionante en determinados casos de mineralizaciones a través de la creación de focos de calor haciendo funcionar el sistema, por esta razón al iniciar el presente artículo exponíamos un encuadre general de la tectónica global de la península a la que llegábamos por la integración de diversos datos, entre ellos el geotermismo, la sismicidad y la minería.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los compañeros de la División de Investigaciones Mineras del IGME, así como con cuantos he tenido cambios de impresiones sobre este tema y especialmente a don Fernando Vázquez Guzmán y a don Jerónimo Abad Fernández por sus ideas, sugerencias y facilidades dadas sobre la realización del trabajo que ha dado origen al presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

- ALIA MEDINA, M.: *Evolution post-hercynienne dans les regions centrales de la meseta espagnole*. 24 th. Inter Congress sect., 3, Canadá (1972).
- AHFELD, F.: *Die metallischen Rohstoffe und W. Ferdinand Enke Verlag* (1958).
- AUBERT, G.: *Les coupoles granitiques de Montebas et d'Echassieres (Masif central francais) et la genese de leurs mineralisations en etain, lithium, tungstene et beryllium*. Mem. B. R. G. M., núm. 46 (1969).
- ANDRIEUX, J.; FONTBOTE, J. M., y MATTAUER, M.: *Sur un modele explicatif de l'arc de Gibraltar*. East and planetary. Scien. Letters (1971).
- BEUS, A. A.: *Albitite Deposits*. En: Smirnov, V. I. (Ed.). Op. cit., 307-377 (1968).
- BONELLI RUBIO, J. M. y CHACÓN ALONSO, L.: *Estudio de la sismicidad de la zona murciano-atlántica*. "Inst. Geográfico y Catastral" (1961).
- CRUZ SANJULIÁN, J.; GARCÍA ROSELLE, L., y GARRIDO BLASCO, J.: *Aguas termales de la provincia de Granada*. "Boletín Geológico y Minero" (1972).
- CARBALHO DE DELFIM: *Lineament patterns and hypogene mineralization in Portugal*. "Servicio de Fomento Minero" (1974).
- DÍAZ DE BERRICANO, J., PENDAS FERNÁNDEZ, F.: *Los recursos geotérmicos*, ENADIMSA ediciones, serie 3, número 2.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *El dique de Alentejo-Plasencia y haces de diques básicos de Extremadura*. "Bol. Geol. y Minero", t. 85-III (1974).
- KENT, C. CONDIE: *Plate Tectonics, crustal Evolution*. Pergamon International library.

- LEVASHEV, G.: *Composition of biotite as a criterion for recognition of stanniferous granitoids and the factors responsible for tin mineralization*. Doklady Akad. Nauk. SSR, 202, 207-210 (1972).
- LÓPEZ RUIZ, J.: *Tectónica de placas y volcanismos*. "Bol. Geol. y Minero", t. 87-VI (1976).
- LOZANO CALVO, L.: *Mapa para el cálculo de las reducciones topoisostáticas* "Inst. Geográfico y Catastral" (1961).
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Consideraciones respecto a la zona de fractura (falla Cantábrica) que se desarrolla desde Aviles (Asturias) hasta Cercera de Pisuerga (Palencia)*. Act. geol. hisp., 5 (1968).
- MUNUERA, J. M.: *Mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica*. "Int. Geográfico y Catastral" (1969).
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Sobre la posición geoestructural de la Península Ibérica*. "Bol. Geol. y Minero", t. 85-5 (1974).
- MUNUERA, J. M.: *Mapa sísmico español de intensidad probable*. Memorias del Inst. Geográfico y Catastral, tomo XXXIV, cuaderno II (1975).
- ORIOLE RIBA: *Geotermismo de la zona de Olot*. "Bol. Geol. y Minero", t. 86-I (1975).
- RAMÍREZ, E.: *Ensayo de un análisis de posibilidades en mineralizaciones de la provincia de Cáceres*. "Bol. Geol. Min.", t. 85-2, 171-181 (1974).
- SAAVEDRA, J.; ARRIBAS, A.; GARCÍA, A.; MORO, C.; PELLITERO, P., y RODRÍGUEZ, S.: *Relación entre las propiedades físicas y químicas de algunos granitoides del centro-oeste de España y las mineralizaciones estannio-wolframíferas con ellos asociadas*. Tecniterrae 2. 20-26 (1974).
- TAPPONIER, P.: *Evolution tectonique de système alpin dans la Méditerranée: poinçonnement et acrasement rigide-plastique*.
- UBANELL, A. G.: *Los diques aplíticos de Almorox-Navarcuende (Sistema Central Español) en relación con los "dicrochements" dextrales tardihercínicos*. Servicios geológicos de Portugal (1976).
- WILLIAM, L., SMITH: *Remote-Sensing applications for mineral exploration*, Dowden, Hutchinson, Ross Inc.

Recibido: Noviembre 1978.

Hidrogeología del acuífero de la vega de Motril-Salobreña (Granada)

Por E. I. CASTILLO PEREZ (*) y R. FERNANDEZ-RUBIO (*)

RESUMEN

Bajo la llanura costera de Motril-Salobreña se localiza un acuífero, en materiales detríticos cuaternarios, que sobrepasa los 150 metros de espesor, y cuyo substrato, así como sus bordes, están constituidos por las formaciones metamórficas de los Mantos Alpujarrides. El límite meridional está definido por la costa.

Este acuífero presenta excelentes características hidráulicas: transmisividad comprendida entre 10^{-3} y 10^{-1} m²/seg, y coeficiente de almacenamiento variable entre 1 y 13 por 100. La capacidad de almacenamiento subterráneo puede alcanzar 300 Hm³, y los recursos podrían sobrepasar 50 Hm³/año. Sólo 16 Hm³/año se aprovechan actualmente, mientras que el resto se pierde subterráneamente, al mar.

Estas aguas presentan, mayoritariamente, facies bicarbonatadas calco-magnésicas, y son de buena calidad, tanto para consumo humano como agrícola.

ABSTRACT

Below the Motril-Salobreña plain an aquifer is located in Quaternary detrital materials, which thickness exceeds 150 m. Their substratum and the borders are constituted by metamorphic rocks, belonging to the Alpujarrides nappes. The southern border is defined by the coast line.

This aquifer has excellent hydraulic characteristics: transmissivity between 10^{-3} and 10^{-1} m²/sec, and storage coefficient between 1 and 13 %. The total capacity of underground storage can reach 300 Hm³, and the resources could exceed 50 Hm³/year. Only 16 Hm³/year are presently employed, while the remaining is lost underground to the sea.

Most waters present bicarbonated calcium-magnesium characteristics, and have a good quality for human consumption as well as for agricultural uses.

RESUME

Sous la plaine côtière de Motril-Salobreña se trouve un aquifère, dans des matériaux détritiques quaternaires, qui atteint jusqu'à 150 m d'épaisseur, et dont le substratum, ainsi que les bords, sont constitués par les formations métamorphiques des Nappes Alpujarrides. La limite méridionale est définie par la côte.

Cet aquifère présente d'excellentes caractéristiques hydrauliques: transmissivité comprise entre 10^{-3} et 10^{-1} m²/s, et coefficient d'emmagasinement compris entre 1 et 13 %. La capacité du réservoir souterrain peut atteindre 300 Hm³, et les ressources pourraient dépasser 50 Hm³/an, dont on exploite actuellement 16 Hm³/an, tandis que le reste se perd, souterrainement, dans la mer.

Les eaux présentent, surtout, des faciès chimiques bicarbonatés calcomagnésiques, et sont d'une bonne qualité, aussi bien pour la consommation humaine que pour l'usage agricole.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AREA

La Vega de Motril-Salobreña se sitúa al Sur de la provincia de Granada, en su borde costero, y ocupa 35 kilómetros cuadrados, lo que la define

como la llanura más extensa del litoral granadino (fig. 1).

Esta llanura desciende, en suave pendiente, desde los 80 metros hacia el mar, y se encuentra rodeada por una serie de relieves, entre los que destaca el Alto de Cerro Gordo (525 metros).

El río Guadalfeo la atraviesa de Norte a Sur, has-

(*) Grupo de Trabajo de Hidrogeología. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

ta desembocar en el mar y, a pesar de ser el curso de agua más importante del litoral granadino, presenta un carácter torrencial, con grandes crecidas en primavera e invierno, mientras que durante el verano y el otoño su caudal disminuye sensiblemente. Varias ramblas confluyen también a la llanura, procedentes de las elevaciones montañosas que la rodean; entre ellas destacan, por su importancia, las de Molvízar y El Puntalón.

El potencial fabril de este sector estuvo centrado, durante mucho tiempo en las industrias azucareras. Hoy día son pocas las fábricas que persisten, aunque a éstas se les unen otras dos industrias importantes, como son la refinera de aceites y semillas, y la obtención de celulosas, que tuvo por objeto inicial el aprovechamiento del bagazo procedente de la caña de azúcar.

Hay que resaltar, por último, que se trata de una de las áreas con mayor densidad de población de Andalucía Oriental, con núcleos como Motril, próximo a los 35.000 habitantes, y Salobreña, cercano a los 10.000, que ven multiplicada su población en la época veraniega

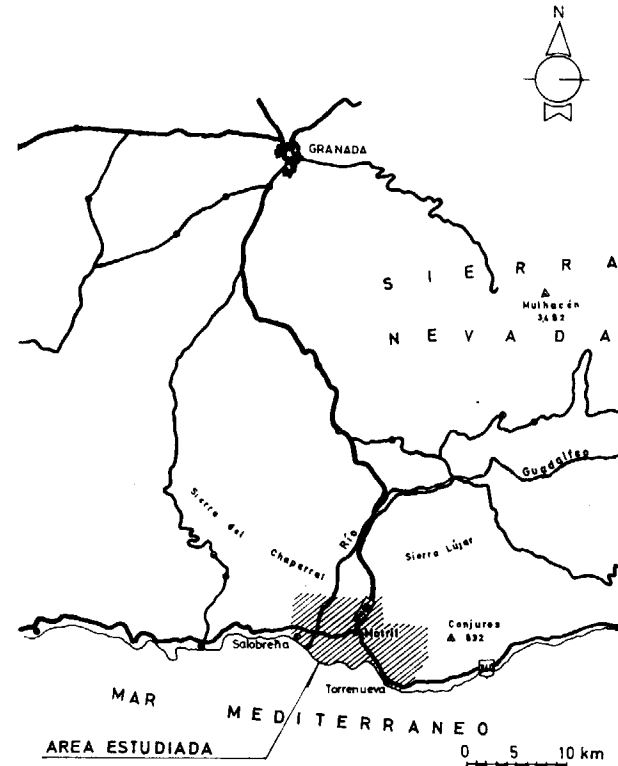
2. MORFOLOGIA

Los materiales que rodean la Vega corresponden a dos conjuntos litológicos diferentes: micasquisto-filitas y calizo-dolomías (fig. 2). En los primeros destaca su carácter acuífugo, que condiciona una red de drenaje de tipo dendrítico, especialmente en las filitas. El relieve en ellos presenta formas alomadas, cuya monotonía se ve ocasionalmente interrumpida por la presencia de niveles cuarcíticos o lentejones calizo-dolomíticos.

Las calizo-dolomías del borde de la Vega presentan, como característica litológica esencial, un notable grado de recristalización, lo que condiciona el poco desarrollo de los procesos kársticos. Constituiría lo que Cvijic (1960) denomina *merokarst*. Las formas más espectaculares de relieve, en estos materiales, están ocasionadas por la erosión lineal, con el magnífico ejemplo de la *Garganta de Cañizares*, de una longitud próxima a los 4 kilómetros, y cuyas paredes, sensiblemente verticales, llegan a sobrepasar, en determinados puntos, los 200 metros de altitud. Por su fondo en un verdadero *cañón*, discurre el río Guadalfeo, a cuya acción erosiva responde la forma descrita.

Los materiales cuaternarios proceden de la erosión, que ha actuado en los materiales de borde, y en otros más internos.

De entre los depósitos cuaternarios destacan, por su extensión, aquéllos que constituyen la Vega de Motril-Salobreña. Se trata de una llanura aluvial (*glacis*), de 35 kilómetros cuadrados de extensión, cuya pendiente longitudinal aproximada es del 0,7

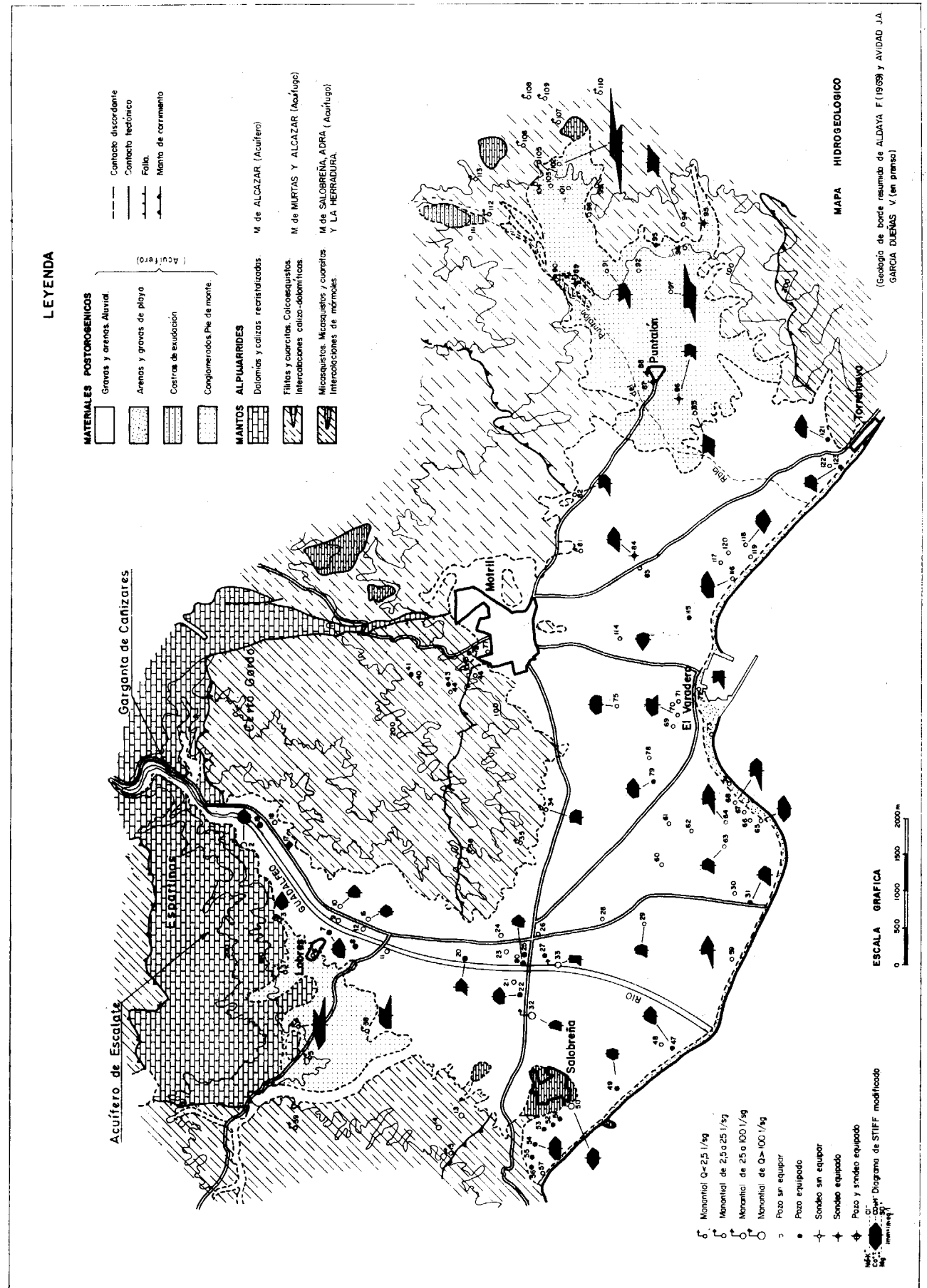


LOCALIZACION GEOGRAFICA

Figura 1

La Vega, de gran tradición agrícola, presenta un típico monocultivo, de caña de azúcar, consecuencia de su carácter auténticamente tropical

El área regable abarca un total de 3.000 hectáreas, aunque se encuentra en avanzado estado la ampliación a 2.000 hectáreas más. De la superficie actualmente regable, la caña ocupa de 2.500 a 2.600 hectáreas, lo que supone la mitad de toda la caña existente en la costa mediterránea (GARCÍA MANRIQUE, 1972).



MAPA HIDROGEOLOGICO
(Geología de borde resumida de ALDAY F (1969) y AVIDAD J.A GARCIA DUENAS V (en prensa))

Figura 2

ESCALA GRAFICA
0 500 1000 1500 2000 m

por 100. Estas acumulaciones detríticas se adentran en el mar, y originan una característica forma deltáica.

Hacia el Este, y ligado a la rambla de El Puntalón, existe un importante *cono de deyección*, que ocasiona una clara ruptura de pendiente, con los materiales anteriores. Aquí está comprendida entre el 3 y el 4 por 100.

Por último, hay que señalar que la acción antrópica ha contribuido a la configuración de la morfología actual. Así SERMET (1943) indica cómo la modificación de la cobertura vegetal, llevada a cabo por los campesinos castellanos en la Alpujarra, pudo intensificar la acción erosiva, y GARCÍA MANRIQUE (1972) pone de manifiesto la colmatación de un sector, de tipo semipantano e inundable, gracias al riego tradicional de la caña de azúcar, con aguas turbias.

3. GEOLOGIA

Dentro del dominio de las Cordilleras Béticas, el área estudiada se sitúa en la Zona Bética *s. str.*, y queda, dentro de ésta, enmarcada por el Complejo Alpujárride.

En el substrato y en los bordes dominan las formaciones metamórficas, dispuestas en mantos de corrimiento (Alpujárrides), sobre las que se asientan materiales portorogénicos pliocuaternarios, de diferente índole, a los que vamos a prestar una atención especial, por cuanto que a los mismos se encuentra ligado el acuífero objeto del presente estudio.

3.1. Complejo Alpujárride.

Los materiales del Complejo Alpujárride, presentes en el área estudiada, responden esencialmente a tres tipos de formaciones litológicas:

- Micasquitos. Zonalmente con frecuentes intercalaciones de cuarcitas y mármoles calizo-dolomíticos.
- Filitas. Así mismo con frecuentes intercalaciones cuarcíticas y calizo-dolomíticas.
- Calizo-dolomías.

Estas formaciones caracterizan a distintas unidades, que a su vez constituyen los Mantos Alpujárrides. Estas unidades han sido descritas por AL-

DAYA (1969), y AVIDAD y GARCÍA DUEÑAS (en prensa), autores a los que, para mayor detalle, nos remitimos.

3.2. Pliocuaternario.

Se localiza directamente sobre los materiales alpujárrides y dentro de él hemos distinguido:

- Depósitos de pie de monte.
- Depósitos aluviales y acumulaciones de tipo deltáico.
- Costras calcáreas.
- Depósitos de playa.

Estos depósitos han debido de producirse como consecuencia de movimientos diferenciales de unos sectores respecto a otros, aunque todo ello ha debido de suceder tras una elevación generalizada de la región. Según AVIDAD y GARCÍA DUEÑAS (en prensa), ésta se pone de manifiesto por las cotas excepcionalmente altas a que se encuentran los afloramientos del Mioceno superior, próximos a la Hoja de Motril.

Los depósitos de pie de monte se desarrollan en la base del Alto de Espartinas (al Oeste del área estudiada). Se trata de conglomerados y brechas, dispuestos sobre calizas alpujárrides (*Manto de Alcázar*).

El espesor, aunque variable, se estima como máximo del orden de 30 a 40 metros. Según BOULIN (1969), estos depósitos corresponderían al Plioceno.

Al Este del área estudiada aparecen otros depósitos de pie de monte, ligados a la rambla de El Puntalón, que hacia el Sur pasan, en continuidad, a depósitos típicos aluviales. Por datos de sondeos se sabe que alcanzan un espesor máximo de 40 a 60 metros.

Los depósitos aluviales y las acumulaciones de tipo deltáico ocupan la mayor extensión, dentro de los materiales cuaternarios.

Estos sedimentos, aportados por el río Guadalfeo y las ramblas periféricas, están constituidos por gravas y arenas, y en menor proporción por elementos detríticos finos. Dada la escasez de sondeos, que pudieran aportar datos sobre el espesor de estos materiales, y su constitución en profundidad, hemos realizado nueve sondeos eléctricos verticales (dos de ellos paramétricos, junto a sondeos mecánicos), de los que se deduce que el espesor aumenta, de forma progresiva, desde la parte septentrional de su

afloramiento, donde es del orden de 50 metros, hacia el borde costero, donde supera los 150 metros (fig. 3). En las proximidades del mar se obtienen bajas resistividades (en contraposición con las áreas más alejadas), que interpretamos como debidas a la presencia de sales, coetaneas con la sedimentación y

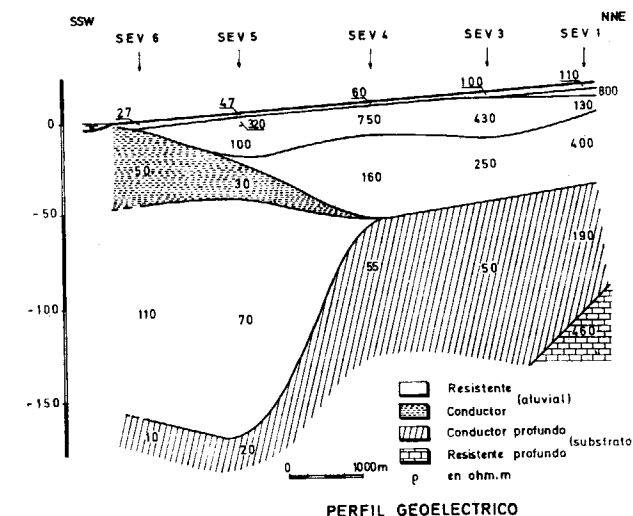


Figura 3

no lixiviadas, y al predominio de materiales finos, correspondientes a depósitos típicos de delta. De esta forma se pasaría, de Norte a Sur, de una sedimentación aluvial grosera, a otra con dominio de sedimentos finos deltáicos. Este importante cambio de facies se ha podido comprobar en otros pequeños deltas del Mediterráneo (MOLIST, 1966).

Los otros materiales cuaternarios, existentes en el área estudiada, ofrecen menor interés. Al Este, a ambos márgenes de la rambla de El Puntalón, se reconocen costras calcáreas, constituidas por cantos poligénicos, con un grado de redondeamiento muy bajo, y tamaño muy variable. Por último hay que indicar la existencia, a todo lo largo de la línea de costa, de un estrecho cinturón de depósitos de playa.

4. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL

La Vega de Motril-Salobreña se encuentra afectada por un clima templado-cálido, de matiz subtropical, caracterizado por una variación climática es-

tacional poco acusada, con inviernos y veranos suaves, y precipitaciones muy irregulares y con frecuencia torrenciales, con media inferior a los 500 mm anuales.

Para el estudio de las precipitaciones hemos considerado un total de ocho estaciones (dos situadas en la misma Vega), mientras que para el análisis termométrico sólo se ha considerado la estación de Salobreña, por ser la que dispone de una serie continua de datos.

El estudio climatológico comprende el período 1952-53 a 1972-73, con un total de veinte años.

Para el período estudiado las temperaturas medias oscilan entre 24,1°C (agosto), y 11,8°C (diciembre). La media térmica anual es de 16,7°C, y la amplitud térmica de 12,3°C.

Debido a la discontinuidad de las series pluviométricas, y con objeto de completar aquellos años carentes de datos, se ha seguido el proceso de correlación lineal, entre las series de las distintas estaciones.

En el mapa de la figura 4 se representan las isoyetas medias, y en él puede apreciarse que sobre la Vega de Motril-Salobreña, las precipitaciones medias prácticamente no superan los 500 mm. Estas aportaciones, además de escasas, presentan una gran irregularidad tanto interanual (en Salobreña, mien-

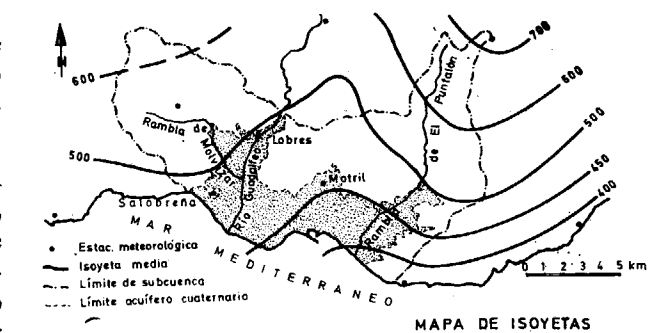


Figura 4

tras algunos años superan los 700 mm, otros no alcanzan los 300 mm), como intermensual (diciembre el mes de mayor pluviometría y julio y agosto los más secos).

La evapotranspiración potencial media anual, calculada según el método de Thornthwaite, es de 830 mm.

La determinación de la reserva útil del suelo, ha proporcionado un valor de 52 mm, que ha permitido calcular una evapotranspiración real media anual de 362,4 mm.

Para el estudio de las aportaciones del río Guadalfeo, se dispone de una estación foronómica en el área estudiada, la de Lobres (número 8 de la Cuenca Sur de España). Esta estación, actualmente desaparecida, cuenta con un período de registro de sólo diez años (1939-40 a 1948-49), según los Resúmenes de Aforos de la Dirección General de Obras Hidráulicas. No obstante, el Centro de Estudios Hidrográficos ha facilitado datos depurados de dicha estación, hasta el año 1962-63. Para completar los años carentes de datos se ha correlacionado esta estación con la número 43 (río Izbor), de la misma cuenca. Esta correlación, ya utilizada en el "Estudio de viabilidad técnico-económica del río Guadalfeo", arroja un coeficiente de 0,93, y ha permitido calcular una aportación media anual de 252 Hm³/año, para el período de veinte años considerado en el estudio.

5. HIDROGEOLOGIA

Con anterioridad hemos diferenciado distintos tipos de depósitos cuaternarios, que por estar en continuidad se consideran constituyentes de un acuífero único.

Este acuífero se extiende bajo una superficie total aproximada de 42 km², de los que 35 km² están ocupados por las formaciones aluviales, materiales que por su litología y granulometría presentan condiciones muy favorables desde el punto de vista hidrogeológico.

Los límites impermeables del acuífero, así como su substrato, los constituyen las formaciones metamórficas de micasquitos y cuarcitas. Su límite meridional lo define el mar Mediterráneo.

El acuífero cuaternario se encuentra alimentado lateralmente, en su borde más septentrional, por un acuífero calizo-dolomítico, al que se ha denominado de Escalate. Estas calizo-dolomías pertenecen a una de las formaciones alpujárrides (Manto de Alcázar) (fig. 5).

5.1. Características piezométricas del acuífero.

A partir de un total de 120 puntos acuíferos inventariados, que en su mayoría corresponden a po-

zos, y en menor proporción a manantiales y sondeos, hemos determinado la superficie piezométrica del acuífero (fig. 5), prácticamente en situación de mínimos niveles (agosto de 1973).

Esta superficie pone en evidencia un descenso regular, desde aproximadamente la cota 50, al Norte, hasta el nivel del mar. El gradiente hidráulico es del 0,9 por 100 en la parte más septentrional, y disminuye aguas abajo al 0,7 por 100, para ser en las áreas cercanas al mar del 0,4 por 100 o incluso del 0,1 por 100 al Norte del Puerto de Motril.

Algunos hechos destacan en la interpretación de la superficie piezométrica. El trazado de las isopiezas pone de manifiesto por una parte el carácter impermeable de las formaciones de micasquitos-filitas, y por otra, la alimentación lateral del acuífero calizo-dolomítico de Escalate.

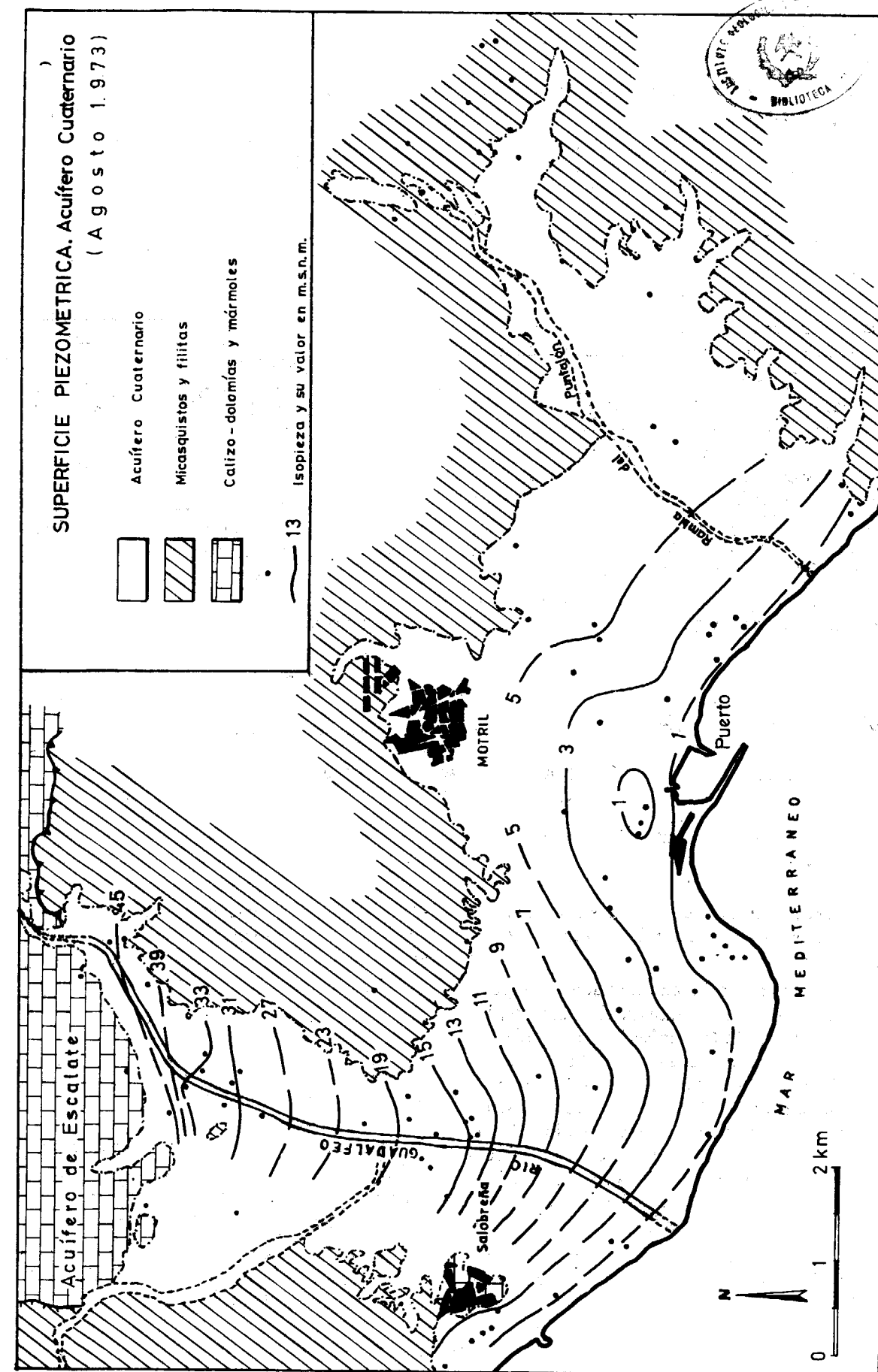
En dicho mapa, se observa también cómo la dirección que sigue la máxima inflexión de las isopiezas diverge, de forma sensible, del curso del río Guadalfeo, en su último tramo, más próximo al mar. Esta dirección, que indica un eje de circulación preferencial, parece coincidir con un antiguo cauce del río Guadalfeo, y conduce precisamente al extremo distal del delta, originado en la desembocadura del citado paleocauce. Constituirá un claro ejemplo de "losing stream" en el sentido de LOHMAN (1972), en el cual las aguas del río pasan al acuífero y, a través de éste, van hacia el mar.

En el sector oriental no se ha podido completar el trazado de las isopiezas, debido a la insuficiencia de puntos acuíferos.

La superficie piezométrica se encuentra normalmente, excepto en la parte oriental (sector del Puntayón), a profundidad inferior a los 10 m. Los sectores en que se encuentra menos profunda (<1 m) corresponden, como es lógico, a los más próximos al mar.

En cuanto al régimen del acuífero no se dispone de medidas sistemáticas, para reconocer con exactitud sus fluctuaciones de nivel, si bien las medidas esporádicas permiten indicar que éstas son del orden de 3 a 4 metros en el Norte, aunque en años muy secos pueden superar los 5 metros y llegar hasta 10 m. En sectores próximos al mar, esta fluctuación de niveles es mucho menos acusada, y no llega con mucho a superar el metro.

Los niveles mínimos registrados corresponden con el final de la época de estiaje (meses de septiembre y octubre), mientras que los niveles más altos se re-



gistran en plena época húmeda (meses de diciembre, enero y febrero).

Con respecto al régimen de los manantiales, hemos de decir que los máximos caudales están ligados a la estación húmeda, y estos disminuyen sensiblemente al llegar la estación seca, en la que algunos llegan a agotarse.

5.2. Características hidráulicas del acuífero.

Los caudales específicos de los pozos y sondeos inventariados son en general elevados, y con frecuencia superiores a 10 l/seg/m.

Con objeto de determinar la transmisividad del acuífero hemos realizado un total de cinco pruebas de bombeo, en pozos no totalmente penetrantes, situados en el sector occidental del acuífero. Para la interpretación se utilizó la formulación de Theis, con la simplificación de Jacob. El tiempo de duración (entre tres y ocho horas), estuvo condicionado por las necesidades de riego de los agricultores.

Los resultados obtenidos en estas pruebas, se resumen en el cuadro siguiente.

eficaz, nos hemos basado conjuntamente en las resistividades de los materiales (obtenidas mediante geofísica), y en los valores de conductividad del agua (CASTILLO y FERNÁNDEZ-RUBIO, 1976).

De esta forma se obtiene que el factor de formación está comprendido entre 7 y 25, y que la porosidad total, deducida a partir de WINSOUR (in ORELLANA, 1972), está comprendida entre el 8 por 100 y el 20 por 100.

Para la porosidad eficaz, basta con restar a los valores anteriores, la capacidad de retención específica, que se ha estimado a partir de ECKIS (in ASTIER, 1971). Los valores que se obtienen quedan comprendidos entre 1 por 100 y 13 por 100.

5.3. Capacidad de embalse subterráneo.

Para determinar el volumen total de agua gravífica almacenada en los depósitos cuaternarios, se ha considerado un espesor medio de 75 m, en los 42 kilómetros cuadrados de afloramiento, lo que proporciona un volumen total saturado de 3.000 Hm³ de roca almacén.

Número de inventario	Prof. (m)	Q (l/seg)	Descensos (m)	Q/s	Tiempo (h)		Transmisividad (m ² /seg)	
					descenso	ascenso	descenso	ascenso
19	18,90	125	3,08	40	7,50	—	1,2 · 10 ⁻¹	—
7	7,00	9,5	0,25	39	7,25	—	7,3 · 10 ⁻²	—
20	8,70	200	4,51	43	4,25	4	5,0 · 10 ⁻²	4,9 · 10 ⁻²
53	3,50	27,5	1,38	15	3,75	—	2,6 · 10 ⁻²	—

Como puede observarse la transmisividad es elevada, con valores comprendidos entre 10⁻² y 10⁻¹ m²/seg.

En el sector oriental del área estudiada no se pudo realizar ningún bombeo de ensayo. No obstante, un valor aproximado de la transmisividad se puede deducir a partir de los caudales específicos de los sondeos del IRYDA allí existentes (1 a 2,5 l/seg/m), según la expresión dada por WALTON (1970): $T = \alpha Q/s$ donde α es un coeficiente función de las horas de bombeo. Los valores así deducidos quedan comprendidos entre 8 · 10⁻³ y 3 · 10⁻³ m²/seg, sensiblemente inferiores a los obtenidos con anterioridad en el sector occidental.

Las pruebas de bombeo no permitieron determinar el coeficiente de almacenamiento del acuífero. Para estimar el valor aproximado de la porosidad

Si se admite un coeficiente de almacenamiento medio comprendido entre el 5 por 100 y el 10 por 100, el volumen de agua gravífica almacenada será de 150 a 300 Hm³.

6. BALANCE HIDRICO DEL ACUIFERO CUATERNARIO

Para el establecimiento del balance hídrico del acuífero, hemos considerado, como sistema individualizado, el conjunto de terrenos permeables, saturados, pertenecientes al Cuaternario.

De esta manera quedan excluidas del balance aquellas aguas que discurren, superficialmente, sin percolar en el acuífero.

Los distintos componentes que intervienen en el balance se expresan en la figura 6.

Las entradas se efectúan por infiltración de la precipitación, por infiltración de cauces, y por la que se produce como consecuencia de los regadíos, así como por alimentación lateral desde las calizas de borde.

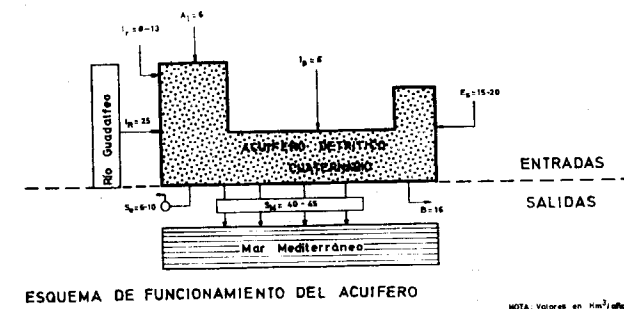


Figura 6

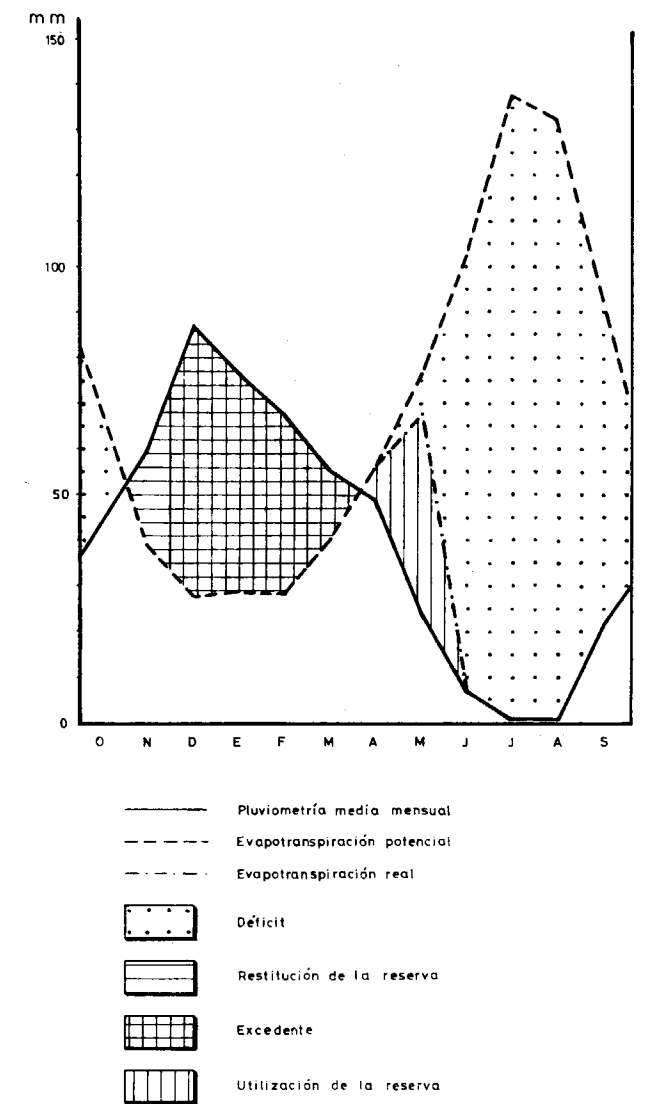
La infiltración de la precipitación (I_p) se obtiene de considerar un excedente de agua de 136,2 mm (según el balance hídrico expresado en la figura 7), para una superficie de 42 km². Su valor es de 6 Hm³/año.

Las entradas por cauces se realizan por la infiltración del río Guadalfeo (I_R), y a ellas hay que añadir la que se efectúa a partir de las aguas que escurren superficialmente en las formaciones impermeables de borde (E_s). La primera se plantea como incógnita del balance, y la segunda se ha estimado del orden de 15 a 20 Hm³/año.

La infiltración de regadíos (I_r) adquiere un valor comprendido entre 8 y 13 Hm³/año, resultante de considerar los volúmenes totales utilizados para los mismos (superiores a 50 Hm³/año), y el consumo de las plantas, calculado por el método de Blaney-Criddle.

La alimentación lateral (A_l) desde las calizas de borde, se calcula por aplicación de la Ley de Darcy, en una sección de 2 km de longitud. Su valor es de 6 Hm³/año.

Las salidas tienen lugar primordialmente de forma oculta al mar (S_m). Para determinar su valor se ha aplicado la ley de Darcy a una sección que comprende los 11 km de costa que limitan al acuífero por el Sur. Esta longitud se ha dividido en tres sectores de 5, 3 y 4 km, para los que el gradiente hidráulico medio es de 0,5 por 100, y 0,3 por 100, respectivamente. El caudal que se obtiene para este



BALANCE HIDRICO (Estación: Salobreña)

Figura 7

componente del balance puede así estimarse comprendido entre 40 y 45 Hm³/año.

Otras salidas se efectúan por emergencias (S_e) (6-10 Hm³/año), y como consecuencia de la explotación del acuífero por pozos y sondeos. El volumen bombeado al año (B) es de 16 Hm³

Al cerrar el balance con estos valores se llega a que la infiltración del río Guadalfeo (I_R) sería del orden de 25 Hm³/año (cambio nulo en la reserva). Este caudal supondría una velocidad de infiltración mínima de 0,2 m/día, valor próximo a los más fre-

cuentas dados por TODD (1963), en experiencias de recarga artificial, y así mismo a los obtenidos en otras áreas de características similares a las aquí estudiadas (en el río Tordera se deducen velocidades comprendidas entre 0,25 y 1,2 m/día).

CONCLUSIONES

— El acuífero de la Vega de Motril-Salobreña, de 42 km² de superficie, está constituido por distintos tipos de depósitos cuaternarios, cuyo espesor máximo varía desde 50 metros, al Norte, hasta más de 150 metros, en el borde costero.

— Los límites y el substrato impermeables del acuífero los constituyen, en su conjunto, las formaciones metamórficas de micasquistos y filitas.

— La interpretación de la superficie piezométrica ha puesto de manifiesto la alimentación local del acuífero por el río Guadalfeo y la salida de aguas subterráneas al mar.

— El acuífero presenta excelentes características hidráulicas. La transmisividad está comprendida entre 10⁻³ y 10⁻¹ m²/seg, y el coeficiente de almacenamiento entre el 1 por 100 y el 13 por 100.

— La capacidad del embalse subterráneo se cifra de 150 a 300 Hm³.

— Del balance hídrico realizado se deducen unos recursos del orden de 50 a 65 Hm³/año.

— Del total de recursos tan sólo se explotan en la actualidad 16 Hm³. El resto se pierde directamente al mar.

BIBLIOGRAFIA

ALDAYA, F.: *Los mantos alpujarrides al sur de Sierra Nevada*. Tesis Doctoral (inérita), 527 pp. Univ. Granada (1969).

ANÓNIMO: *Estudio de la viabilidad técnico económica del plan de aprovechamiento integral del río Guadalfeo*. Hidrología. AUXINI. C. H. S. E. Granada (1971).

ANÓNIMO: *Informe hidrogeológico sobre la zona aluvial del río Tordera*. Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales del Pirineo Oriental. C. A. P. O., S. G. O. P. Barcelona (1971).

ASTIER, J. L.: *Geophysique appliquée a l'hydrogéologie*. Ed. Masson et Cie, 277 pp. París (1971).

AVIDAD, J.; GARCÍA DUEÑAS, V.: *Hoja Geológica de Motril*. Plan Magna I. G. M. E. (en prensa). Madrid (1975).

BOULIN, J.: *Etudes géologiques dans les zones internes des Cordilleres Bétiques de Málaga (Espagne meridionale)*. Tesis. Univ. París (1968).

CASTILLO PÉREZ, E.: *Hidrogeología de la Vega de Motril-Salobreña y sus bordes*. Tesis de Licenciatura (inérita), 184 pp. Univ. Granada (1975).

CASTILLO PÉREZ, E.; FERNÁNDEZ-RUBIO, F.: *Hidroquímica de los acuíferos del Delta del Guadalfeo y sectores adyacentes (Motril, Granada)*. Simp. Nac. Hidrog. II: 951-964. Valencia (1976).

CVIJIC, J.: *La géographie des terrains calcaires*. Acad. Serbe Sciences Arts, 212 pp. Beograd. (1960).

GARCÍA MANRIQUE, F.: *Los cultivos subtropicales de la costa granadina*. Univ. Granada, 160 pp. Granada (1972).

LOHMAN, S. W.: *Definitions of selected ground-water terms. Revision and conceptual refinement*. U. S. Geol. Survey. Water Supply Paper, 21 pp. Washington (1972).

MOLIST, J.: *Estudio de los recursos hidráulicos totales de las cuencas de los ríos Besós y Llobregat*. Segundo informe. Geología C. A. P. O. y S. G. O. P. Barcelona (1966).

ORELLANA, E.: *Prospección geoelectrica en corriente continua*. Ed. Paraninfo, 523 pp. Madrid (1972).

SERMET, J.: *La costa mediterránea andaluza de Málaga a Almería*. Rev. Est. Geograf. IV (10): 15-29. Madrid (1943).

TODD, D. K.: *Ground water hidrology*. John Wiley and Sons, Inc. New York (1963).

WALTON, W. C.: *Groundwater resource evaluation*. Ed. McGraw-Hill, 664 pp. New York (1970).

Recibido: Abril 1978.

Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)

Por JUAN LOCUTURA (1), CASILDA RUIZ (1), JOSEFINA SIERRA (2) y ELENA VINDEL (2)

RESUMEN

En el Grupo Minero Golpejas (provincia de Salamanca), se ha realizado un estudio mineralógico cuantitativo por medio del analizador de imagen sobre productos de diferentes etapas del proceso de concentración.

La técnica del análisis de imagen empleada en el estudio de esta mena de estaño, niobio, tántalo, ha proporcionado unos resultados de calidad muy superior a la obtenida por métodos tradicionales, resultados que pueden ser utilizados en la mejora de la recuperabilidad de la misma.

ABSTRACT

In the "Grupo Minero Golpejas" (province of Salamanca), a quantitative mineralogical study has been made by means of an image analysing computer, on products of different stages of the concentration process.

The technique of image analysing which has been used in the study of this tantalum-niobium-tin ore, has provided results of greater accuracy than is obtained with the traditional methods, results that can be employed for a better recovery of the ore.

RESUME

Une étude minéralogique quantitative à l'analyseur d'image a été réalisée sur les matériaux des diverses étapes de la concentration du minerai du "Grupo Minero Golpejas" (province de Salamanca).

La technique de l'analyseur d'image utilisée dans l'étude de ce minerai (Sn-Nb-Ta) a fourni des données plus précises que celles obtenues par les méthodes classiques, utilisables pour une amélioration de sa récupération.

INTRODUCCION

El mineral que se explota en el Grupo Minero Golpejas presentaba problemas de concentración por lo que se realizó el montaje de una planta piloto de concentración en la Empresa Nacional Adaro para tratar de mejorar la recuperabilidad de esta mena de estaño, niobio y tántalo.

Las especiales características de la mena influyen negativamente en su recuperación por lo que resultaba interesante abordar el problema del control mineralógico a lo largo del proceso.

Para el conocimiento de las características de la mena se ha realizado el estudio microscópico de sus componentes así como sus relaciones texturales.

Unas conclusiones coherentes no pueden extraerse de las características cualitativas del análisis microscópico; es necesario cuantificarlas para lo que se ha aplicado la técnica del análisis de imagen, metodología que ofrece una calidad, rapidez y economía en los resultados muy superior a la obtenida por los métodos clásicos.

SITUACION Y ENCUADRE GEOLOGICO

El Grupo Minero de Golpejas se encuentra emplazado a 23 km al Oeste de Salamanca, C-517 de

(1) Laboratorio de Petrología y Metalogenia del IGME.
(2) Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad Complutense de Madrid.

Salamanca a la frontera portuguesa por Vitigudiño (fig. 1). Ocupa parte de los términos de Golpejas, Vega de Tirados y Villamayor en las hojas 451 y 477 del Mapa Topográfico Nacional (1:50.000). En la actualidad pertenece a la Sociedad Angel Luengo.

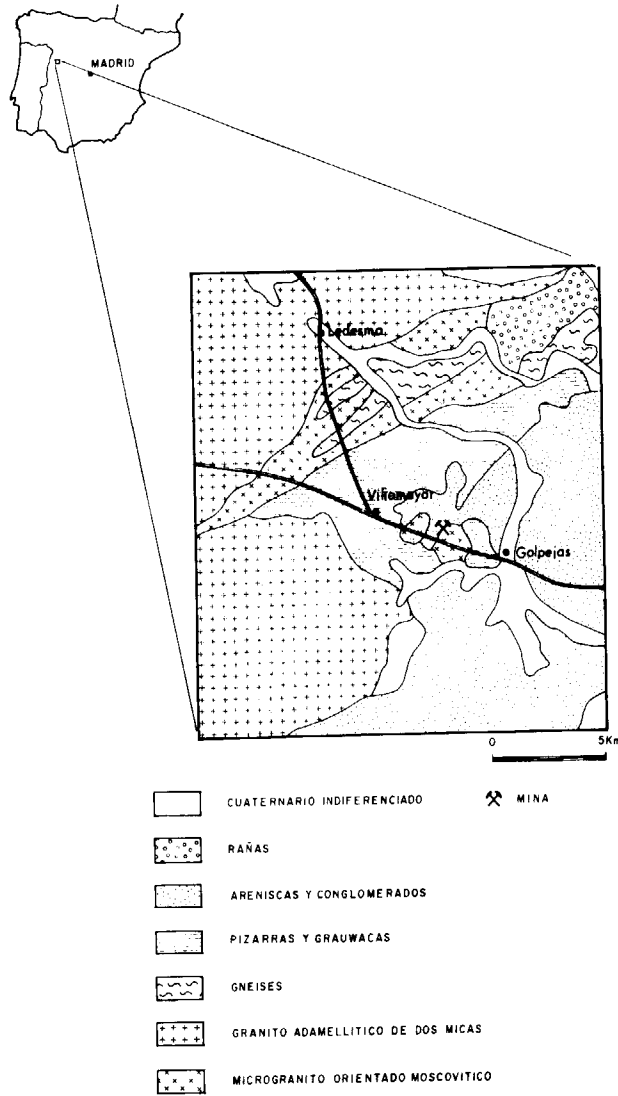


Figura 1

Situación de la zona con respecto al mapa de síntesis geológica E:1/200.000

El yacimiento se encuentra en la serie pizarreña paleozoica del borde de la fosa de Ciudad Rodrigo, encontrándose parcialmente recubierto por sedi-

mentos terciarios y cuaternarios que cubren parte de la región.

En estas monótonas series pizarreñas, encajan diferentes conjuntos intrusivos ácidos, posteriores a las primeras etapas hercínicas y sintectónicas con otras intermedias.

Su morfología, filoniana, muestra diversas orientaciones, presentando en superficie, una disposición en arco casi cerrado. El conjunto se halla afectado por diversas fallas que apenas logran modificar su primitiva disposición. Como dimensiones se le pueden atribuir 2.400 m de desarrollo y potencia variable, desde unos metros hasta superar la treintena.

Un proceso neumatolítico ha greisenizado el dique con intensidad creciente hacia el techo.

Un proceso de caolinización ha afectado al muro y a los extremos del conjunto. El estaño, diseminado en toda la intrusión, presenta notables enriquecimientos en relación con la greisenización, presentándose a veces asociado a pequeños filones de cuarzo.

DESCRIPCION DE LA PLANTA Y MUESTREO

El esquema adjunto (fig. 2) explica de una forma simple el proceso operativo de la planta piloto, cuyo objeto primordial es ir obteniendo concentrados de minerales pesados a medida que el grado de liberación logrado mediante las oportunas fases de trituración y molienda, así lo vayan permitiendo. Los preconcentrados conseguidos de esta manera se tratan en fase discontinua por medio de mesas de enriquecimiento con el fin de obtener productos vendibles una vez sometidos a las fases últimas de separación magnética.

En líneas generales el esquema de flujo puede describirse así:

a) Preparación de la mena hasta tamaños de 10 milímetros por medio de dos fases de trituración.

b) Recuperación del mineral pesado, liberado en la fase anterior por medio de la concentración gravimétrica en un jig (12x18). Un segundo jig en serie (4x8) apura dicho producto para obtener un preconcentrado definitivo. Este es tamizado en dos fracciones (>100 mallas y <100 mallas).

c) Molienda primaria (en barras) y clasificación de productos hasta 35 mallas.

d) Concentración en jig (8x12) del material pesado anteriormente liberado.

e) Molienda secundaria (de bolas) hasta granulometrías de 100 mallas.

f) Tratamiento en mesas (arenas y finos) del mineral así molido, con recirculación y remolienda de los granos mixtos.

separación magnética con el fin de conseguir productos comerciales.

Se eligieron los puntos de toma, de forma que con el menor número de muestras, representaran la mayor información posible sobre los diferentes procesos de la planta. Debido a la escasa ley del todo uno, y su incidencia en el número de granos de minerales opacos que estadísticamente aparecerían en las probetas pulidas, además de la solicitud de información impuesta sobre problemas de concen-

ESQUEMA DE LA PLANTA

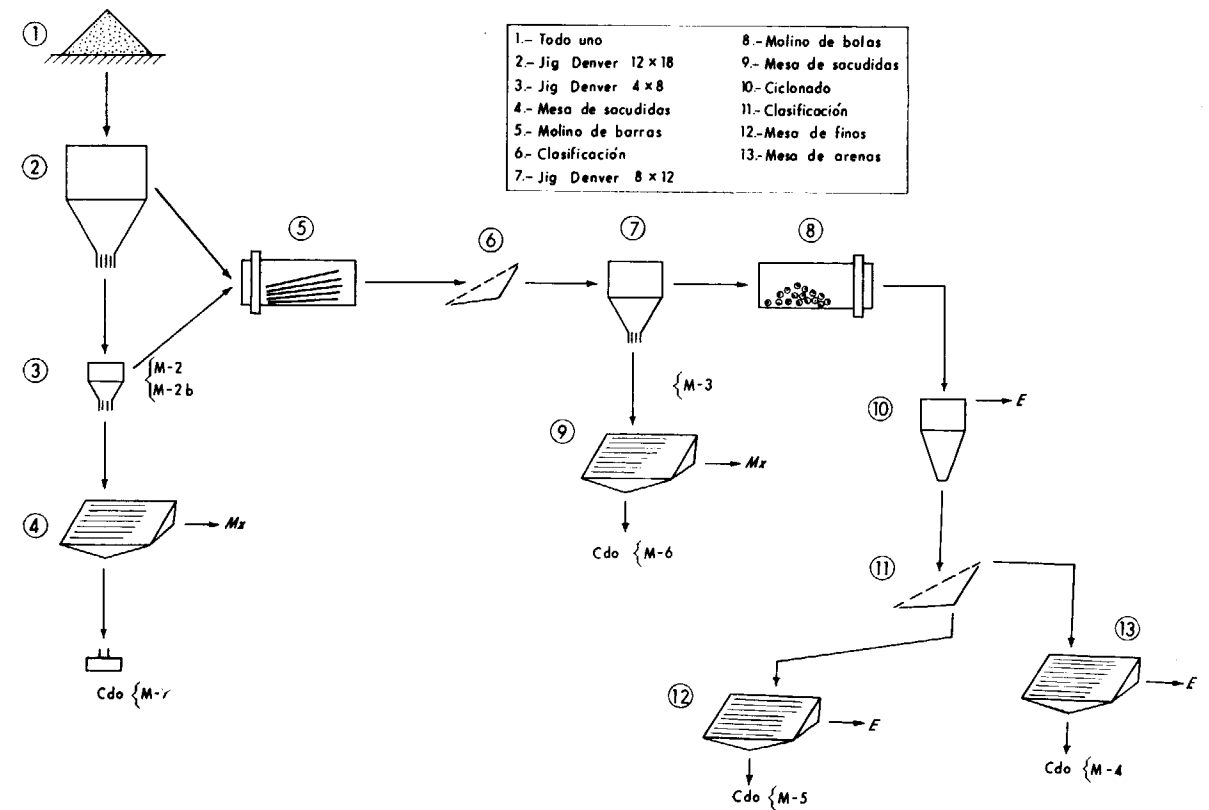


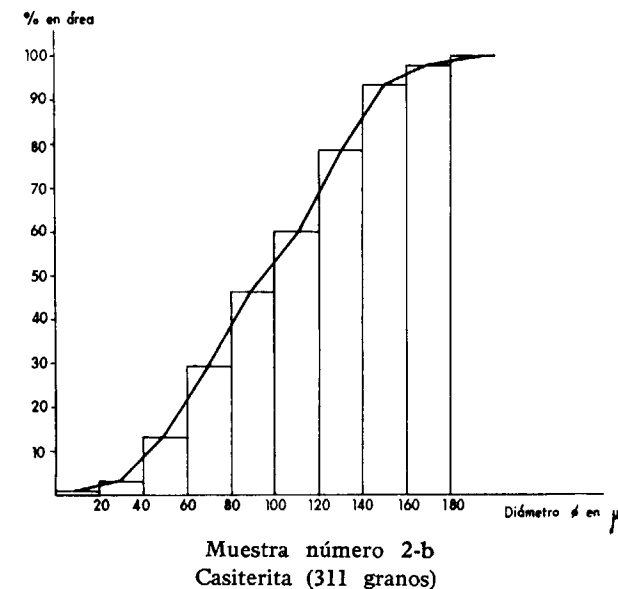
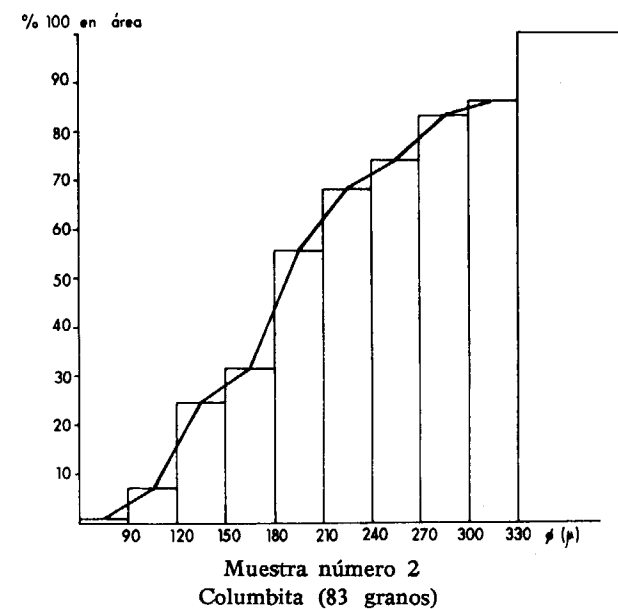
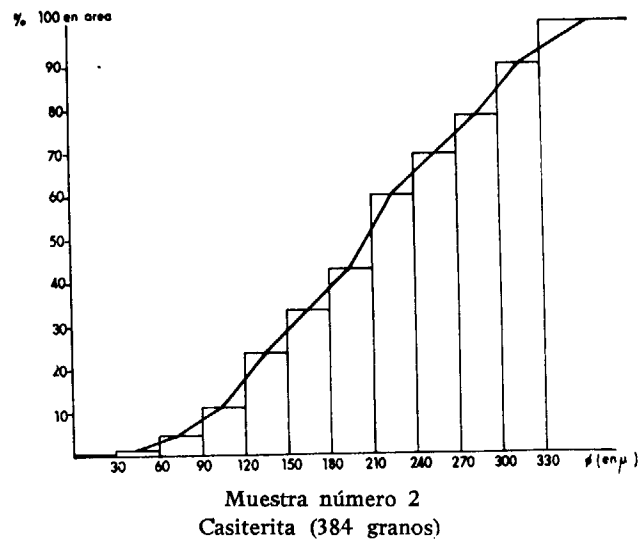
Figura 2

g) Clasificación lateral del producto, que desde las primeras etapas se va consiguiendo, separando dos fases en serie, las fracciones menores de 15 μ (estéril) y las 15-50 μ (esta última se recoge para ensayos gravimétricos de recuperación de muy finos).

h) Los concentrados obtenidos se vuelven a tratar mediante mesa de afino y posteriores etapas de

trados finales, se optó por la manipulación de los productos acabados (concentrados y preconcentrados) en las diferentes fases esenciales.

De esta manera, se diferenciaron las dos granulometrías de preconcentrados de la primera etapa de jig. (Máquina núm. 6 de la figura, que corresponde al modelo 4x8, en las fracciones >100 mallas y <100 mallas). Muestras 2 y 2 b.



Se eligió el preconcentrado de la segunda etapa de jig (máquina núm. 9) modelo 12×8, representante del producto liberado en la primera fase de molienda en barras. *Muestra 3*.

Después de la tercera liberación por medio del molino de bolas se tomaron dos muestras de los preconcentrados de la mesa de grueso (*Muestra 4*) y mesa de finos (*Muestra 5*).

De las etapas de enriquecimiento, se eligió el producto acabado en mesa de afino (*Muestra 6*) correspondiente a la fracción <100 μ, y los magnéticos procedentes del paso de la muestra 2 b por la separadora magnética (magnéticos) una vez afinado en mesas (*Muestra 7*).

Hay que advertir que de los tres grandes representantes de calidades del mineral existentes en el Grupo de Golpejas, se eligió para este estudio el correspondiente a la "Mina Tita", es decir, la zona central del yacimiento, con sus peculiares características de consistencia física, débil alteración supergénica y ley notable para el conjunto del criadero.

METODOLOGIA

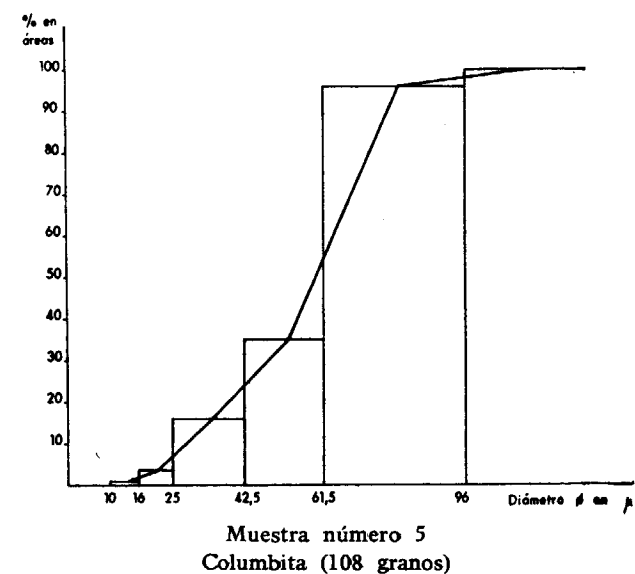
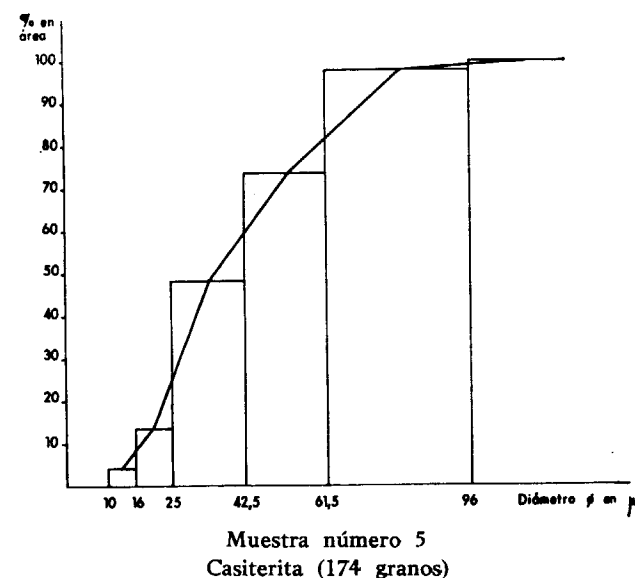
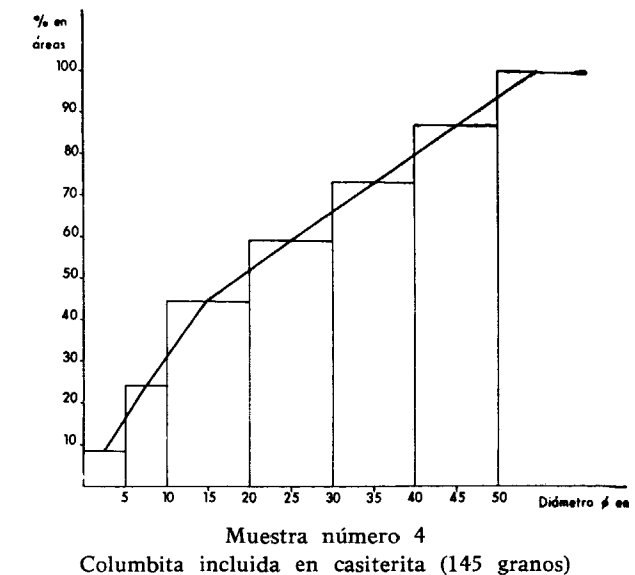
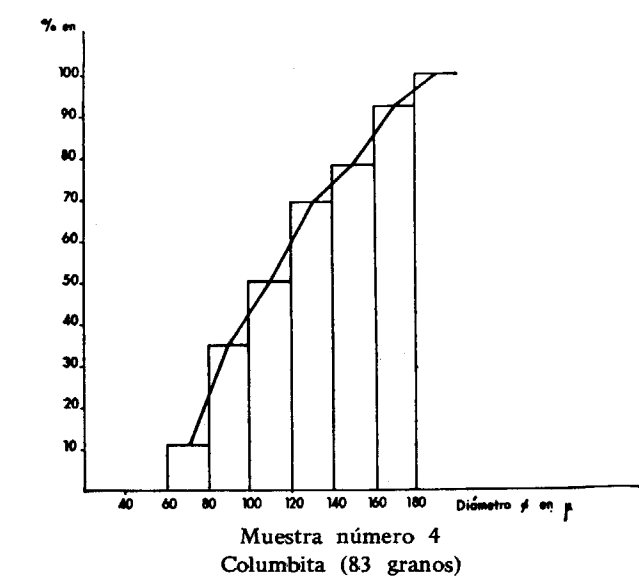
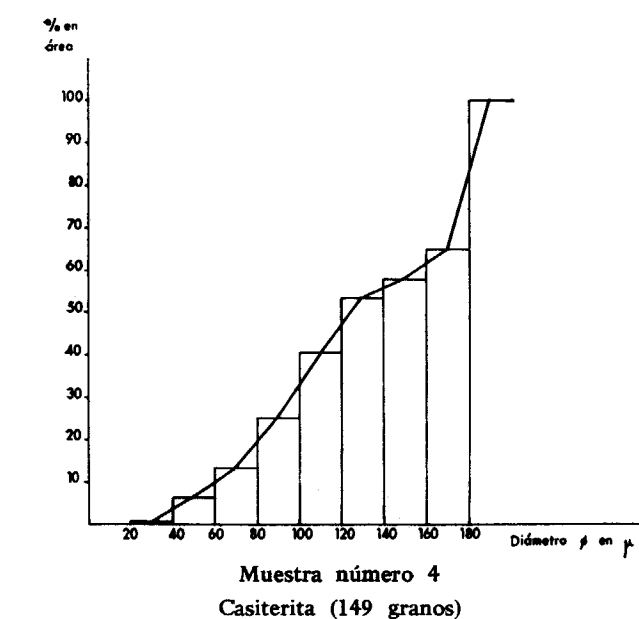
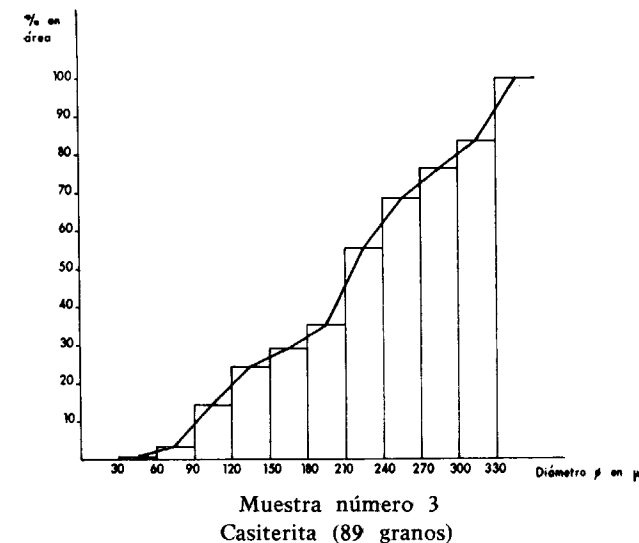
La primera fase de su estudio consiste en una detallada observación microscópica por el sistema de luz reflejada. Esta fase permite el reconocimiento de las especies minerales presentes y el establecimiento de la paragénesis mineral. Asimismo, se llega al conocimiento cualitativo de los rasgos de los minerales y de las relaciones morfológicas entre ellos (entrecrecimientos, exsoluciones, grado de liberación).

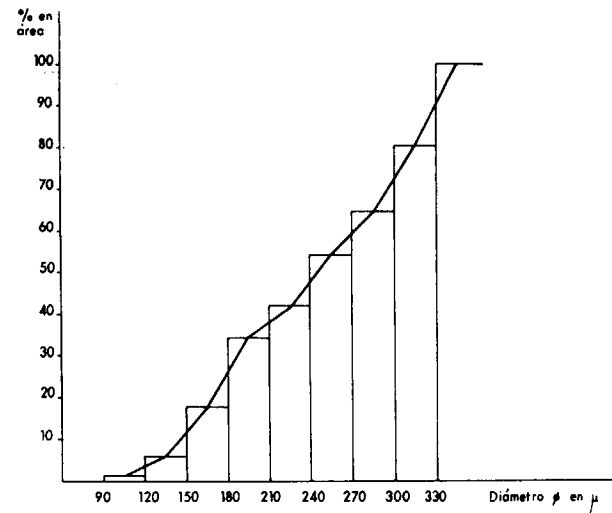
Esta fase previa es indispensable para establecer la metodología de estudio de las probetas con el analizador de imagen en la fase siguiente, es decir, para definir los parámetros que habrá de medir el aparato y sobre qué minerales.

La segunda fase de estudio consiste en la utilización del Microvideomat —analizador de imagen— que basado en la televisión, explora y describe la imagen microscópica en un análisis lineal típico.

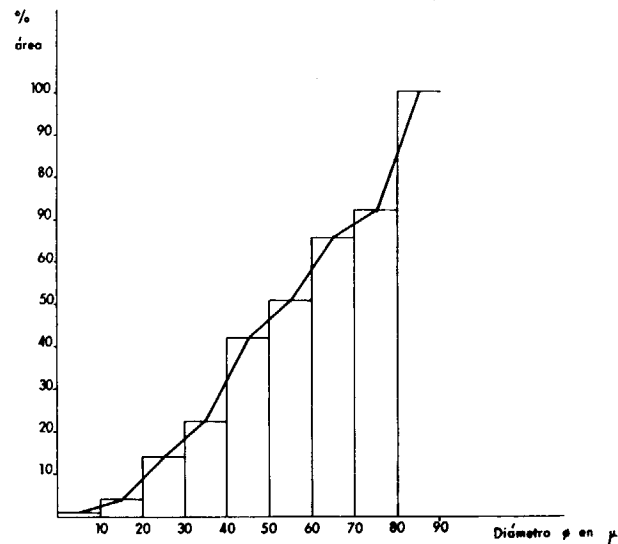
Su aplicación está basada en los principios básicos de la estereología, donde a partir de medidas puntuales o bidimensionales se pasa a espacios tridimensionales (AMSTUTZ y GIGER, 1972).

La imagen producida por el microscópico se forma sobre la superficie fotosensitiva del tubo de la cámara de televisión. En el Microvideomat los ob-

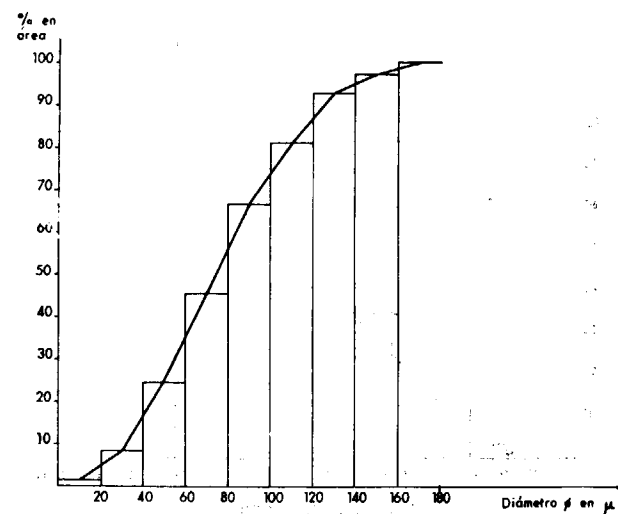




Muestra número 6
Casiterita (142 granos)



Muestra número 7
Casiterita (160 granos)



Muestra número 7
Columbita libre (384 granos)

jetos son clasificados en función de su luminosidad, en el monitor los detalles del objeto se aíslan de su fondo de acuerdo con su matiz de gris. Una cuña de grises, representable en la imagen y que indica toda la gama de contrastes posibles, permite graduar cualquier tono gris deseado y de este modo los matices de gris que difieren del seleccionado quedan anulados automáticamente. Es posible introducir filtros absorbentes de color dentro del campo de la luz para una selección espectral o introducir filtros para mejorar el contraste.

Las variaciones de luminosidad de las diferentes fases de la muestra que se observa, se transforman en variaciones equivalentes de voltaje y son transmitidas en forma de impulsos de tensión al analizador de la imagen. La videoseñal se transmite simultáneamente al monitor, donde se determina el resultado "cuantitativo", de acuerdo con el programa preseleccionado en el panel de control.

La imagen producida en el microscopio es explorada en 440 líneas con 50 campos por segundo.

El analizador de imagen puede efectuar directamente medidas de áreas, diámetros y cantidad de partículas para cada fase mineral y de una manera indirecta, superficies específicas, granulometrías e índices de intercrecimiento.

La limitación fundamental de esta técnica —como ya se indicaba en LUNAR y SIERRA (1976)— está referida a la imposibilidad de discriminar minerales con valores de reflectividad muy similares (columbita y algunos óxidos de hierro) o aquellos minerales que abarcan un amplio intervalo de reflectividades.

En el caso que nos ocupa esta imposibilidad se puso de manifiesto en los óxidos de hierro.

Esta limitación se puede subsanar para minerales de diferente comportamiento ante un ataque químico. Esto es imposible de llevar a cabo en el caso de los óxidos de hierro, poco o nada atacables químicamente.

Debido a lo anteriormente expuesto, en este caso el analizador no ha podido utilizarse a su máximo rendimiento, lo que hubiera dado la granulometría de la muestra de una manera rápida y sencilla.

Ha sido necesario medir el área, diámetro y cantidad de partículas. Una vez determinados los granos de la especie mineral seleccionada, se procede a hallar el área de cada uno.

El diámetro de cada grano se obtiene por la in-

tersección de su contorno con las líneas horizontales de la pantalla de televisión.

Después se procede al establecimiento de unos intervalos de diámetros adecuados, que nos permiten conocer los porcentajes de áreas (y por tanto de volumen) de granos, dentro de los intervalos establecidos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

Los minerales metálicos hallados son los siguientes: casiterita, columbita-tantalita, óxidos de hierro y sulfuros (microfotografía 1).

La ganga está constituida fundamentalmente por cuarzo, y en muy baja proporción por apatito, rutilo, circón, feldspatos y barita.



Microfotografía 1

Casiterita (esquina inferior derecha), Columbita-tantalita, grano subidiomorfo (zona inferior). Pirita (color blanco-Zona superior). Óxidos de hierro, granos con contornos irregulares. (Luz reflejada $\times 102$. Nícoles //.)

Casiterita.

Se presenta en granos de bordes irregulares, con formas bastante equidimensionales. Prácticamente está liberada aunque se pueden reconocer algunos mixtos de columbita o con óxidos de hierro. Hay algunos granos de casiterita que tienen finas inclusiones de óxidos de hierro. Existen granos de casiterita con finas exsoluciones de columbita (microfotografía 2), también se ha detectado, por medio de microsonda electrónica la presencia de tantalito en la red cristalina de la casiterita.

Columbita-tantalita.

Aparece en granos de contornos irregulares y formas que varían de equidimensionales a inequidimensionales.



Microfotografía 2

Exsoluciones de columbita-tantalita en un grano subidiomorfo de casiterita (Luz reflejada $\times 102$. Nícoles //).

tersección de su contorno con las líneas horizontales de la pantalla de televisión.

Después se procede al establecimiento de unos intervalos de diámetros adecuados, que nos permiten conocer los porcentajes de áreas (y por tanto de volumen) de granos, dentro de los intervalos establecidos.

ESTUDIO MICROSCOPICO

Los minerales metálicos hallados son los siguientes: casiterita, columbita-tantalita, óxidos de hierro y sulfuros (microfotografía 1).

La ganga está constituida fundamentalmente por cuarzo, y en muy baja proporción por apatito, rutilo, circón, feldespatos y barita.



Microfotografía 1

Casiterita (esquina inferior derecha), Columbita-tantalita, grano subidiomorfo (zona inferior). Pirita (color blanco-Zona superior). Óxidos de hierro, granos con contornos irregulares. (Luz reflejada $\times 102$. Nícoles //.)

Casiterita.

Se presenta en granos de bordes irregulares, con formas bastante equidimensionales. Prácticamente está liberada aunque se pueden reconocer algunos mixtos de columbita o con óxidos de hierro. Hay algunos granos de casiterita que tienen finas inclusiones de óxidos de hierro. Existen granos de casiterita con finas exsoluciones de columbita (microfotografía 2), también se ha detectado, por medio de microsonda electrónica la presencia de tantalito en la red cristalina de la casiterita.

Columbita-tantalita.

Aparece en granos de contornos irregulares y formas que varían de equidimensionales a inequidimensionales.



Microfotografía 2

Exsoluciones de columbita-tantalita en un grano subidiomorfo de casiterita (Luz reflejada $\times 102$. Nícoles //).

La columbita se puede considerar liberada, aunque se han reconocido mixtos con casiterita o con óxidos de hierro.

La composición de la columbita analizada por microsonda es:

47 % Nb₂O₅; 36 % Ta₂O₅; 10 % FeO; 6 % MnO por lo que en rigor debería denominarse columbita-tantalita.

Existen granos de columbita con inclusiones de casiterita; estas inclusiones pueden llegar a ser de tamaño casi submicroscópico, generalmente son los granos de columbita de mayor diámetro los que presentan inclusiones de casiterita aunque también se han visto en granos de diámetro reducido.

Accidentalmente se observan inclusiones de óxidos de hierro en los granos de columbita.



Microfotografía 3

Dos granos de óxidos de hierro, obsérvense las variaciones de reflectividad (Luz reflejada $\times 52$. Nícoles //).

Oxidos de hierro.

Presentan una amplia variación en cuanto a tamaños y formas (microfotografía 3). Estas suelen ser arriñonadas y a veces desflecadas. Son frecuentes las texturas originadas por deposición rítmica coloidal.

Los óxidos de hierro presentan una amplia variación en cuanto a sus caracteres ópticos. En general se les puede considerar hematites-goetita.

Los óxidos de hierro normalmente aparecen liberados, pero en pequeña proporción hay mixtos con columbita, casiterita o sulfuros.

Sulfuros.

Representados principalmente por pirita y en menor proporción por calcopirita y arsenopirita.

Los sulfuros tienen formas variables. Los bordes de sus granos varían de redondeados a angulosos.

Se presentan liberados aunque ocasionalmente pueden formar mixtos con óxidos de hierro.

Hay que advertir que los minerales descritos son los hallados en las muestras estudiadas que se han obtenido en diferentes puntos del proceso de concentración; no aparecen por tanto minerales como la wolframita cuya presencia en la mina es sabida.

Los cuadros que a continuación presentamos son el resumen de los datos obtenidos en el estudio por analizador de imagen.

Se adjuntan también los histogramas de áreas acumuladas de los minerales en función del intervalo de diámetros.

RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ANALIZADOR DE IMAGEN

Presentamos en forma de tablas los resultados obtenidos por el analizador de imagen; incluyen los porcentajes en área entre los diferentes componentes metálicos referidos a la suma de éstos.

De cada uno de los anteriores minerales se expresa el número de granos observados y los porcentajes de las áreas correspondientes a los intervalos granulométricos.

A partir de los resultados expresados en las tablas se han elaborado los histogramas de áreas acumuladas en función de los diámetros de los granos de cada mineral.

La columbita se puede considerar liberada, aunque se han reconocido mixtos con casiterita o con óxidos de hierro.

La composición de la columbita analizada por microsonda es:

47 % Nb₂O₅; 36 % Ta₂O₅; 10 % FeO; 6 % MnO por lo que en rigor debería denominarse columbita-tantalita.

Existen granos de columbita con inclusiones de casiterita; estas inclusiones pueden llegar a ser de tamaño casi submicroscópico, generalmente son los granos de columbita de mayor diámetro los que presentan inclusiones de casiterita aunque también se han visto en granos de diámetro reducido.

Accidentalmente se observan inclusiones de óxidos de hierro en los granos de columbita.



Microfotografía 3

Dos granos de óxidos de hierro, obsérvense las variaciones de reflectividad (Luz reflejada x 52. Nícoles //).

Oxidos de hierro.

Presentan una amplia variación en cuanto a tamaños y formas (microfotografía 3). Estas suelen ser arriñonadas y a veces desfleçadas. Son frecuentes las texturas originadas por deposición rítmica coloidal.

Los óxidos de hierro presentan una amplia variación en cuanto a sus caracteres ópticos. En general se les puede considerar hematites-goetita.

Los óxidos de hierro normalmente aparecen liberados, pero en pequeña proporción hay mixtos con columbita, casiterita o sulfuros.

Sulfuros.

Representados principalmente por piritita y en menor proporción por calcopiritita y arsenopiritita.

Los sulfuros tienen formas variables. Los bordes de sus granos varían de redondeados a angulosos.

Se presentan liberados aunque ocasionalmente pueden formar mixtos con óxidos de hierro.

Hay que advertir que los minerales descritos son los hallados en las muestras estudiadas que se han obtenido en diferentes puntos del proceso de concentración; no aparecen por tanto minerales como la wolframita cuya presencia en la mina es sabida.

Los cuadros que a continuación presentamos son el resumen de los datos obtenidos en el estudio por analizador de imagen.

Se adjuntan también los histogramas de áreas acumuladas de los minerales en función del intervalo de diámetros.

RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ANALIZADOR DE IMAGEN

Presentamos en forma de tablas los resultados obtenidos por el analizador de imagen; incluyen los porcentajes en área entre los diferentes componentes metálicos referidos a la suma de éstos.

De cada uno de los anteriores minerales se expresa el número de granos observados y los porcentajes de las áreas correspondientes a los intervalos granulométricos.

A partir de los resultados expresados en las tablas se han elaborado los histogramas de áreas acumuladas en función de los diámetros de los granos de cada mineral.

MUESTRA N.º 2 (>100)

	%
Casiterita	64,62
Columbita	6,26
Sulfuros	0,66
Oxidos	28,45

Casiterita=384 granos

μ	%
> 330	9,44
300 - 330	12,72
270 - 300	8,90
240 - 270	9,14
210 - 240	17,00
180 - 210	9,26
150 - 180	9,91
120 - 150	12,44
90 - 120	6,31
60 - 90	3,53
30 - 60	1,17
< 30	0,18

Columbita en casiterita=357 granos

μ	%
> 50	2,23
40 - 50	20,58
30 - 40	10,92
20 - 30	26,85
10 - 20	22,09
5 - 10	11,35
< 5	5,98

Columbita=83 granos

μ	%
> 330	13,82
330 - 300	3,06
300 - 270	9,39
270 - 240	5,76
240 - 210	12,62
210 - 180	23,91
180 - 150	6,76
150 - 120	17,40
120 - 90	6,34
< 90	0,94

MUESTRA 2-b (<100)

	%
Casiterita	17,45
Columbita	12,17
Oxidos	69,13
Sulfuros	1,23

Casiterita=311 granos

μ	%
> 180	2,00
160 - 180	4,37
140 - 160	15,39
120 - 140	18,30
100 - 120	13,81
80 - 100	16,90
60 - 80	15,90
40 - 60	10,50
20 - 40	2,47
< 20	0,33

Columbita=173

μ	%
> 160	1,03
160 - 140	14,96
140 - 120	13,20
120 - 100	22,01
100 - 80	22,64
80 - 60	18,89
60 - 40	6,34
40 - 20	0,90

MUESTRA NÚM. 3

	%
Casiterita	19,11
Columbita	1,33
Oxidos	68,88
Sulfuros	10,66

Casiterita=89 granos

μ	%
> 330	16,81
330 - 300	6,45
300 - 270	8,33
270 - 240	12,68
240 - 210	20,19
210 - 180	6,09
180 - 150	5,08
150 - 120	9,84
120 - 90	11,18
90 - 60	2,68
60 - 35	0,64
< 35	0,00

Columbita libre=13 granos

μ	%
> 270	0,00
270 - 240	30,84
240 - 210	22,62
210 - 180	31,25
180 - 150	9,87
150 - 120	2,07
120 - 90	3,12
90 - 60	0,00
60 - 35	0,19
< 35	0,00

Oxidos=206 granos

μ	%
> 180	38,85
180 - 160	8,00
160 - 140	13,27
140 - 120	7,18
120 - 100	13,96
100 - 80	5,70
80 - 60	8,79
60 - 40	3,50
< 40	0,55

Casiterita=174 granos

μ	%
> 96	1,95
96 - 61,5	23,72
61,5 - 42,5	26,27
42,5 - 25	34,26
25 - 16	10,00
16 - 10	3,37
< 10	0,39

Oxidos=179 granos

μ	%
> 330	42,93
330 - 300	6,43
300 - 270	9,61
270 - 240	3,01
240 - 210	8,28
210 - 180	10,23
180 - 150	5,91
150 - 120	4,53
120 - 90	3,70
90 - 60	4,23
60 - 30	0,66
< 30	0,02

MUESTRA NÚM. 4

μ	%
Casiterita	8,20
Columbita	2,59
Sulfuros	4,10
Oxidos	85,10

Columbita incluida en casiterita=145 granos

μ	%
> 50	13,06
50 - 40	13,86
40 - 30	14,02
30 - 20	14,25
20 - 10	20,66
10 - 5	15,66
5 - 2,5	7,03
< 2,5	1,41

Columbita-Tantalita=108 granos

μ	%
> 96	3,85
96 - 61,5	61,46
61,5 - 42,5	18,43
42,5 - 25	13,42
25 - 16	2,82
16 - 10	0,41
< 10	0,01

Casiterita=149 granos

μ	%
> 180	35,21
180 - 160	6,84
160 - 140	4,46
140 - 120	13,31
120 - 100	15,36
100 - 80	11,71
80 - 60	6,59
60 - 40	5,91
40 - 20	0,58
< 20	0,03

Sulfuros=43 granos

μ	%
> 180	61,30
180 - 160	7,15
160 - 140	12,04
140 - 120	7,33
120 - 100	3,37
100 - 80	4,45
80 - 60	3,15
60 - 40	0,75
40 - 20	0,05

Oxidos=176 granos

μ	%
> 96	34,35
61,5 - 96	38,96
42,5 - 61,5	16,85
25 - 42,5	8,25
16 - 25	1,23
< 16	0,35

Sulfuros=42 granos

μ	%
> 330	50,02
330 - 300	15,65
300 - 270	6,07
270 - 240	12,06
240 - 210	6,50
210 - 180	3,39
180 - 150	2,43
150 - 120	2,96
120 - 90	0,70
< 90	0,05

Columbita=83 granos

μ	%
> 180	7,43
180 - 160	14,42
160 - 140	8,59
140 - 120	19,23
120 - 100	15,32
100 - 80	23,48
80 - 60	10,56
60 - 40	0,67
< 40	0,26

MUESTRA NÚM. 5

μ	%
Casiterita	1,26
Columbita	3,60
Sulfuros	8,40
Oxidos	86,66

Sulfuros=200 granos

μ	%
> 96	40,66
96 - 61,5	15,17
61,5 - 42,5	21,74
42,5 - 25	14,49
25 - 16	6,89
16 - 10	0,76
10 - 6	0,24
< 6	0,05

MUESTRA NÚM. 6

	%
Casiterita	17,09
Columbita	0,76
Oxidos	70,06
Sulfuros	12,09

Casiterita=142 granos

μ	%
> 330	19,05
330 - 300	15,88
300 - 270	10,43
270 - 240	12,14
240 - 210	8,06
210 - 180	16,29
180 - 150	11,59
150 - 120	4,87
120 - 90	0,87
< 90	0,31

Columbita incluida en Casiterita=46 granos

μ	%
50 - 40	12,07
40 - 30	27,85
30 - 20	19,96
20 - 10	17,55
10 - 5	15,50
5 - 2,5	6,48
< 2,5	0,56

Sulfuros=114 granos

μ	%
> 330	57,50
330 - 300	12,90
300 - 270	8,95
270 - 240	5,41
240 - 210	6,65
210 - 180	3,67
180 - 150	2,44
150 - 120	1,37
120 - 90	0,43
90 - 60	0,19
60 - 35	0,07
< 35	0,01

Oxidos=316 granos

μ	%
> 330	47,02
330 - 300	11,27
300 - 270	5,02
270 - 240	5,64
240 - 210	8,63
210 - 180	5,16
180 - 150	6,36
150 - 120	4,95
120 - 90	3,23
90 - 60	1,74
60 - 35	0,18
< 35	0,02

MUESTRA NÚM. 7

	%
Casiterita	2,20
Columbita	16,22
Oxidos	81,09
Sulfuros	0,49

Casiterita=160 granos

μ	%
> 90	27,00
90 - 80	6,80
80 - 70	14,40
70 - 60	9,20
60 - 50	19,50
50 - 40	8,40
40 - 30	10,00
30 - 20	2,90
20 - 10	0,87
10 - 5	0,13

Sulfuros=47 granos

μ	%
> 90	47,40
90 - 80	4,12
80 - 70	13,17
70 - 60	18,02
60 - 50	4,62
50 - 40	8,32
40 - 30	2,49
30 - 20	0,51
20 - 10	0,62

Oxidos=244 granos

μ	%
> 90	35,26
90 - 80	9,78
80 - 70	12,69
70 - 60	13,84
60 - 50	13,04
50 - 40	7,46
40 - 30	5,02
30 - 20	2,28
20 - 10	0,57
< 10	0,01

Columbita libre=384 granos

μ	%
> 180	2,93
180 - 160	4,27
160 - 140	11,82
140 - 120	14,50
120 - 100	21,19
100 - 80	20,78
80 - 60	16,16
60 - 40	6,80
40 - 20	1,50

INTERPRETACION Y CONCLUSIONES

1. Subetapa: M-2, M-2b, M-7.

Comprende las siguientes operaciones:

- 1.º Concentrado de jig de cabeza (12x18).
- 2.º Afino en continuo y en jig (4x6) secundario.
- 3.º Clasificación a +100 mallas y -100 mallas (muestras 2 y 2 b).
- 4.º Afino en mesas (discontinuo).
- 5.º Separación magnética (magnéticos, muestra número 7).

Las conclusiones que se desprenden de los resultados adjuntos son:

- a) Comparación entre los dos productos 2 y 2 b. (>100 y <100 mallas del concentrado del jig 4x6).

— La proporción de casiterita en la fracción +100 mallas es grande, y seguramente con una sola etapa en la eliminación de óxidos se podría conseguir un producto comercializable (coincidente con los resultados analíticos en planta). Pero no ocurre lo mismo en la fracción más fina, en la cual el contenido de casiterita es notablemente más bajo.

— La proporción de sulfuros es muy escasa (1,33 por 100 y 0,66 por 100) y no interferirán en la marcha industrial del proceso, pero sí señalan una tendencia a concentrarse en el producto de inferior granulometría (prácticamente el doble).

Los óxidos de hierro aparecen en débil proporción en los gruesos (+100 mallas), intuyéndose una fácil eliminación de los mismos. Sin embargo, la cantidad existente dentro de los finos es muy grande y llamativa: 70 por 100.

— La fracción fina es doblemente rica en columbita, indicando una granulometría de partida algo inferior a la de la casiterita o bien una mayor friabilidad de la misma.

Un hecho muy importante es que la columbita se encuentra incluida en granos de casiterita, con preferencia en los de mayor volumen, pero sólo en cantidades que no superan el 7 por 100 del contenido total de esta especie. Dentro de esta proporción el 23 por 100 podría liberarse mediante una remolienda suave a 40 micras.

— La proporción de mixtos es muy pequeña, pre-

dominando los óxidos como omnipresentes en este grupo.

b) *Comparación entre 2 b y 7* (ambas clasificadas a <100 mallas).

— Escasa cantidad de *casiterita* en el producto magnético de la separadora. Esta proporción coincide con la obtenida en la planta industrial (1 a 2 por 100). Esta *casiterita* es la más fina: de 38 por 100 en la fracción menor de 90 μ a 73 por 100 en el concentrado magnético, fracción menor de 90 μ . Es posible conseguir una mejora, dada la pequeña proporción de mixtos.

— Gran proporción de *óxidos* (80 por 100).

Respecto al primer concentrado, no aumentan prácticamente nada, pero existe una evidente pérdida de gruesos (a más de 90 μ , del 35 por 100 al 71 por 100) manteniéndose constante la cantidad correspondiente a la fracción menor de 50 μ .

— Los *sulfuros* en la fracción magnética, aunque escasos en sí mismos, sólo se reducen en una tercera parte (¿Eficiencia de la separación magnética?).

— Un hecho muy interesante es que el enriquecimiento relativo de *columbita* en el paso de la muestra 2 b a la 7 es reducidísimo (de 13 por 100 a 15 por 100 total), mientras que la proporción de dicha especie incluida en la *casiterita* es mínima. Ello significa una pobre recuperación, bien en la etapa de enriquecimiento en mesas, o en la misma separación magnética.

2. Subetapa de M-3 a M-6.

Consiste en el paso del concentrado de jig de segunda fase (8x12) a un enriquecimiento en mesas (discontinuo). Las conclusiones son las siguientes:

— La *casiterita*, en este caso no presenta enriquecimiento relativo apreciable respecto a los demás componentes opacos. Sin embargo, la pérdida de finos resulta evidente: del 25 por 100 al 6 por 100 en granulometría inferiores a 100 mallas. Ello apunta a la baja efectividad de la mesa de afino respecto a los tamaños pequeños, pero superiores a las 35 μ (límite teórico de una buena eficiencia en mesas de concentración).

— Los *sulfuros* se encuentran en cantidad relativa importante (18 por 100), manteniéndose en proporciones iguales en el producto, antes y después de su tratado en el enriquecimiento. Esta cantidad contaminará el concentrado de *casiterita*, debido a

sus bajas propiedades magnéticas. Una etapa de flotación intermedia eliminaría esta especie mineral tan entorpecedora. También cabe señalar, a título anecdótico, la pérdida de finos de sulfuros, ya denotada en la subetapa I.

— Los *óxidos* no cambian en sus proporciones relativas en esta etapa de afino, e incluso no varían en sus granulometrías. Esto explicaría algún aspecto del funcionamiento de la mesa de afino.

Existen mixtos de óxidos con las demás especies, pero en baja proporción. Las pérdidas de los metales (Sn-Ta-Nb) no deben achacarse a esta circunstancia puesto que en este caso también variaría la proporción en óxidos (no muy apreciablemente desde luego).

3. Subetapas M-4 y M-5.

Corresponden a productos independientes de las mesas de arenas y finos.

Podemos deducir de los contajes:

— En la mesa de finos (M-5) existe una elevada cantidad de *óxidos de hierro* de los que, un simple cribado a 100 μ , eliminaría el 35 por 100, con tan sólo una pérdida del 1,5 por 100 de *casiterita*.

El proceso lógico sería:

Separación magnética—cribado—enriquecimiento final.

La *columbita*, aunque aparece incluida en algunos granos de *casiterita*, se halla prácticamente libre, en su totalidad.

— Si comparamos ambos concentrados (4 y 5) podemos encontrar más pobreza relativa en la mesa de finos (6,5 veces menor) pero mayor enriquecimiento en *columbita* (1,4 veces).

Confirmando la tendencia general, los sulfuros también aumentan relativamente y los óxidos permanecen invariables. Todos estos hechos corroboran las conclusiones obtenidas en las subetapas I y II, así como las riquezas de los diques de estériles de la planta actual.

— La mesa de arena (M-4) proporciona *columbita* incluida en *casiterita* con un máximo del 7 por 100 de la total, presentando unas buenas posibilidades de recuperación final. En resumen, se puede concluir:

— El grado de liberación de las especies interesantes (*Casiterita* y *Tantalita*) es muy elevado. Por esta razón se debe atribuir la baja operatividad de

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a don José Antonio Espí (Minas de Almagrera, S. A.) por el asesoramiento que nos ha prestado a lo largo de todo el trabajo.

Asimismo agradecemos a doña Rosario Lunar la colaboración prestada en la fase analítica.

Nuestro reconocimiento al Departamento de Mineralurgia de la Empresa Nacional Adaro que nos proporcionó las muestras objeto de nuestro estudio.

BIBLIOGRAFIA

- AMSTUTZ y GIGER: *Stereologic methods applied to mineralogy, petrology, mineral deposits and ceramics*. Journal of Microscopy, vol. 95, February 1972, pp. 145-164 (1972).
- GARCÍA DE MIGUEL, J. M.: *El análisis de imágenes*. "Rev. Metal.", CNIM., vol. 10, núm. 4, pp. 266-273 (1974).
- LUNAR, R. y SIERRA, Josefina: *Aplicaciones del microvideomat a los yacimientos minerales*. "Bol. Geol. y Min.", t. 87 (3), pp. 266-273 (1976).
- Mapa Geológico a Escala 1:200.000, núm. 36. Vitigudino IGME (1970).
- SIERRA, Josefina: *Aplicación del análisis mineralógico cuantitativo en el estudio de las magnetitas titaníferas de Agracha*. Tesina de Licenciatura (1976).

Recibido: Septiembre 1978



Consideraciones petrogenéticas sobre diversas rocas cuarzo-feldespáticas en el área de Zalamea de la Serena (Badajoz), y su relación con rocas análogas del SO de España

Por V. SANCHEZ CELA (*)

RESUMEN

Se relacionan genéticamente diversas rocas cuarzo-feldespáticas muy variables en sus caracteres texturales: "porfíroides-gneises conglomeráticos", "arcosas" y cuarcitas feldespáticas con granitoides. Todas estas facies se asocian a procesos de granitización metasomáticos en ambientes dinámicos, de edad temprano-hercínicas, que afectan a materiales sedimentarios, cuyo techo estratigráfico parece situarse en el Devónico Superior.

La variedad petrográfica y su distribución espacial las atribuimos a un interacción de los procesos de infiltración-difusión selectivos de los elementos granitizantes con relación a estructuras de deformación, originadas a causa del aumento de volumen durante la granitización.

La gran semejanza de estas rocas, tanto en sus caracteres petrográficos, como en su ambiente geológico, con otras del SO de España plantea la posibilidad de que muchas de estas rocas cuarzo-feldespáticas, que en algunas áreas convergen con granitoides semejantes, hayan sido originadas por procesos petrogenéticos análogos.

ABSTRACT

In the present paper various feldspathic-quartz rocks, with changeable textures ("porfíroides", "conglomeratic-gneisses", "arkoses" and feldspathic quartzites), are related genetically to granitoides.

These rocks are associated with metasomatic granitization processes in dynamical environments, of the early-hercynian age, that affects sedimentary materials whose stratigraphic top seems to be located in the Upper Devonian.

The petrographic variety and its spatial distribution is attributed to the inter-action of the infiltration-diffusion selective processes of the granitic components with relation to the structures of deformation originated because of the increase of volume during the granitization.

The similarity between these rocks, as much as in their petrographic types, as in their geological environment, to other rocks of SW of Spain, leads to the possibility that many feldspathic-quartz rocks, that in certain areas converge with similar granitoides, have been formed by analogous petrogenetic processes.

1. INTRODUCCION

En la presente nota queremos exponer una serie de consideraciones, deducidas por medio de estudios petrográficos y sobre el terreno con relación a la génesis de algunas rocas cuarzo-feldespáticas localizadas principalmente en la parte Sur del Valle de la Serena (Zalamea). Gran parte de estas rocas plantean en aquellas áreas problemas de "localización estratigráfica". Estos problemas que parecen

ser consecuencia de la diversa interpretación estructural de estos materiales son para nosotros originados a causa de factores petrogenéticos, que creemos no habían sido tenidos en cuenta.

Estas rocas cuarzo-feldespáticas con facies texturales diversas aparecen asociadas a las rocas graníticas más o menos pegmatíticas del Valle de la Serena a las que se pasa gradualmente (fig. 1).

En otras áreas próximas, en donde aparecen estas facies petrográficas, aparentemente no relacionadas con masas graníticas, el estudio petrográfico y relación con las rocas de caja hacen que, en principio

(*) Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza.

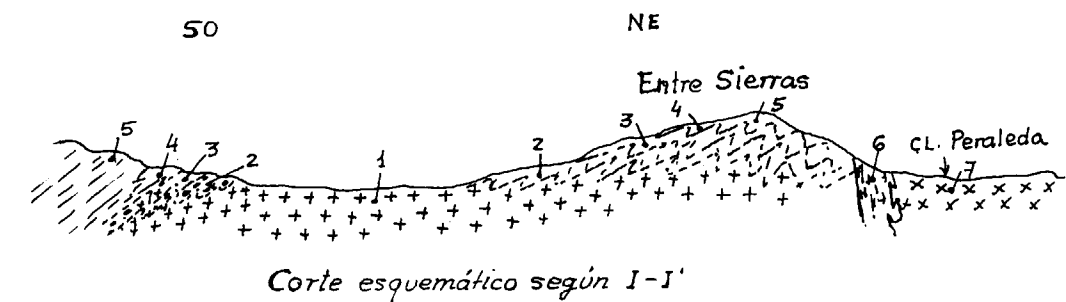
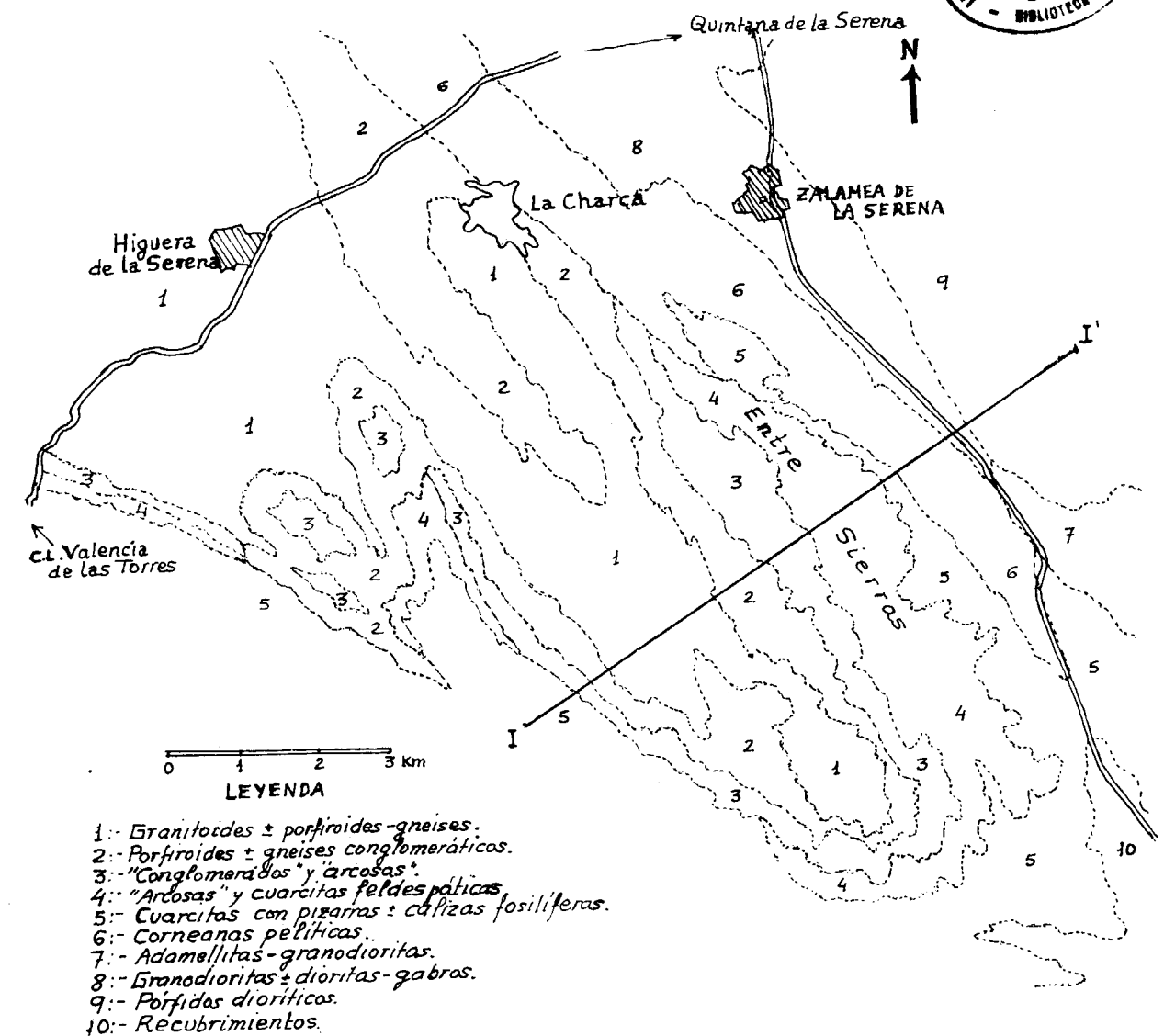


Figura 1

Mapa litológico de la zona Sur de Zalamea de la Serena con la distribución espacial de las rocas cuarzo feldespáticas.

podamos asociar estas rocas a procesos análogos en su petrogénesis a las del Valle de la Serena, por lo que en muchas áreas preveemos la existencia de masas graníticas "cercanas" a la superficie por la existencia de rocas que nosotros interpretamos como manifestaciones externas en algunos procesos de granitización, como son en el área investigada las "arcosas" y cuarcitas feldespáticas.

Por supuesto no negamos la posible existencia de rocas de origen sedimentario con facies petrográficas análogas, que muchos autores sitúan hasta en niveles estratigráficos definidos, a pesar de que las características geológicas generales así como su petrografía son tan semejantes que pudieran inducirnos a pensar en la posibilidad de orígenes análogos.

El estudio puntual aislado de las facies "areniscas-conglomeráticas" podían incluso al autor sugerir un origen sedimentario, y esto es lo que parece ocurrir cuando estas facies aparecen sin aparente relación con rocas "graníticas" si próximas en superficie, como sucede en numerosos puntos del SO de España, algunos próximos a la zona estudiada: Alconchel, Hornachos, Monterrubio, Valsequillo, etc.

Algunas de las consideraciones que exponemos en la presente nota han sido ya expuestas anteriormente por el mismo autor en la depresión de Peraleda-Valsequillo con relación a los problemas que plantean estas rocas desde el punto de vista estructural, estratigráfico-paleogeográfico y petrológico.

Estas consideraciones han sido deducidas por la evolución de las rocas cuarcíticas con más o menos feldespatos en sentido longitudinal, transversal y en profundidad y sobre todo por la íntima relación de las rocas cuarzo-feldespáticas con los "granitos pegmatíticos" del Valle de la Serena.

2. EVOLUCION ESPACIAL DE LAS ROCAS CUARZO-FELDESPATICAS

Las primeras observaciones que nos llamaron la atención han sido derivadas de la evolución petrológica en sentido longitudinal, transversal y en profundidad de algunas alineaciones de "bancos" cuarzo-feldespáticos, aparentemente no plegados.

El estudio longitudinal de esos bancos en algunas sierras "cuarcíticas" del SO de España muestran muchas veces, cambios rápidos y graduales en

las facies petrográficas entre tipos "arcósicos" a cuarcíticos y/o pizarrosos.

Es difícil explicar, desde el punto de vista sedimentario, como un banco cuarcítico en unos casos pasa longitudinalmente a materiales pizarrosos a través de rocas intermedias y en otros a cuarcitas feldespáticas cuando no se vislumbran accidentes tectónicos.

Una explicación posible para esta evolución longitudinal sería la de que cada alineación cuarcítica constituya pliegues muy agudos... o que esta evolución litológica sea en gran parte consecuencia de "procesos" de tipo pretrogenético y que la antigua estratificación estuviese enmascarada por estructuras secundarias relacionadas con dichos procesos (planos de cizalla o esquistosidad de flujo, por ejemplo).

En Entre Sierras (Zalamea de la Serena) (fig. 2) de NNO a SSE se aprecia la siguiente transición: A unos 3 kilómetros del pueblo de Zalamea, rama N de la Sierra, las rocas corresponden a facies muy feldespáticas: "gneises areniscosos y conglomeráticos" y "arcosas" principalmente que pasan rápidamente hacia el SO, en pocos metros, a los granitos pegmatíticos a través de facies intermedias. En esta zona la morfología y estructura rocosa es análoga a la que origina los granitoides en general.

A medida que nos desplazamos hacia el SSE las facies se van haciendo menos feldespáticas para terminar en las cuarcitas poco o nada feldespáticas. Con el cambio de las facies petrográficas va cambiando paulatinamente la morfología y estructura rocosa, y lo que al principio eran "granitoides de morfología suave, diaclasados, termina en "cuarcitas" de morfología acusada y estructuradas en bancos.

Más hacia el SSE estas cuarcitas parecen "sumergirse" debajo de los piedemontes y aluviales a causa de pasar a rocas pizarrosas meteorizables.

— El estudio petrográfico transversal de esta misma alineación "cuarcítica" muestra la siguiente evolución:

La zona central (columna vertebral) de la sierra corresponde a "cuarcitas típicas" de textura granoblástica. Hacia los bordes pasa gradualmente a cuarcitas areniscosas feldespáticas-gneises areniscosos y por último a rocas granitoides, definidas aquí como granitos pegmatíticos y gneises pegmatíticos (figura 2).

Esta evolución transversal de las rocas cuarcíticas a rocas graníticas si es para nosotros de capi-

tal importancia para la interpretación petrogenética de estas facies rocosas atribuidas en esta zona y otras limítrofes por unos como de origen sedimentario y por otros como volcano-sedimentarias.

Otras observaciones que creemos muy importantes y que se aprecian en la evolución transversal es la existencia de pizarras "talcosas", que corresponden a intercalaciones arcillosas de caolín con más o menos pirofilita.

Estas pizarras arcillosas, que aparecen concordantes con la estructuración general, han sido interpretadas como "yacimientos" de origen sedimentario, aunque últimamente en el área de Zalamea-Monterrubio han sido asignadas por E. GALÁN (1974) como origen hidrotermal.

Además de otros argumentos, que se citan más

tas nos hablan en favor de que en el origen de gran parte de esas rocas han actuado otros procesos diferentes a los establecidos actualmente.

Las rocas "arcósicas de grano más o menos grueso, a veces conglomeráticas, que son atribuidas, en general, a facies sedimentarias concordantes con las cuarcitas y hasta localizadas en niveles estratigráficos definidos, pueden plantear problemas de interpretación petrogenética cuando se presentan "aisladas" de rocas graníticas, como ocurre en el área de Alconchel (hoja 1/50.000, núm. 827).

Estas rocas arcósicas que son cuarcitas feldespáticas más o menos deleznable, contienen, a veces minerales metamórficos como son la andalucita. El estudio aislado de estas facies feldespáticas aún con la presencia de andalucita podría muy bien no

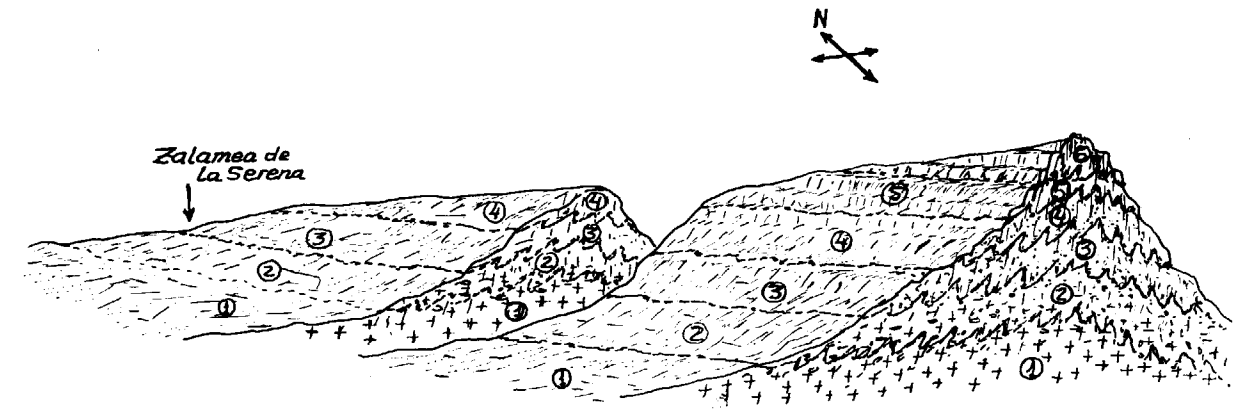


Figura 2

Bloque-diagrama del cerro "Entre Sierras". 1 Granitoides con porfiroides. 2 Porfiroides y "gneises conglomeráticos". 3. "Conglomerados" y "arcosas". 4. "Arcosas" y cuarcitas feldespáticas. 5 Cuarcitas alfofeldespáticas. 6 Cuarcitas y pizarras.

adelante en la presente nota, es muy difícil explicar un proceso sedimentogenético que forme areniscas y que intercale niveles arcillosos tan diferentes de aquellos en su ambiente geológico.

¿Cómo explicar el proceso de sedimentación en un ambiente "marino" de areniscas cuarzosas que "intercalan" episodios arcillosos que corresponden a ambientes tan distintos? (continentales-hidrotermales).

Estas intercalaciones, que son a veces a escalas decimétricas, son para nosotros un dato más que añadido a las peculiaridades de estas rocas cuarcí-

plantear problemas de índole petrogenética, pues es conocida la existencia de rocas sedimentarias arcósicas con minerales metamórficos heredados, pero aquellos problemas surgen cuando esas facies están asociadas, a través de pasos graduales, a otros tipos de rocas de "actividad petrogenética" evidente. Nos referimos en este caso a las rocas graníticas y sus "manifestaciones de contacto".

En la zona de Zalamea y en gran parte de los puntos visitados por nosotros dentro del SO de España en donde aparecen estas "arcosas" o cuarcitas feldespáticas es para nosotros patente la in-

fluencia de los procesos de granitización, deducidos aquellos en muchos casos de los tránsitos graduales de esas rocas a rocas granitoideas a través de facies intermedias.

Asociadas a las rocas "arcósicas" suelen presentarse facies conglomeráticas que son interpretadas por algunos autores no ya sólo como de origen sedimentario sino también como localizados en niveles estratigráficos fijos.

La problemática de facies "conglomeráticas" y "arcósicas" ha sido discutida por el autor en el área de Peraleda-Valsequillo, en donde se atribuyen a procesos tectónicos y de granitización.

El estudio petrológico de una alineación rocosa cuarzo-feldespática en profundidad, no siempre posible de realizarlo a causa de no existir buenos cortes, constituye una de las "piezas clave" para la posible comprensión petro-estructural de gran parte de las sierras cuarcíticas de estas áreas.

En los pequeños cortes de las sierras cuarcíticas hemos observado, a pesar de la reducida escala, una evolución petrográfica en profundidad en los "bancos" cuarcíticos. Esta evolución en profundidad es más clara en otras áreas más o menos próximas, en donde los cortes en profundidad son más acusados, como ocurre en la Sierra de Castuera, Magacela, Alconchel, Hornachos, Albarrana, etc.

Esta evolución en profundidad se traduce más o menos en lo siguiente:

En las cúspides de las sierras los bancos cuarcíticos corresponden más a una asociación de cuarzo-cuarcita que a una verdadera cuarcita; casi siempre es cuarzo blanco o hialino, policristalino, muy puro. En profundidad pasan gradualmente primero a cuarcitas granoblásticas, constituidas en su casi totalidad de cuarzo, y luego a cuarcitas con más o menos proporción de feldespatos potásicos.

En el Cerro Entre Sierras de Zalamea, aunque no existe un buen corte se puede predecir, que el nivel inferior corresponde a los gneises areniscosos-gneises pegmatíticos y granitos pegmatíticos.

La "alterabilidad" de las cuarcitas feldespáticas, "arcosas" y gneises "arcósicos", añadido a la presencia de abundantes coluviales y a la de cortes poco profundos, parece ser que ha sido una de las causas principales de que no se haya podido observar y posiblemente interpretar esta evolución petrológica en muchas sierras cuarcíticas.

3. RELACION DE ESTAS ROCAS CON LOS GRANITOS PEGMATITICOS DEL VALLE DE LA SERENA: TIPOS PETROGRAFICOS

Al Oeste (Sierra de Guadalmez) y al Sur (Entre Sierras) del pueblo de Zalamea se puede apreciar muy bien la relación espacial y también temporal de los granitos pegmatíticos-"conglomeráticos" del Valle de la Serena con las facies adyacentes, representadas en estas áreas por rocas texturales-mineralógicas diversas que terminan en cuarcitas feldespáticas y cuarcitas, a través de facies intermedias.

La relación espacial-temporal de estas facies cuarzo-feldespáticas con granitoides así como los caracteres petrográficos han sido ya citados por el autor en la Memoria e Información petrológica complementaria de la hoja 1/50.000, Plan Magna, número 831. Zalamea de la Serena.

La íntima relación de los granitos pegmatíticos y las cuarcitas más o menos feldespáticas se deduce ya en el terreno entre otras por las siguientes observaciones:

- 1.º Paso gradual de unas a otras rocas.
- 2.º Estructuras concordantes y conformes.
- 3.º Paragénesis mineralógicas análogas en los supuestos "contactos".
- 4.º Evolución y diferenciación espacial (en profundidad) de los componentes de los granitos pegmatíticos (términos iniciales) hasta las cuarcitas (términos finales).

Se pueden establecer numerosos tipos petrográficos entre las primeras rocas del "contacto" con los granitos pegmatíticos y los términos finales cuarcíticos, puesto que este carácter es completamente subjetivo.

Los tipos petrográficos entre los granitos pegmatíticos-gneises pegmatíticos y el resto de las rocas relacionadas con ellas podría realizarse atendiendo a dos observaciones petrográficas principales:

1.º Paso de texturas cristalinas saturadas a otras de aspecto menos saturado, casi "conglomeráticas-areniscosas".

2.º Presencia de una abundante a una casi ausencia de plagioclasas y biotitas.

Aunque en el presente apartado establecemos diversos tipos petrográficos, queremos recalcar una vez

más la evolución muy gradual entre los diversos tipos, y entre estos y los granitos pegmatíticos, observación que creemos de capital importancia al hacer consideraciones de índole petrogenética.

Un esquema de clasificación podría ser el siguiente:

A. Granitos pegmatíticos:

- Granitos pegmatíticos p. d.
- Granitos gr. medio, algo blastomiloníticos.

B. Serie cuarzo-feldespática":

- "Porfiroides".
- Gneises pegmatíticos.
- Gneises "conglomeráticos-areniscosos".

C. "Cuarcitas":

- Cuarcitas areniscosas feldespáticas.
- Cuarcitas p. d.
- Cuarcita-cuarzo.

La evolución petrográfica realizada en el cerro Entre Sierras, al Sur del pueblo de Zalamea de la Serena, es el siguiente (figs. 2 y 3).

De los granitos pegmatíticos del valle (fig. 3 a), se pasa lateralmente hacia "arriba" a gneises pegmatíticos-blastomiloníticos o "porfiroides" (fig. 3 b).

De estas rocas se pasa insensiblemente a otras de grano más fino que podríamos definir como "gneises conglomeráticos-areniscosos", (fig. 3 c), en los que el rasgo más acentuado es la "inestabilidad" de las plagioclasas que aparecen asociadas a minerales arcillo-micáceos de tipo sericítico. Esta asociación que podría atribuirse a "alteraciones" la interpretamos como "minerales residuales", no transformados, que coexisten con plagioclasas mal cristalizadas.

De estas rocas se pasa a unas "areniscas" o "arcosas" de grano medio, en las que se aprecian un enriquecimiento en cuarzo, en facies microglandulares, casi ausencia de las plagioclasas y una gran proporción de "minerales sericíticos" análogos a los existentes en las pizarras regionales.

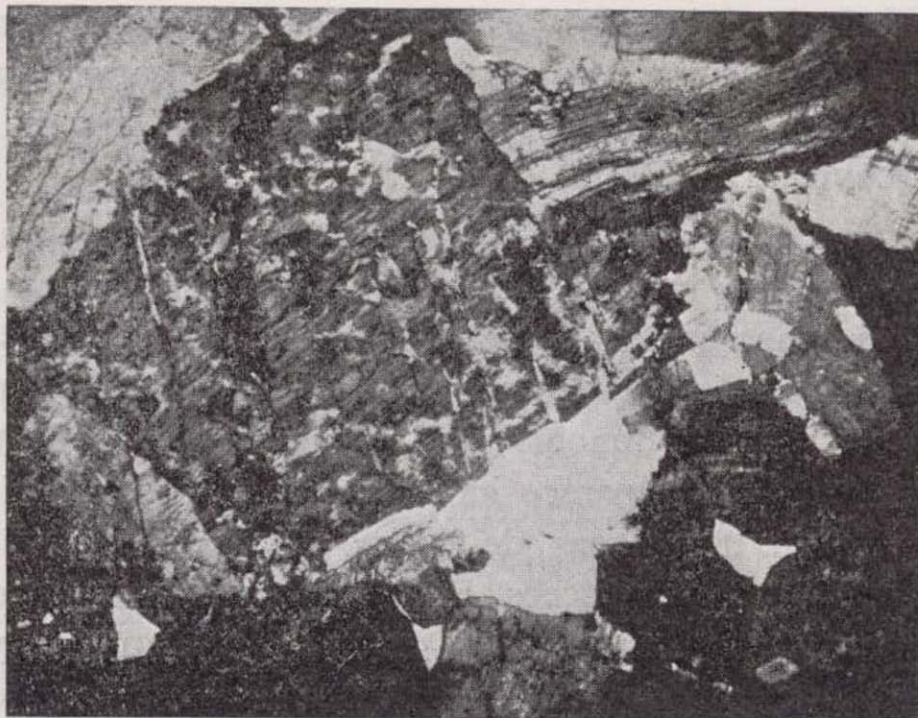
Se pasa luego hacia arriba a las cuarcitas feldespáticas, con texturas entre granoblásticas y algo areniscosas, según el grado de recristalización y can-

tidad de minerales arcillo-micáceos. Desaparecen aquí las plagioclasas, manteniéndose en cambio la cantidad feldespato potásico, casi siempre tipo microcлина.

Asociadas a las cuarcitas feldespáticas aparecen, distribuidas irregularmente siguiendo la estructuración general, unas cuarcitas que además de feldespato potásico presentan a veces andalucita, con texturas entre granoblásticas y areniscosas (fig. 3 d). La andalucita aparece en cristales no bien definidos, con inclusiones de cuarzo y asociada a minerales arcillo-micáceos. Pero el rasgo más acusado es que estas andalucitas parecen concentradas y asociadas a líneas de flujo ricas en cuarzo y sobre todo meneralizaciones, en estas últimas se aprecia una gran concentración de circones y rutilos con turmalina accesoria, además de minerales opacos tipo ilmenita, todo lo cual parece hablar en favor de un proceso metasomático-metamórfico, que además de originar la andalucita y la trama cuarzo-feldespática haya originado los minerales pesados a partir de los fluidos mineralizadores en un ambiente metasomático hidrotermal.

De las cuarcitas feldespáticas se pasa gradualmente hacia arriba a las típicas cuarcitas, generalmente granoblásticas, a través de tipos petrográficos en los que la proporción de feldespato potásico va decreciendo, el cual se presenta como mineral "inestable", mal cristalizado y asociado a modo de "alteraciones" a minerales sericíticos. Para nosotros esto no quiere decir que el feldespato esté alterándose sino que aparece en una fase metaestable en que coexiste con los minerales sericíticos, que podríamos interpretarlos como "gérmenes potenciales" de la futura cristalización de los feldespatos cuando los gradientes metamórficos-metasomáticos sean más elevados.

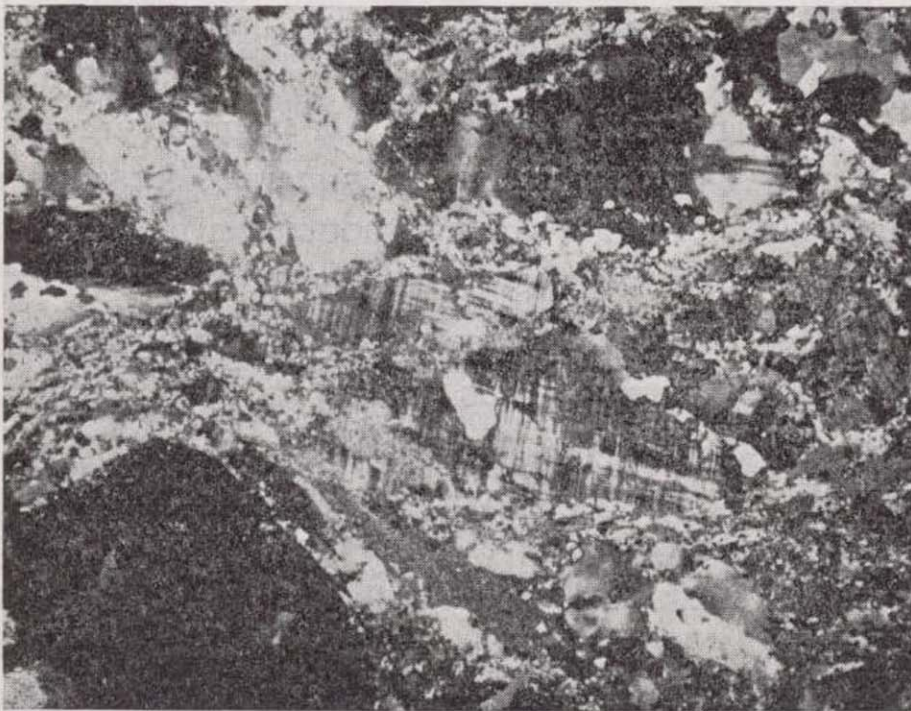
Por último y generalmente relacionadas con las cúspides de las sierras aparecen las cuarcitas p. d. En estas debemos distinguir las que de "visu" corresponden a las típicas cuarcitas blanco-amarillentas que texturalmente son granoblásticas, de aquellas que de "visu" no aparecen tan estructuradas, a veces parecen "muñones" de tonos más claros, casi blancos, que más bien deben definirse como cuarzo más o menos cuarcítico, que es corroborado al microscopio al estar formadas por cuarzo policristalino.



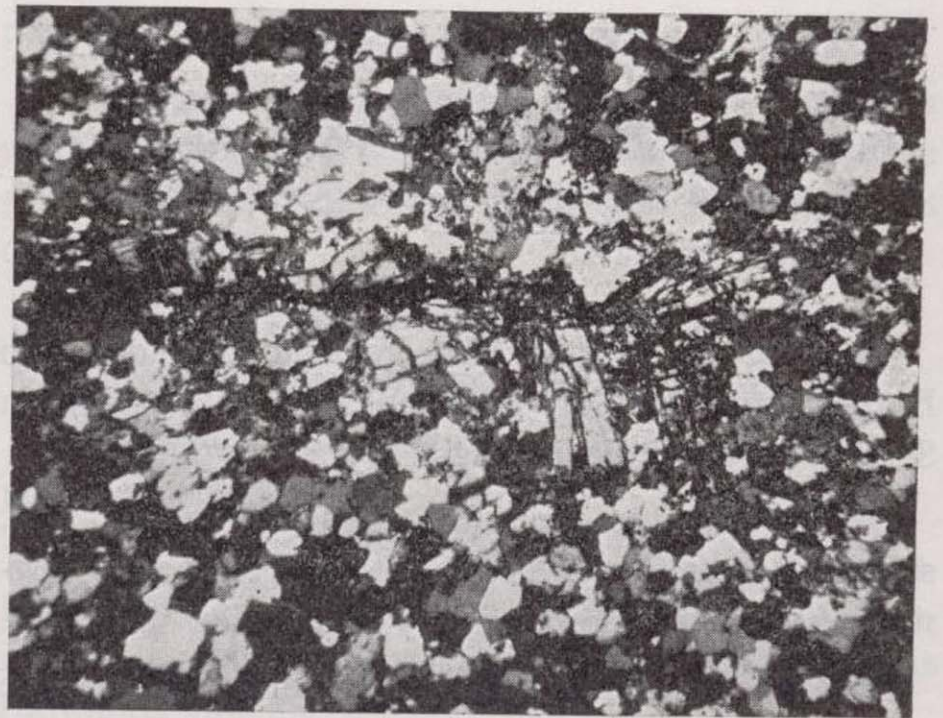
(a)



(c)



(b)



(d)

Figura 3

Evolución petrográfica en "profundidad de las rocas cuarzo-feldespáticas en el cerro "Entre Sierras", al Sur de Zalamea de la Serena. (a) granito del Valle de la Serena. (b) porfiroide. (c) "conglomerado arcósico". (d) cuarcita feldespática. (Fotos con NC, $\times 60$.)

4. RELACION CON OTRAS SERIES CUARZO-FELDESPÁTICAS DEL SO DE ESPAÑA Y SUS PROBLEMAS LITO-ESTRATIGRÁFICAS

Aunque no es nuestro propósito plantear cuestiones de índole estratigráfica, sí que es importante relatar nuestras observaciones y las de otros autores sobre la situación y significado estratigráfico de estas rocas, principalmente las definidas como "arcosas".

Hasta hace poco esta serie arcósica era interpretada por diversos autores como "nivel guía" de tránsito Precámbrico-Cámbrico (LOTZE, (1954); FRICKE, (1951); SIMÓN, (1951); BARD, (1967); VEGAS, (1968); DELGADO, (1971); etc.) en gran parte del SO de España, aunque había otros que ya reconocían que dicha serie aparecía en distintos niveles estratigráficos: HERNÁNDEZ ENRILE (1971); MUELAS PEÑA (1974); VÁZQUEZ GUZMÁN y FERNÁN-

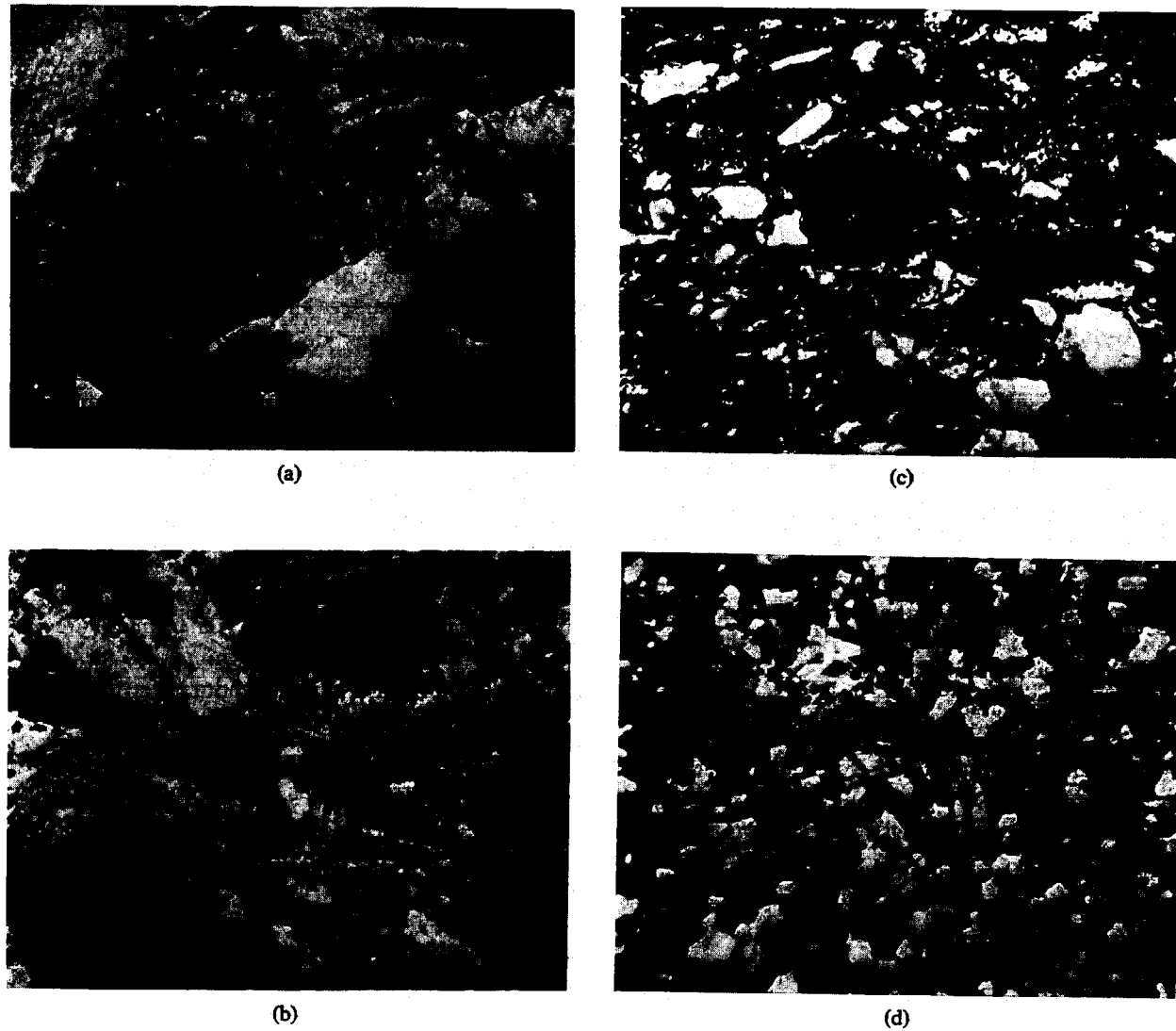


Figura 3

Evolución petrográfica en "profundidad de las rocas cuarzo-feldespáticas en el cerro "Entre Sierras", al Sur de Zalamea de la Serena. (a) granito del Valle de la Serena. (b) porfiroide. (c) "conglomerado arcósico". (d) cuarcita feldespática. (Fotos con NC, $\times 60$.)

4. RELACION CON OTRAS SERIES CUARZO-FELDESPÁTICAS DEL SO DE ESPAÑA Y SUS PROBLEMAS LITO-ESTRATIGRAFICAS

Aunque no es nuestro propósito plantear cuestiones de índole estratigráfica, sí que es importante relatar nuestras observaciones y las de otros autores sobre la situación y significado estratigráfico de estas rocas, principalmente las definidas como "arcosas".

Hasta hace poco esta serie arcósica era interpretada por diversos autores como "nivel guía" de tránsito Precámbrico-Cámbrico (LOTZE, (1954); FRICKE, (1951); SIMÓN, (1951); BARD, (1967); VEGAS, (1968); DELGADO, (1971); etc.) en gran parte del SO de España, aunque había otros que ya reconocían que dicha serie aparecía en distintos niveles estratigráficos: HERNÁNDEZ ENRILE (1971); MUELAS PEÑA (1974); VÁZQUEZ GUZMÁN y FERNÁN-

DEZ POMPA (1976); y otros, además del autor (SÁNCHEZ CELA *et al.* (1972, 1975, 1977, 1978).

No vamos aquí a relatar y discutir la situación y problemas petrogenéticos de esta serie "arcósica" en el SO de España en donde podemos constatar su existencia en las hojas 1/50.000 siguientes: 804, Oliva; 827, Alconchel; 830, Hornachos; 381, Zalamea de la Serena; 832, Monterrubio de la Serena; 852 Villanueva del Fresno; 855, Usagre; 856, Maguilla; 859, Valsequillo; 875, Jerez de los Caballeros; 876, Fuente de Cantos; 878, Azuaga; 879, Peñarroya-Pueblonuevo, etc., sino exponer algunos ejemplos en donde esta serie arcósica no sólo aparece en diferentes pisos estratigráficos ni no que aún dentro de un mismo piso se repite con caracteres análogos en diferentes niveles y siempre muy "discontinuos".

Así en la hoja de Maguilla (856) esta serie "arcósica" o cuarzo-feldespática aparece localizada entre el Ordovícico y el Devónico.

En Monterrubio (832) se ha atribuido al Ordovícico, pero con grandes reservas.

En Jerez de los Caballeros (875) parece que se localiza en el Cámbrico Inferior.

En las hojas de Usagre (855) y Azuaga (878), para unos autores se localiza en el Precámbrico y para nosotros es de edad indeterminada por falta de niveles estratigráficos bien definidos.

En la hoja de Alcochel (827) los autores sitúan las facies arcósicas en varios niveles, entre el Cámbrico Inferior y el Silúrico Superior. En esta hoja los estudios petrográficos de los diferentes niveles indican unas analogías muy acusadas en sus caracteres texturales-mineralógicos, que añadido a los estudios de las rocas adyacentes nos hacen sospechar grandes convergencias en cuanto a la problemática petrogenética.

Rocas cuarzo-feldespáticas en facies de "porfiroides" muy análogos a los del Valle de la Serena, localizados en la banda Almendralejo-Azuaga, han sido diversamente interpretadas en su "edad" aunque en general se asignan el Precámbrico.

En los alrededores de Jerez de los Caballeros (hoja 853 "Burguillos del Cerro") existen rocas cuarzo-feldespáticas desde arcosas a gneises, que son continuación de las existentes al NO (hoja 827, Alconchel). En esta zona el autor (APARICIO YAGÜE y SÁNCHEZ CELA, 1972) las relacionan con los granitoides próximos.

Las rocas cuarzo-feldespáticas y "arcósicas" del área de Zalamea (hoja 831), motivo principal de la presente nota, parecen localizarse en niveles del Devónico, éste datado por su fauna, sobre todo en los niveles carbonáticos.

Aunque estamos convencidos, en las áreas investigadas por nosotros, de que estos niveles cuarzo-feldespáticos con diversas facies texturales: conglomeráticas, arcósicas, de porfiroides, etc. no se localizan en un nivel estratigráfico, sería muy interesante poseer datos de geocronología absoluta, pues creemos que estos serían de gran ayuda para dilucidar en gran manera los problemas petrogenéticos que presentan estas facies.

En el área de Zalamea (Entre Sierras) se han realizado medidas de Kd en plagioclasas (Tinao Alcocer, Departamento de Petrología Universidad Complutense, Madrid), en varias facies de rocas desde los granitos pegmatíticos a las cuarcitas feldespáticas, que aunque no son numerosas pueden ser indicativas para la comprensión del proceso genético invocado por nosotros en la presente nota:

Granitos pegmatíticos, Kd: 159, 159,3, 160, 159, y 157,2.

Gneis pegmatíticos, Kd: 159,3, 157 y 159.

Gneis conglomerático, Kd, 158,6 y 159.

"Arcosa"-cuarcita feldespática, Kd, 159.

La primera conclusión que parece deducirse, con las limitaciones del método de la birrefringencia y falta de datos estadísticos, es que las plagioclasas de todas estas facies pertenecen a un mismo episodio petrogenético. Esto parece corroborar los datos de campo y evolución espacial de estas rocas complementados con la gradación textural-mineralógica entre los granitoides de facies "ígneas" y las cuarcitas de facies "sedimentarias".

Estos datos de Kd de plagioclasas son valiosos también en cuanto a la interpretación geocronológica relativa; así los granitos del batolito de los Pedroches que se localizan en la vertiente NE de Entre Sierras y cuya edad, por los materiales sedimentarios afectados, se sitúa entre el Wesfaliense y Estefaniense, da los siguientes valores de Kd en plagioclasas: 153,9, 154, 155, 155, 149 y 155 (medidas de Tinao Alcocer). Es decir que claramente se deduce que los feldespatos (plagioclasas) de las rocas de facies "sedimentarias" no se puedan atribuir a un origen procedente de estos granitos.

Como primera aproximación, a falta de datos de geocronología absoluta, podemos decir que las facies "ígneas" y "sedimentarias" cuarzo-feldespáticas del área de Zalamea (Entre Sierras) son de edad post-Devónico Inferior y ante-Wesfaliense.

5. OBSERVACIONES GENERALES Y DISCURSION

Es evidente que estas facies cuarzo-feldespáticas no se presentan con las mismas características en las diferentes zonas del SO de España.

En algunas zonas, para nosotros las más importantes por cuanto consideramos son fundamentales para comprender la evolución espacial temporal y por añadidura su petrogénesis, se pasa gradualmente de los granitoides a cuarcitas más o menos feldespáticas, tal como ocurre en el valle de la Serena, motivo principal del presente trabajo. En otras, las más abundantes, la transición se efectúa entre "porfiroides" o gneises glandulares y cuarcitas feldespáticas. Estas series son quizás las más estudiadas y en donde se plantean no ya sólo la problemática del origen de los componentes cuarzo-feldespáticos si no el grado metamórfico sufrido por estas series.

En fin, en otras zonas aparecen facies cuarzo-feldespáticas desde tipos "arcósicos" a "gneises" conglomeráticos, como aisladas y aparentemente no relacionadas ni con granitoides ni porfiroides; como sucede en algunas zonas como: Alconchel, Monterrubio, Maguilla, etc.

Si ya hay dificultad en establecer análogos criterios en la explicación de la evolución petrográfica entre "porfiroides" (gneises glandulares-"ollos de sapo"), arcosas y cuarcitas feldespáticas, no tenemos duda y las referencias nos la demuestran, que aquella evolución petrográfica se hace más difícil de explicar cuando algunos autores establecen una evolución espacial-temporal entre facies "metamórficas" y "sedimentarias", que en algunas zonas convergen con facies "ígneas".

Por supuesto que si estas series, para algunos autores, son fáciles de explicar por alternancias "sedimentarias-metamórficas" de rocas, que en general se atribuye a un origen volcánico-sedimentario, las facies "arcósicas" más o menos aisladas parecen no plantear problemas alguno en cuanto a su petrogénesis. Nosotros pensamos que aún estas facies

"arcósicas" plantean problemas difíciles de explicar:

1.º ¿Cómo masas, a veces de gran volumen, se cortan casi bruscamente tanto transversalmente, y lo que creemos es más importante, linealmente, como por ejemplo ocurre en el área Olivenza-Alconchel?

2.º ¿Cómo "arcosas" del Precámbrico son prácticamente idénticas en los caracteres petrológicos a las del Cámbrico-Ordovícico-Silúrico-Devónico, como parecen deducirse en el área de Alconchel y otras áreas?

La distribución espacial (cartografía) de estas rocas y su "localización" muy próxima a rocas granitoides y otras rocas denominadas de diversas manera según los autores (pórfidos graníticos o riolíticos), es para nosotros de capital importancia en la comprensión del origen de estas rocas.

En estos puntos, aunque no afloran cerca del contacto las rocas graníticas, parece deducirse su existencia en "profundidad", entre otras por las siguientes observaciones:

1) Texturas y paragénesis mineralógicas muy análogas a las estudiadas. Se podría invocar la dualidad genética...

2) Evolución petrológica a veces rápida en sentido longitudinal y en profundidad. Se podrían invocar cambios bruscos de facies, pero ¿cómo en dos sentidos?

3) Disarmonías petrográficas entre estas rocas y facies pizarrosas alternantes.

4) Problemas de reconstrucción paleogeográficos.

5) Aparecen rocas análogas en diferentes niveles estratigráficos. Se podrían invocar ambientes análogos...

Pasos graduales entre diversas facies cuarzo-feldespáticas de caracteres "metamórficos" a "sedimentarios" han sido descritos por numerosos autores en otras zonas, desde Parga Pondal et al. (1964) hasta Arche et al. (1977). Estos pasos graduales se establecen casi siempre entre gneises-porfiroides, definidos muchas veces como "ollos de sapo", a cuarcitas, a través de facies análogas a las descritas en el presente trabajo: "gneises-conglomeráticos", "conglomerados arcósicos", "arcosas" y cuarcitas feldespáticas.

Nosotros creemos que el problema que se plantea en la evolución petrográfica de columnas "litoes-

tratigráficas", radica en la diferente interpretación dada por diversos autores a las facies rocosas, que hacen ver facies metamórficas y sedimentarias a escalas métricas-centemétricas, no ya sólo graduales sino lo que es peor alternantes en la evolución temporal.

Independientemente del origen del material sedimentario original, es difícil aceptar la alternancia de gneises y arcosas con pasos graduales entre ellos en diferentes niveles lito-estratigráficos ¿Cómo pueden alternar en el tiempo ciclos sedimentarios y metamórficos?

O bien los gneises" son rocas sedimentarias o los "conglomerados" y "arcosas" son rocas metamórficas.

Nosotros pensamos que un análisis petrográfico más riguroso de las "columnas litológicas" entre los gneises glandulares y las cuarcitas feldespáticas llevará a nuevos planteamientos, primero a establecer clasificaciones petrográficas que no establezcan disarmonías en su evolución y segundo, que creemos consecuencia de los primeros, a plantear la problemática petrogenética de esta evolución espacial-temporal, que nosotros entendemos no ha sido bien interpretada en muchas áreas del SO de España.

6. CONCLUSIONES

El estudio detallado de las texturas y asociaciones paragenéticas de estas rocas cuarzo-feldespáticas apoyado en el paso gradual, en algunas zonas, a rocas granitoides hablan claramente de una influencia metasomática-metamórfica relacionada con procesos de granitización, por lo que es muy difícil aceptar una relación entre estas rocas y niveles estratigráficos definidos.

1.ª Estas facies cuarzo-feldespáticas las atribuimos a procesos de granitización temprano-hercínicos, causantes del origen de muchas masas de granitoides del Macizo Hespérico en esta zona: Barcarrota, Valle de la Serena, etc., constituidos por granitos alcalinos de dos micas, generalmente deformados.

2.ª No sólo atribuimos el cuarzo y feldespatos a una influencia granitizante, sino también gran parte de los minerales pesados, a veces muy abundantes, como turmalina, circón, rutilo, y minerales opacos, parecen estar relacionados con el mismo proceso. Esto parece deducirse de la morfología de

algunos cristales y por estar localizados en líneas de flujo originadas por los aportes mineralizadores.

3.ª La diversidad de facies cuarzo-feldespáticas y su evolución espacial la atribuimos a dos procesos sincrónicos:

— A una gradación en "profundidad" de la actividad granitizante, y

— A una interacción de los fenómenos petrogenéticos y tectónicos, que originan estructuras más o menos deformadas, y texturas entre no saturadas ("conglomeráticas-areniscosas") y saturadas ("cuarcíticas").

4.ª Parece existir cierta zonación de los elementos graníticos en profundidad y que en esta zona se traduce en una infiltración de mayor a menor de la sílice, potasio y sodio.

5.ª Los fenómenos de infiltración y difusión durante los procesos de granitización originan estructuras plegadas casi siempre disconformes a causa del aumento del volumen. Estos pliegues "petrológicos" dan lugar a texturas diversas que se corresponden con zonas determinadas de los mismos. Así las facies de "porfiroides-conglomeráticas" corresponden más o menos con las inflexiones "valle-sierra", y las facies cristalinas-granoblásticas corresponden a las zonas de menor gradiente de deformación.

6.ª Las rocas arcillosas caoliníferas con más o menos pirofilita, las atribuimos a procesos genéticos en donde intervienen factores tectónicos e hidrotermales que "alteran" las rocas cuarzo-feldespáticas originadas en las primeras etapas de la granitización.

BIBLIOGRAFIA

APARICIO YAGÜE, A., y SÁNCHEZ CELA, V.: *Origen de las rocas básicas de los alrededores de Burguillos del Cerro (Badajoz)*. "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.", 70, 139-151 (1972).

ARCHE, A.: *et al. Consideraciones sobre las series ordovícicas y ante-ordovícicas de la región de la Sierra del Alto Rey-Sierra de la Bodega (Sistema Central de España)*. "Bol. Geol. Min.", 88, 501-507 (1977).

BARD, J. P.: *Granites écrasés et orthogneiss "Ollo de Sapo" à disthène dans la bande métamorphique de Badajoz-Azuaga (Badajoz, Espagne) et le problème d'un socle briovérien dans le Sud de l'Espagne*. "C. R. Acad. Sc. Paris", 265, 1875-1878 (1967).

- *Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Araucaria en Andalousie occidentale (Espagne); sa place dans le segment hercynien sub-iberique.* "Thèse Fac. Sc. Monstpellier", 397 p. (1969).
- CHACÓN, J.: *Metamorfismo dinámico en la banda Badajoz-Córdoba: Los gneises milonitas de Higuera de Llerena (prov. Badajoz).* "Bol. Geol. Min.", 85, 700-712 (1974).
- DELGADO QUESADA, M.: *Esquema geológico de la hoja 878 de Azuaga (Badajoz).* "Bol. Geol. Min.", 82, 277-286 (1971).
- FEBREL, T.: *Memoria y hoja geológica, 857 "Valsequillo".* "Inst. Geol. Min.", España (1963).
- GALÁN HUERTOS, E., y MARTÍN VIVALDI, J. L.: *Caolines españoles: geología, mineralogía y génesis. Parte VI: Depósitos paleozoicos, neógenos y cuaternarios.* "Bol. Soc. Española de Cerámica y Vidrio, V 13, 6. Madrid (1974).
- HERNÁNDEZ ENRILE, J. L.: *Las rocas porfiroides del límite Cámbrico-Precámbrico en el flanco meridional del Anticlinalorio Olivenza (Badajoz).* "Bol. Geol. Min.", 82, 359-370 (1971).
- MUELAS PEÑA, A.: *Memoria y hoja geológica, Plan Magna, 827: "Alconchel".* "Inst. Geol. Min. España (1976).
- MUÑOZ, M., y VEGAS, R.: *Paragneises y ortogneises de la banda metamórfica Badajoz-Córdoba.* "Bol. Geol. Min.", 85, 450-463 (1974).
- PARGA PONDAL, I.: *et al. Introduction à la géologie de l'Ollo de Sapo, formation porfiroide antesilurienne du nord-ouest de l'Espagne.* "Notas y comunicaciones", 76, 119-154 (1964).
- SÁNCHEZ CELA, V., y APARICIO, A.: *Nuevas consideraciones petrogenéticas sobre las rocas gnéissicas y "porfiroides" localizadas en la alineación estructural almendralejo-Azuaga (Badajoz).* "Bol. Geol. Min.", 83, 407-419 (1972).
- *Sobre las rocas "porfiroides" de la banda Almendralejo-Azuaga.* "Bol. Geol. Min.", 86, 193-195 (1975).
- SÁNCHEZ CELA, V., y GABALDÓN LÓPEZ, V.: *Nuevas consideraciones petrológicas, estructurales y estratigráficas en la depresión de Peraleda-Valsequillo (Badajoz-Córdoba).* "Bol. Geol. Min.", 86, 63-71 (1975).
- *Memoria y hoja geológica, Plan Magna, 831 "Zalamea de la Serena".* "Inst. Geol. Min.", España (1977 a).
- *Memoria y hoja geológica, Plan Magna, 856 "Manguilla".* Inst. Geol. Min., España (1977 b).
- *Memoria y hoja geológica, Plan Magna, 832, "Monterrubio de la Serena".* Inst. Geol. Min., España (1978).

Recibido: Enero 1978.



Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas

Por A. APARICIO (*) y F. BELLIDO (*)

RESUMEN

Se estudia el proceso de milonitización a partir de rocas graníticas dentro del plutonismo Hercínico del Sistema Central Español.

El aumento de la intensidad de la deformación va acompañada de cambios texturales, desde facies porfíricas heterogranulares de grano medio-grueso, a facies con textura oftalmítica en los pasos intermedios, y finalmente al desarrollo de una intensa laminación que desdibuja las estructuras previas.

Mineralógicamente se aprecia la desaparición de plagioclasa y feldespato potásico, neoformación de sericita-moscovita y transformación de biotita a clorita. Estos cambios mineralógicos van acompañados de un progresivo enriquecimiento en SiO₂ hacia la zona de máxima deformación, junto con una pérdida de Ca y Na fundamentalmente. Paralelamente, los elementos menores muestran, en líneas generales, un aumento del Cu, Pb, Th y fuertes disminuciones de Ba y Sr según el orden creciente de milonitización.

ABSTRACT

This paper deals with the transformation from granitic to mylonitic rocks by faulting of plutonic rocks of Sistema Central Español (Hercynian Massif).

Increasing intensity of shearing produce textural changes; the porphyritic granitic rocks change to ophthalmic rocks and finally to strong schistosity rocks.

The most important mineralogical aspect is the breakdown of biotite and the generation of new-minerals (sericite-muscovite).

These mineralogical changes are followed by increasing silicification and decrease in Ca, Na from plutonic to mylonitic rocks.

The minor elements have a behaviour similar to the associated major elements, only Cu, Pb, Th are concentrated in the fault zone decreasing the concentration in Ba, Sr.

INTRODUCCION

El estudio de facies miloníticas en relación con rocas de carácter plutónico y metamórfico ha sido ampliamente tratado en numerosos trabajos (ALF, 1948; THEODORE, 1970; ANTHONIOZ, 1971; BELL y ETHERIDGE, 1973; ROSS, 1973; BULLIER y GUEGUEN, 1975; JAIN, 1975, etc.), en casi todos ellos se analizan los cambios texturales y mineralógicos que presentan este tipo de rocas de carácter milonítico, pero son escasas las relaciones encontradas entre mineralogía, textura y los cambios químicos originados como consecuencia de la deformación.

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica, C.S.I.C. Madrid.

Para el estudio de estas transformaciones se ha estudiado una zona de fractura en las inmediaciones de Otero de Herreros (Segovia), Hoja 507 (1:50.000) (coordenadas: Latitud 40° 48' 28", Longitud 0° 31' 15"), con desarrollo de milonitos, formada en materiales de naturaleza adamellítica (granitos B en el sentido de la comisión de la I.U.G.S., 1973), que constituyen casi totalmente las facies plutónicas anatécicas y tardi-tectónicas de edad Hercínica, en el Sistema Central Español (APARICIO, et. al., 1975). Las rocas adamellíticas intruyen en neises glandulares (Q+FK+Plag+Bi±Mo±Cord±Sill±Alm) de "estadio alto" afectados por un metamorfismo de bajas presiones (FUSTER, et. al., 1974; LÓPEZ RUIZ, et. al., 1975). La edad de las

series graníticas ha sido determinada por MENDES, et. al. (1972) en valores de 273 ± 16 m. a.

El conjunto de rocas metamórficas y plutónicas presenta un sistema de fracturación tardía (diaclasas) con direcciones NE-SO, SO-NE que en algunos casos han adquirido movilidad dando origen a procesos de intensa milonitización y transformación total de la roca caja (adamellitas) a facies esquistosadas.

La fractura estudiada tiene un desarrollo longitudinal de unos 1.500 metros y una potencia de la zona estrictamente milonítica de 1,5 metros (figura 1), si bien las facies cataclásticas se extienden unos 40 metros a ambos lados de la fractura hasta llegar a las facies graníticas no transformadas. La fractura es de tipo normal con $D=140$, $B=45$ Sur, desarrollándose una fuerte lineación ($D=130$, $I=12$ Sur), y estriación, en el centro de la zona milonítica, junto a una fuerte esquistosidad, que con la lineación, desaparece en los bordes del milonito.

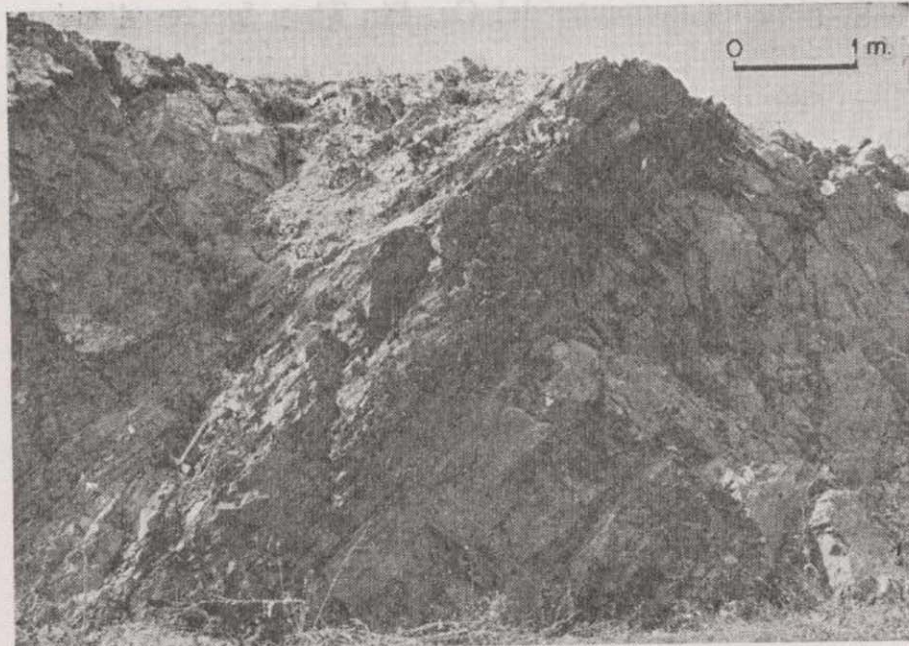


Figura 1

Aspecto de la zona de fractura. La zona más oscura central corresponde a la zona más intensamente milonitizada.

MÉTODOS UTILIZADOS

El estudio de la fractura se hizo en base a diez muestras seleccionadas, tomadas a distancias variables desde el centro de la fractura hacia los bordes. Una de las muestras corresponde a la adamellita regional y de las nueve restantes, dos se sitúan en el centro de la fractura (D-1, F-1), tres por encima del plano de falla (E-3, E-2, E-1) a distancias de 5,2 y 0,5 metros, respectivamente del

plano y cuatro por debajo (D-2, F-2, F-4, F-5) con distancias de 0,5, 1,10, 3,20 y 10 metros de la zona de mayor milonitización.

Las 10 muestras han sido analizadas químicamente determinándose sus concentraciones de elementos, mayores y menores (Ba, Sr, V, Th, Cu, Pb, Rb, Y, Zn, Zr). Los elementos menores, se analizaron usando un espectrómetro Philips semi-automático, modelo PW 1410 de 3 KW.

CAMBIOS MINERALÓGICOS Y TEXTURALES

La secuencia completa de fracturación se puede observar en la figura 2 en donde se muestra el paso desde facies no deformadas de textura porfídica (A) a rocas con textura cataclástica (B) y posteriormente oftalmítica en los feldespatos (C, D), hasta las fases (E, F) en donde es patente la destrucción de estas formas y la generación de una esquistosidad.

Este cambio textural es concordante con un proceso de cambios mineralógicos desde la roca original adamellítica porfídica, cuyos componentes son cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita y accesorios como opacos, zircón, apatito, hasta la roca milonítica de textura esquistosa y de composición altamente silíceas, con notable pérdida de los componentes feldespáticos.

En el cuadro I están representados de forma esquemática estos cambios. El primer paso de la inestabilidad mineral está presente en la cloritización de la biotita que se adapta a los feldespatos, ya algo rotos y que tienden a adoptar mecánicamente la textura oftalmítica (fig. 2 C, D). En las zonas de mayor intensidad deformativa (centro del milonito) la clorita es fuertemente triturada pasando a formar parte de una matriz microcristalina.

Los feldespatos (plagioclasa y feldespato potásico) muestran un comportamiento diferente. En los estadios C, D ambos minerales tienden a dar textura oftalmítica, difuminándose con el resto de los componentes en progresivos estadios de cataclasis donde las texturas oftalmíticas desaparecen a causa de la fuerte laminación. La plagioclasa muestra una débil disminución en el contenido en anortita al aumentar la intensidad de la deformación (An 32 a An 24).

La presencia de sericita-moscovita en gran cantidad tan sólo ocurre en los últimos estadios (figura 2 E, F), junto a la desaparición de biotita (clo-



A)



D)



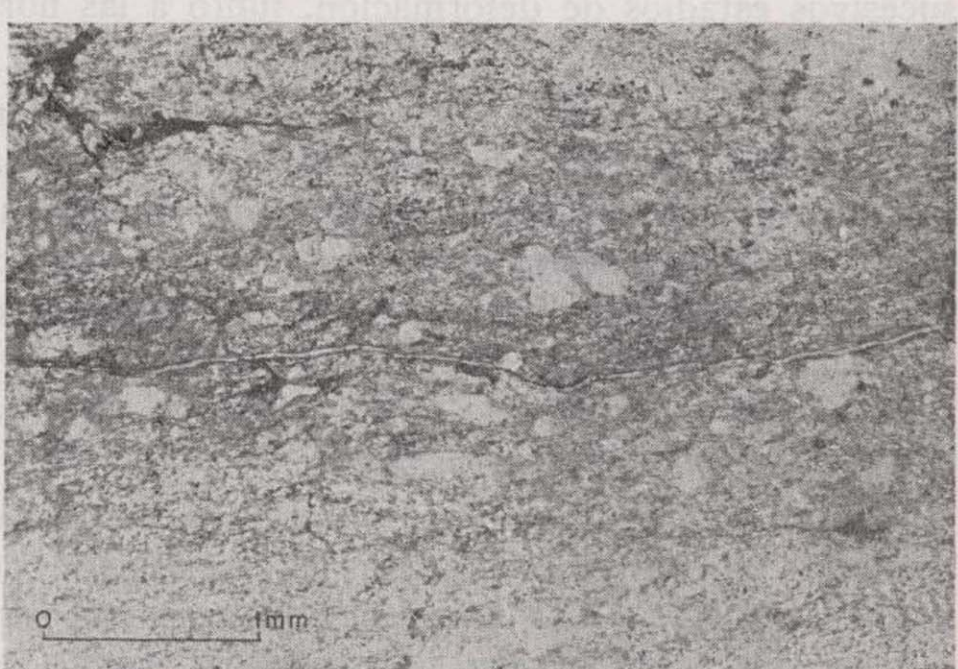
B)



E)



C)



F)

Figura 2

Proceso de milonitización en rocas graníticas. A) Roca adamellítica original, B) Comienzo de cataclasis con alargamiento y adaptación de minerales micáceos en las microfracturas de los feldspatos, C) Cuarzo recristalizados en contacto con feldspatos microfracturados con tendencia a dar textura oftálmica, D) Generación de texturas oftálmicas durante el proceso de milonitización, E) Tendencia a la desaparición de la textura oftálmica y comienzo de formación de esquistosidad, F) Milonito microcristalino con desarrollo de esquistosidad.

CUADRO 1

Cuadro de variación mineralógica

Milonitización creciente + ↓	Plagio-clasa	Feldespato potásico	Cuarzo	Biotita	Moscovita-Serfícita
	An 30-32	Cristales de Naturaleza porfídica.		Poligonizado.	Transformándose a clorita.
An 29-24	Cristales rotos con textura oftalmítica.		Poligonizado en lentejones.	Clorita.	Asociada a los productos de degradación de feldespatos y biotitas.
An 24-25	Cristales rotos de carácter oftalmítico.		Poligonizado en lentejones.	Clorita.	Asociada a los productos de degradación de feldespatos y biotitas.
An 24-25	Microcristales.		Recristalizado, define esquistosidad.	Clorita.	Microcristales.

Los componentes mineralógicos aparecen finamente granulados y definen

rita) y plagioclasa. El cuarzo en los primeros estadios aparece fuertemente poligonizado alcanzándose una fuerte recristalización en los pasos finales de la milonitización.

QUIMISMO

En la tabla I presentamos los análisis químicos de la serie de rocas estudiadas correspondientes a los sucesivos estadios de deformación, junto a las normas C. I. P. W.

El hecho más evidente se centra en la variación del contenido en SiO₂, que para las muestras de la zona central del milonito muestra un fuerte aumento sobre los contenidos de la roca regional no afectada en el proceso. Este punto queda evidenciado por el incremento en la cantidad de cuarzo normativo, que salvo ligeras oscilaciones, se observa al aproximarnos a la zona central.

Esta variación del contenido en SiO₂ es contrarrestada fundamentalmente por la disminución de Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O, correlacionable con una pérdida gradual de minerales feldespáticos; siendo de magnitud poco apreciable las variaciones del resto de los óxidos mayoritarios.

La pérdida de plagioclasa y feldespato potásico se puede observar en la norma C. I. P. W., en donde también se ve que las rocas más intensamente milonitizadas muestran un aumento en corindón nor-

mativo que nos indica una mayor movilidad de calcio y alcalis que emigran más fácilmente durante el proceso, quedando el aluminio en exceso. La no observación de venas de cuarzo permite suponer que no ha habido un aporte externo sustancial de cuarzo, siendo debido este aumento relativo de sílice a una pérdida de los componentes feldespáticos.

En la tabla II están expresados los coeficientes de correlación entre los elementos mayores y traza de las rocas analizadas con objeto de visualizar el comportamiento de estos últimos respecto a las variaciones composicionales principales determinadas por el proceso de fracturación. Las pautas fundamentales observadas indican un crecimiento de la concentración de Cu, Pb y Th paralelo al aumento de SiO₂ asignándose este crecimiento a la actividad hidrotermal acompañante en la milonitización que ha originado pequeñas mineralizaciones en la zona de fractura. Los restantes elementos menores con correlaciones positivas apreciables (Ba, Sr, Zr, Zn, Y) la presentan fundamentalmente frente a los elementos mayores que entran en la composición de los feldespatos y/o la biotita (Al₂O₃, CaO, Na₂O, K₂O, MgO, FeO, TiO₂), variando inversamente al proceso de cataclasis y enriquecimiento relativo en sílice a causa de la disminución en feldespatos y alteración de las biotitas. La inexistencia de variación apreciable en el contenido en rubidio, a pesar de la disminución del feldespato, es debida probablemente

TABLA I

Distancia al centro de falla	REGIONAL	POR ENCIMA				CENTRO		POR DEBAJO			
	1 Km	5 m	2 m	0,50 m	D-1	F-1	0,50 m	1,10 m	3,20 m	10 m	
	B-1	E-3	E-2	E-1	D-1	F-1	D-2	F-2	F-4	F-5	
SiO ₂	69,10	71,50	74,50	72,50	79,80	83,20	78,60	72,20	72,69	71,00	
Al ₂ O ₃	14,64	14,13	12,75	13,66	10,10	8,84	10,60	13,27	13,52	14,33	
Fe ₂ O ₃	0,61	0,66	0,60	0,82	0,76	0,24	0,16	0,57	0,59	1,03	
FeO	2,01	0,92	1,22	1,62	2,39	1,78	1,55	3,29	1,00	1,57	
MnO	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,01	0,10	0,00	0,09	
MgO	1,21	1,71	0,81	0,71	0,60	0,53	0,71	0,63	0,69	0,93	
CaO	1,82	0,84	0,70	0,84	0,42	0,17	0,42	1,30	0,86	0,58	
Na ₂ O	3,56	3,99	3,45	3,72	0,65	0,56	2,64	2,95	2,52	3,71	
K ₂ O	4,62	4,53	4,00	3,66	3,03	2,98	4,29	3,95	5,71	4,12	
TiO ₂	0,40	0,14	0,14	0,16	0,13	0,11	0,10	0,33	0,16	0,26	
P ₂ O ₅	0,23	0,20	0,22	0,12	0,09	0,07	0,08	0,23	0,21	0,20	
Co ₂	0,60	—	0,40	0,30	—	—	—	—	—	—	
H ₂ O	1,06	1,23	1,18	1,57	1,92	1,58	0,82	1,22	1,44	1,76	
TOTAL	99,88	99,85	99,97	99,80	99,82	100,19	99,98	100,04	99,59	99,58	
Ba	802	333	303	350	350	227	361	770	611	535	
Cu	0	37	59	365	3034	1039	260	488	1003	9	
Pb	35	29	27	27	64	32	32	32	39	33	
Rb	169	211	212	193	204	179	241	218	219	192	
Sr	133	72	62	64	0	11	71	98	102	98	
Th	15	4	7	24	43	52	18	13	21	25	
V	33	25	19	24	39	34	26	20	12	27	
Y	26	17	18	18	14	19	14	20	34	22	
Zn	56	43	44	53	91	45	50	65	59	86	
Zr	184	79	70	82	65	73	54	237	98	120	
Ap	0,53	0,46	0,51	0,28	0,21	0,16	0,19	0,53	0,49	0,46	
Ilm	0,76	0,27	0,27	0,30	0,25	0,21	0,19	0,63	0,30	0,49	
Or	27,30	26,77	23,64	21,63	17,91	17,61	25,35	23,34	33,74	24,35	
Mt	0,88	0,96	0,87	1,19	1,10	0,35	0,23	0,83	0,86	1,49	
An	7,53	2,86	2,04	3,38	1,50	0,39	1,56	4,95	2,89	1,57	
C	1,03	1,62	2,00	2,34	5,20	4,55	1,04	2,33	2,14	3,19	
Hy	5,58	5,17	3,53	3,84	5,10	4,26	4,34	6,78	2,80	4,09	
Ab	30,13	33,76	29,19	31,48	5,50	4,74	22,34	24,96	21,32	31,39	
Q	24,49	26,75	36,35	33,39	61,24	66,24	43,92	34,47	33,40	30,78	
FeMg	0,39	0,14	0,36	0,47	0,65	0,63	0,52	0,72	0,32	0,37	

TABLA II

	Ba	Cu	Pb	Rb	Sr	Th	V	Y	Zn	Zr
SiO ₂	-0,67	0,59	0,35	0,12	-0,87	0,74	0,44	-0,48	-0,03	-0,56
Al ₂ O ₃	0,60	-0,61	-0,39	-0,13	0,84	-0,74	-0,47	0,48	0,01	0,49
Fe ₂ O ₃	0,22	0,02	0,17	-0,32	0,22	-0,14	-0,03	0,16	0,60	0,18
FeO	0,46	0,32	0,32	-0,10	-0,05	0,23	0,32	-0,21	0,44	0,67
MnO	0,45	-0,02	0,03	-0,13	0,17	0,14	0,10	-0,04	0,59	0,65
MgO	0,10	-0,48	-0,28	-0,13	0,40	-0,61	0,00	0,03	-0,27	0,06
CaO	0,84	-0,39	-0,18	-0,27	0,79	-0,57	-0,19	0,45	-0,07	0,78
Na ₂ O	0,33	-0,82	-0,65	0,06	0,76	-0,86	-0,50	0,18	-0,25	0,28
K ₂ O	0,51	-0,44	-0,25	0,30	0,77	-0,63	-0,70	0,74	-0,20	0,19
TiO ₂	0,90	-0,33	-0,10	-0,43	0,73	-0,30	0,02	0,41	0,25	0,91
P ₂ O ₅	0,68	-0,51	-0,31	-0,06	0,77	-0,73	-0,55	0,56	-0,03	0,63

a la incorporación de este elemento a los minerales micáceos de la matriz.

Estas deducciones nos permiten suponer que los únicos componentes menores aportados en los procesos acompañantes a la milonitización corresponden a Cu, Pb, Th, reflejando los demás elementos las disminuciones o alteraciones de los componentes mineralógicos anteriormente citados.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. J. L. Brandle por la crítica del Texto y a V. Calleja y J. L. Casaseca por la ayuda en la elaboración del texto.

BIBLIOGRAFIA

- ALF, R. M.: *A mylonite belt in the southeastern San Gabriel mountains, California* "Geol. Soc. Am. Bull.", 59, 1101-1120 (1948).
- ANTHONIOZ, P. M.: *Les mylonites profondes. Etude qualitative et comparative du metamorphisme blastomylonitique*. "Sciences de la Terre", 16, núm. 2, 109-155 (1971).
- APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M.: *Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español*. "Mem. Inst. Geol. Min. Esp.", 88 (1975).

BELL, T. H. y ETHERIDGE, M. A.: *Microstructure of mylonites and their descriptive terminology*. "Lithos", 6, 337-348 (1973).

BOULLIER, A. M. y GUEGUEN, Y.: *SP-Mylonites Origin of some Mylonites by superplastic Flow*. "Contr. to Mineralogy and Petrology", 50, 93-105 (1975).

FUSTER, J. M.; APARICIO, A.; CASQUET, C.; GARCÍA CACHO, L.; MORA, A., y PEINADO, M.: *Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central Español*. "Bol. Geol. Min.", 85, 595-600 (1974).

JAIN, J. K.: *Structure and Petrology of Mylonite and Related Rocks from the Lesser Himalaya, Garhwal, India* "Geologische Rundschau", 64, 230-248 (1975).

LÓPEZ RUIZ, J.; APARICIO, A., y GARCÍA CACHO, L.: *El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. "Mem. Inst. Geol. Min. Esp.", 87, 127 páginas (1975).

MENDES, F.; FUSTER, J. M.; IBARROLA, E., y FERNÁNDEZ SANTIN, S.: *L'age de quelques granites de la Sierra de Guadarrama (System Central Espagnol)*. "Rev. Facul. Ciencias Lisboa", 17, 345-365 (1972).

ROSS, J. V.: *Mylonitic rocks and flattened garnets in the Southern Ocanogan of British Columbia*. "Can. Journ. Earth Sc.", 10, 1-17 (1973).

THEODORE, J. G.: *Petrogenesis of Mylonites of high metamorphic grade in the Peninsular Ranges of Southern California*. "Bull. Geol. Soc. Am.", 81, 435-448 (1970).

INFORMACION

Memoria sobre la organización, desarrollo y trabajos realizados en el XXIV Campamento para Prácticas de Geología "Luis Solé Sabarís. Panticosa 1978"

Por L. M. RIOS, F. J. BELTRAN, J. M. LANAJA, F. J. MARIN y F. BODEGA

I. INTRODUCCION

Una vez más se ha celebrado el Campamento para Prácticas de Geología en los Pirineos por iniciativa y bajo la dirección de don José María Ríos García, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Este año tuvo como tema de estudio el alto río Gállego y como base el pueblo de Panticosa en donde se habían celebrado en los años 1955 a 1960 los primeros Campamentos. Estuvo dedicado en homenaje al profesor don Luis Solé Sabarís con motivo de su jubilación.

Fue Codirector don Adriano García-Loygorri, Doctor Ingeniero de Minas y Profesor de Prácticas y de Campamentos de la Cátedra de Geología de la Escuela.

Fueron instructores Fernando Bodega Barahona, Doctor Ingeniero de Minas de la Empresa Nacional Adaro, Luis María Ríos Aragües, Doctor Ingeniero de Minas, Francisco José Beltrán Cabrera, Licenciado en Ciencias Geológicas y Francisco José Marín Blanco, alumno de 5.º Curso de la Escuela; estos tres últimos del Grupo de Trabajo de la Cátedra de Geología de la Escuela.

Julián Vega Esteban, Ingeniero Técnico de Minas y Maestro de Laboratorio de la misma Cátedra desempeñó eficazmente la labor de Secretario.

Para charlas y otras actividades de trabajo, don Juan Miguel de Lope Royo, Alcalde de Panticosa, puso ama-

blemente a disposición del Campamento la Sala de Juntas del Ayuntamiento.

Los participantes fueron recibidos en Panticosa el día 13 de julio y la comida de clausura se celebró en el mismo lugar el día 31 de julio.

La procedencia de los participantes, cuya lista se incluye en un apéndice, se distribuye de la manera siguiente:

Universidad de Colonia	1
Universidad de Cracovia	1
Universidad de Barcelona	1
Universidad de Madrid	1
Universidad de Zaragoza	1
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Madrid	3
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid	3
Escuela Técnica de Minas de Belmez	1
Escuela Técnica de Minas de Linares	1

Con los cuatro instructores, secretario y un conductor hacen un total de 18 participantes.

Además se contó con la agradable compañía de antiguos participantes femeninos de anteriores Campamentos que coincidieron durante esos días en Panticosa.

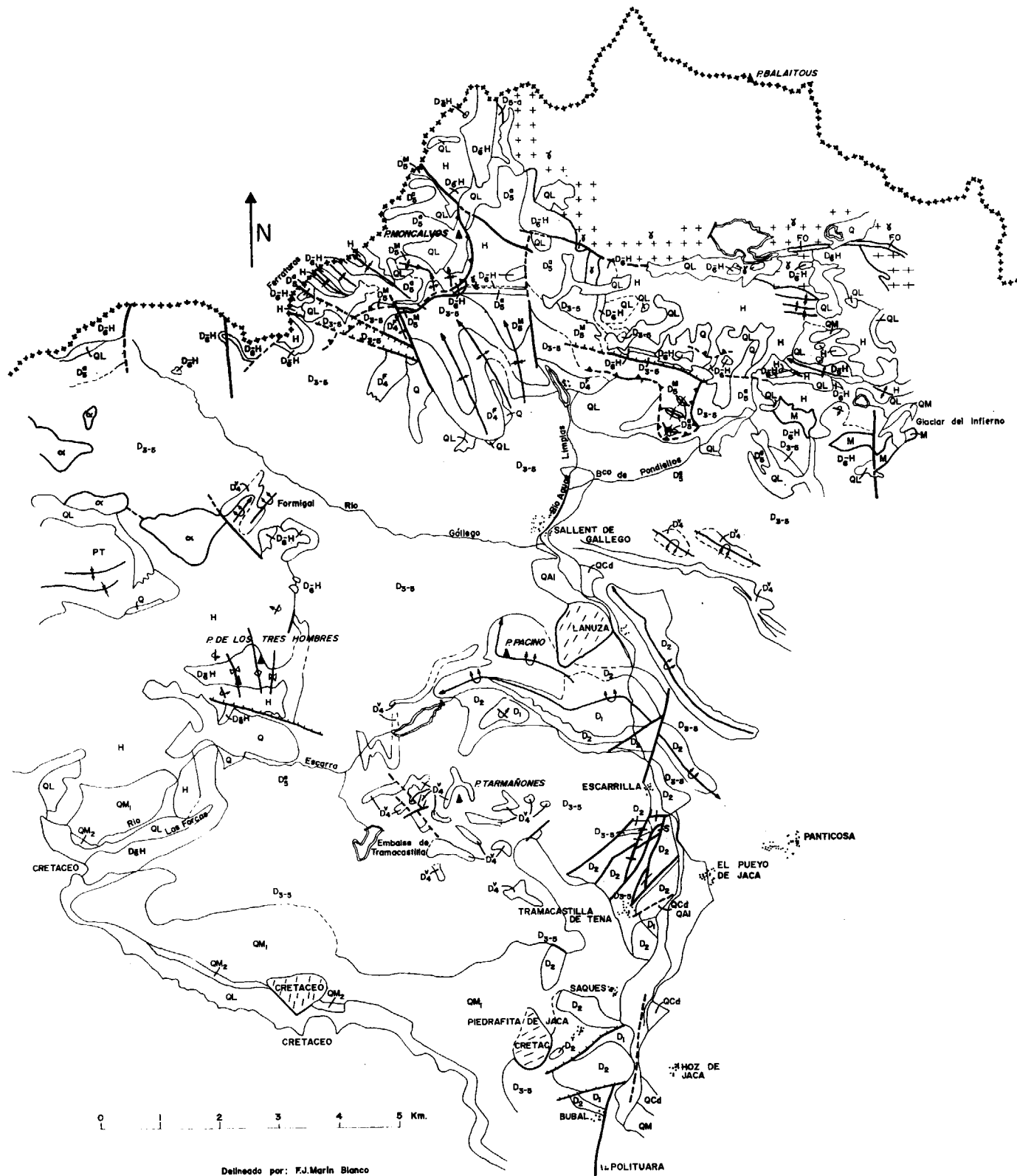


Figura 1

Q Cuaternario indiferenciado. QL derrubios de ladera. QCd cono de deyección. QAl aluviones. QM₁ morrena antigua. QM₂ morrena moderna, C Cretáceo superior. PT Permotrias. y granitos. FO dique de porfirita con esquistosidad. α andesita. D caliza no diferenciada. M mármol. Trama de rayas discontinuas: masas deslizadas. Ver además otros símbolos en figura 2.

2. DESARROLLO DEL CAMPAMENTO

El trabajo se realizó según itinerarios en las cuencas del alto río Gállego, río Aguas Limpias y barranco de Pondiellos, hasta el límite sur del macizo granítico del Balaitous. Las observaciones, tanto de estaciones como de croquis laterales al itinerario, se hicieron sobre foto aérea 1:30.000 habiéndose logrado la cartografía geológica en dicha área. Al mismo tiempo ello ha permitido obtener una idea, bastante real en sus grandes rasgos, de la serie estratigráfica del Devónico y Carbonífero.

Aparte de las primeras jornadas de entrenamiento, una por la carretera entre Lanuza y Búbal y otra desde el ibón de Tramacastilla hasta el collado de Izas, se efectuaron cinco salidas de dos días de duración, cuatro de éstas pernctando en tienda de campaña.

El excelente tiempo de que se ha podido gozar en este Campamento ha permitido su aprovechamiento al máximo. La única tormenta tuvo lugar al llegar al hotel después de la última salida.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

La cartografía obtenida en este Campamento figura en el mapa adjunto (reducción del dibujado sobre fondo fotogramétrico 1:50.000) en el que se ha integrado el trabajo de fin de carrera de J. M. Lanaja realizado al Oeste del embalse de Búbal hasta el pico de los Tres Hombres.

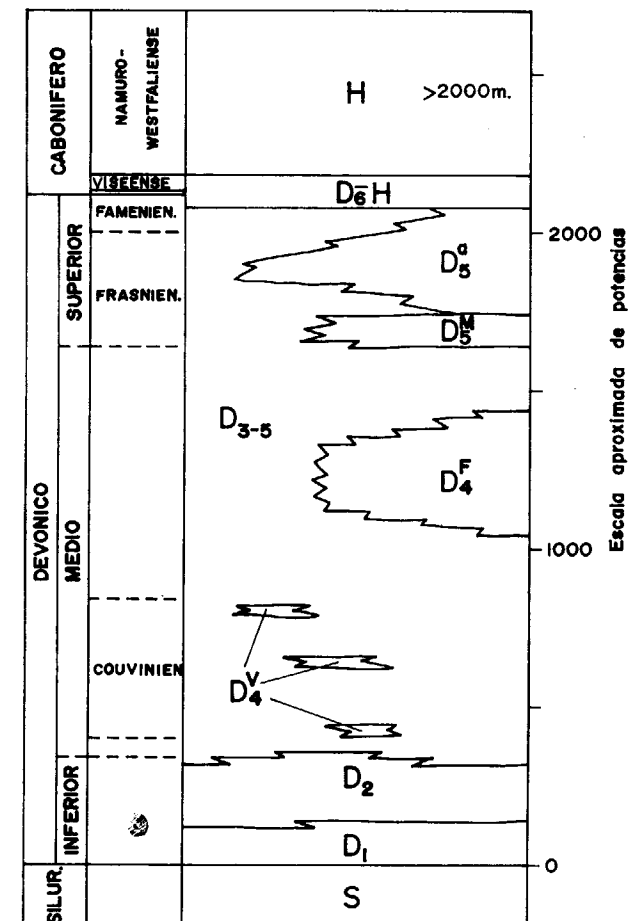
El cuadro de formaciones de la figura 2 sirve, en parte, de leyenda a dicho mapa.

Una reconstrucción de la serie devoniana más completa, con todas las formaciones, puede obtenerse desde los alrededores de Escarrilla hasta los picos Moncalvós y Ferreturas. Los anticlinales que se dibujan en la formación Pacino (*D₂*) hunden sus charnelas hacia el Oeste debajo de los extensos pizarrales del Formigal. Wensink (1962) atribuyó la caliza del Pacino al Devónico medio y los pizarrales al Devónico inferior. Sin entrar en la discusión del valor estratigráfico de los abundantes hallazgos faunísticos de Wensink, no cabe duda de que, desde el punto de vista estructural y cartográfico, la formación

Figura 2

Esquema litoestratigráfico del Paleozoico

- H. Areniscas o grawvacas (1dm-10m), gris-oscuro y pizarras grises. Presencia de plantas.
- D_{6-H}. Calizas del paso Devónico-Carbonífero. De abajo a arriba: Calizas de pátina parda ("griotta") y calizas grises con *Clymenia*. Calizas con niveles (5 cm) de lilitas. Calizas negras con *Goniatites*. Localmente esta serie se encuentra muy reducida de espesor por efecto tectónico o más probablemente por hiato o laguna de términos de la serie.
- D_{5^a}. Alternancia (1 mm - d) de pizarras y areniscas de grano fino más o menos calcáreas. Presencia de "climbing ripples" y estructuras amigdaloides. Serie de Ferreturas de H. Wensink equivalente de la "Série du Pic Lariste", de R. Mirouse (1962).
- D_{5^M}. Calizas de Moncalvós. Rodean el pico Molcalvós y constan de un tramo superior de pátina amarilla con pasadas (cms) de pizarra y un tramo inferior más masivo de pátina gris. Wensink las atribuye al Frasnense.
- D_{4^F}. Caliza masiva arrecifal de la Peña Foradada, Dalloni (1910).
- D_{4^V}. Calizas versicolores fosilíferas (Couviniense de Wensink) de apariencia lentejonar y aspecto "pseudo-griotta".
- D₃₋₅. Pizarras negras. Pueden englobar lentejones de caliza D_{4^V} no diferenciados y tramos arenosos D_{5^a} no diferenciados.
- D₂. Caliza negra masiva. Formación Pacino de Valero.
- D₁. Alternancia (1 dm - 1 m) de pizarra y caliza más o menos pizarreña.
- S. Pizarras ampelíticas. Presencia de caliza negra con orthoceráticos y *Carlitolas*.



Pacino es inferior a la pizarras de Sallent y Formigal. La atribución hecha por J. Valero (1974) de la formación Pacino al Devónico inferior está más conforme con este hecho de observación.

En la zona del trabajo de Lanaja faltan las formaciones D_4^M y D_4^F entre las calizas versicolores D_4^P del vértice Tarmañones y las calizas del paso Devónico-Carbonífero de Las Forcas y Picos de los tres Hombres, probablemente por cambio lateral de facies a pizarras. No obstante hemos observado la facies arenosa del Devónico alto (D_5^A) en el embalse de Tramacastilla y en el río Escarra aguas arriba del embalse del mismo nombre. El hallazgo de un *Poteriocrinus sp.* permite confirmar su edad Devónico superior.

Así, pues, en el área del río Gállego se encontró una serie devoniana parecida en lo esencial a la serie de la zona de Benasque estudiada en anteriores Campamentos (L. M. Ríos, F. J. Beltrán, J. M. Lanaja, F. J. Marín, libro a la memoria del profesor Solé Sabarís, en prensa) consistente en un tramo calcáreo basal alterante con pizarra en la parte inferior, un tramo calcáreo de paso al Carbonífero y, entre los dos, un desarrollo considerable de pizarras con posibilidad de facies arenosas de preferencia hacia la parte alta, pizarras que admiten intercalaciones más o menos lentejonares a veces potentes de calizas de facies diversas frecuentemente con fauna arrecifal.

4. PREVISIONES SOBRE EL XXV CAMPAMENTO

En el próximo Campamento, proyectado también en el área de Panticosa, donde se iniciaron las primeras actividades, van a concurrir dos circunstancias de especial relieve:

— Hará el número XXV de unos trabajos inintermitidos, dirigidos tanto en campo como en gabinete, a la formación de técnicos en cuya vida profesional van a representar un papel importante los conocimientos geológicos.

— Va a coincidir con el último año de las tareas docentes del profesor Ríos, creador y motor de estos Campamentos, a los que ha dedicado una gran parte de su tiempo y cariñoso entusiasmo, y que han originado no sólo la iniciación de vocaciones, sino también verdaderas amistades entre profesionales de distintos centros y nacionalidades.

Por las circunstancias citadas, el equipo que colabora en el desarrollo de los Campamentos, propone que el próximo lleve el nombre de José María Ríos.

Por ello, y sin que esto suponga una interferencia en las actividades a desarrollar en el próximo Campamento, se invitará a todos los antiguos asistentes a repetir aquellas experiencias, aunque sólo sea en una rápida visita.

La enseñanza de la minería en el Mundo Hispánico (Noticias históricas)

Por J. M. LOPEZ DE AZCONA (*)

VII. LA ENSEÑANZA EN VARIOS PUNTOS DE LA METROPOLI (1777-1835)

VII-1. ANTECEDENTES

Como justificación de las fechas límites de este capítulo, tenemos para la más cercana la cédula de Carlos III encomendando a Storr la enseñanza de la Geometría subterránea y para la más lejana la disposición de Isabel II trasladando la primitiva Escuela de Almadén a Madrid.

Como las enseñanzas durante este período en las Escuelas de Almadén y de Madrid están incorporadas a los capítulos IV y V, respectivamente, quedan omitidas en éste.

El período considerado, coincidente en parte con el crecimiento económico iniciado en el siglo XVIII, encontró múltiples dificultades, propias de las bases de la política industrial de Carlos III, con una serie de circunstancias que la agravaron, como la sociedad de estamentos con horizonte regional, conflictos continuos entre el Estado y la iniciativa privada, lucha por la posesión de una de las principales fuentes de energía, el bosque, hasta el extremo de que el sabio ingeniero Fernando Casado de Torres, llegó a proponer a S. M. (1797) en la proyectada Ordenanza de Montes, se le diese a ésta el beneficio de las muchas minas carboneras que abundan en las entrañas de nuestra Península, por ser lo mejor, estén ambos ramos de energía en manos de un Cuerpo.

Fundadas por el estado las dos Reales Fábricas de Orbaiceta (1784) y Trubia (1794), se intentó en esta, utilizar

(*) Ingeniero Decano del Cuerpo de Ingenieros de Minas.

Esta obra se finalizó el 15 de enero de 1977. Sus capítulos se irán publicando durante el presente año (1978) en números sucesivos de este Boletín. El capítulo último lo publicó la "Comisión del bicentenario de la fundación de la Escuela de Minas" con el título "Los uniformes de la minería (1777-1977)".

el coque metalúrgico en sus dos hornos altos (1796) ensayo seguido de un rotundo fracaso; pero un activo industrial, Antonio Raimundo Ibáñez (1749-1809), marqués de Sargadelos logra autorización oficial para la implantación de una fundición moderna (1791) y pocos años después (1797) es encendido el primer horno alto caldeado con carbón vegetal.

La mayor acentuación de la crisis corresponde en líneas generales al período de 1790-1840, varios de estos años sin promociones en nuestra Escuela de Ingenieros ni en las Universidades, consecuencia de cuatro desastrosas contiendas 1793-95, 1796-1801, 1804-1808, 1808-1814, prolongadas con tres guerras civiles, 1820, 1823 y 1833-39. En el último cuarto del siglo XVIII fue de crisis de subsistencias, alza de precios, inflación, desajuste comercial, etc. Se observan los agobios de la Hacienda desde los primeros instantes de la guerra de 1779, patentizando la fragilidad de la política de Carlos III, extremo confirmado (1793) con unas actividades industriales tradicionales en duro contraste con los rápidos avances de otros países, incrementado con la destrucción de la balanza comercial y el sistema hacendístico de la metrópoli, promovido en parte por la separación de los países hispánicos, ya mayores de edad.

Muchos centros y destacadas personalidades, están dispuestas a sacrificarse y promueven en sus regiones enseñanzas relacionadas con el ramo de la minería, dignas de destacarlas. Lástima que la dispersión, destrucción y extravío de muchos documentos, en las épocas mencionadas y posteriormente en la Guerra Civil (1936-39), no permita disponer de una información tan completa como deseamos.

Coincide este último tercio del siglo XVIII, con la promoción en diversas regiones de España, de una serie de sociedades denominadas de "amigos del país", "patrióticas", "filantrópicas", etc., con reglamentación inspirada en la Ilustración, las cuales alcanzaron una importancia indiscutible para la sociedad burguesa, y son consideradas como los primeros pasos de la democratización española.

Algunas de estas entidades, tuvieron como punto de partida círculos científicos-literarios, celebrados en rebóticas, imprentas, sacristías, casas de mecenas, etc., donde se comentaban y discutían problemas fundamentales de actualidad y tomaban acuerdos encaminados a implantar sus deseos de reforma. Editaban sus actas, discursos, trabajos de vulgarización e investigación e incluso, fomentaban el establecimiento de laboratorios y cátedras, considerados necesarios y fundamentales para el desarrollo de España. Muchas de las tareas acometidas por estas florecientes instituciones, la mayoría de ellas desarrolladas en los campos; docente, agrícola, industrial, económico, asistencial, sanitario, etc., fueron asumidas por el Estado, algunas todavía en la primera mitad de este siglo XX.

Podemos considerar, que su fin fue alcanzado, al conseguir su propósito, favorecido con el transcurso de los años, el paso de la artesanía a la industria, unido al movimiento societario. Es curiosa la procedencia tan generalizada de sus miembros, estaban inscritos; aristócratas y burgueses, religiosos y liberales, literatos e industriales, juristas y profesores, marinos y militares, agricultores y maestros, médicos y farmacéuticos, políticos y funcionarios. De acuerdo con sus títulos y estatutos, el sentir común de sus socios era el patriotismo. estudiando con una mentalidad crítica, discusión democrática y actuación práctica, cuantos temas consideraban propios para lograr una vida más racional y humana, en su deseo de la corrección de abusos y mitigación de la necesidad y la miseria.

VII-2. BARCELONA

La universidad de Barcelona se estableció en 1837, por ello el único centro donde se profesaron las ciencias conexas con la minería, fue la Real Academia de Ciencias y Artes, sucesora de la Conferencia Físico-Química experimental (1764).

En 1777 figura Comes al frente de la Sección de Historia Natural hasta 1799, en que le sustituye Juan Antonio de Fivaller de Clasqueri y de Bru, Marqués de Villel. Además de la labor docente y de captación de simpatizantes con la Geología, preparó una serie de memorias: "La Montaña de Montjuich" (1780-enero-11), "Informe sobre el carbón de piedra de Tárrega" (1786-febrero-22), "Sobre el carbón de piedra" (1786-junio-5), "Sobre la Montaña de Montserrat" (1789-mayo-6). También otros miembros mantienen disertaciones sobre la materia, como Desvalles "Los Terremotos" (1783-junio-11). Después de la sustitución de Comes siguió un período de menos interés por las ciencias geológicas, debido a la inactividad general de la Academia e, incluso, con dos períodos de cierre (1808-1814 y 1824 a 1832) hasta la incorporación a sus tareas de un exiliado político durante ocho años del tiempo de Fernando VII; se trata de José Antonio Llobet y Vall-llosera (1799-1861),

quien publicó el primer tomo (1842) de sus "Elementos de geología", el segundo permanece inédito en la Biblioteca de la Real Academia. Inicia sus publicaciones con su obra "De los pozos artesianos en general y de su aplicación a Cataluña" (1834-abril-2). Geólogo prestigioso, especializado en geología económica y en aguas subterráneas, tiene en el primer curso gratuito de Geología y Mineralogía (1835), cuatro alumnos oficiales y uno libre, los días lectivos eran martes, jueves y sábados, de 12 a 13 horas, celebrándose los primeros exámenes públicos en 1838. Mayor número de alumnos asisten a la cátedra de "Explotación de Minas, Arquitectura subterránea y Geometría descriptiva" profesada por Francisco Peradaltas y Pintó con doce alumnos oficiales. Este grupo de enseñanza fue inaugurado (1835-noviembre-3) bajo la presidencia del Gobernador Civil José Melchor de Prat y Colom (1799-1855). No debe omitirse en este período la figura del barcelonés Carlos Gimbernat y Grassot (1765-1834) eminente geólogo de fama mundial, designado subdirector (R. O. 1798-abril-12) del Real Gabinete de Historia Natural.

Dado el interés de los académicos por las Ciencias Naturales, entregó a la Academia, el farmacéutico de Olot, Francisco Bolós (1773-1844) su memoria sobre los extinguidos volcanes de Olot y la naturaleza de sus productos, manuscrito finalizado durante la época de cierre de la misma y editado posteriormente (1820).

A las enseñanzas antes mencionadas, se les dio validez oficial durante la Regencia de M. Cristina (1836-febrero-3) análoga a las profesadas en establecimientos de clase igual. En realidad la enseñanza de la mineralogía la había iniciado Carbonell (R. O. 1803-noviembre-14) como complemento de sus conferencias sobre química mineral.

VII-3. VERGARA

Cuantos nos movemos en el campo histórico de la minería, consideramos como la época más floreciente de la Sociedad Vascongada el período 1765-1785 y, de ella, los primeros años de este capítulo (1777-1785). Fue una época fecunda y gloriosa, en un momento de promoción de varios centros científicos y culturales del País, precursores de las antiguas Escuelas especiales de ingenieros y de los Centros de investigación científica, tanto en la metrópoli como en ultramar.

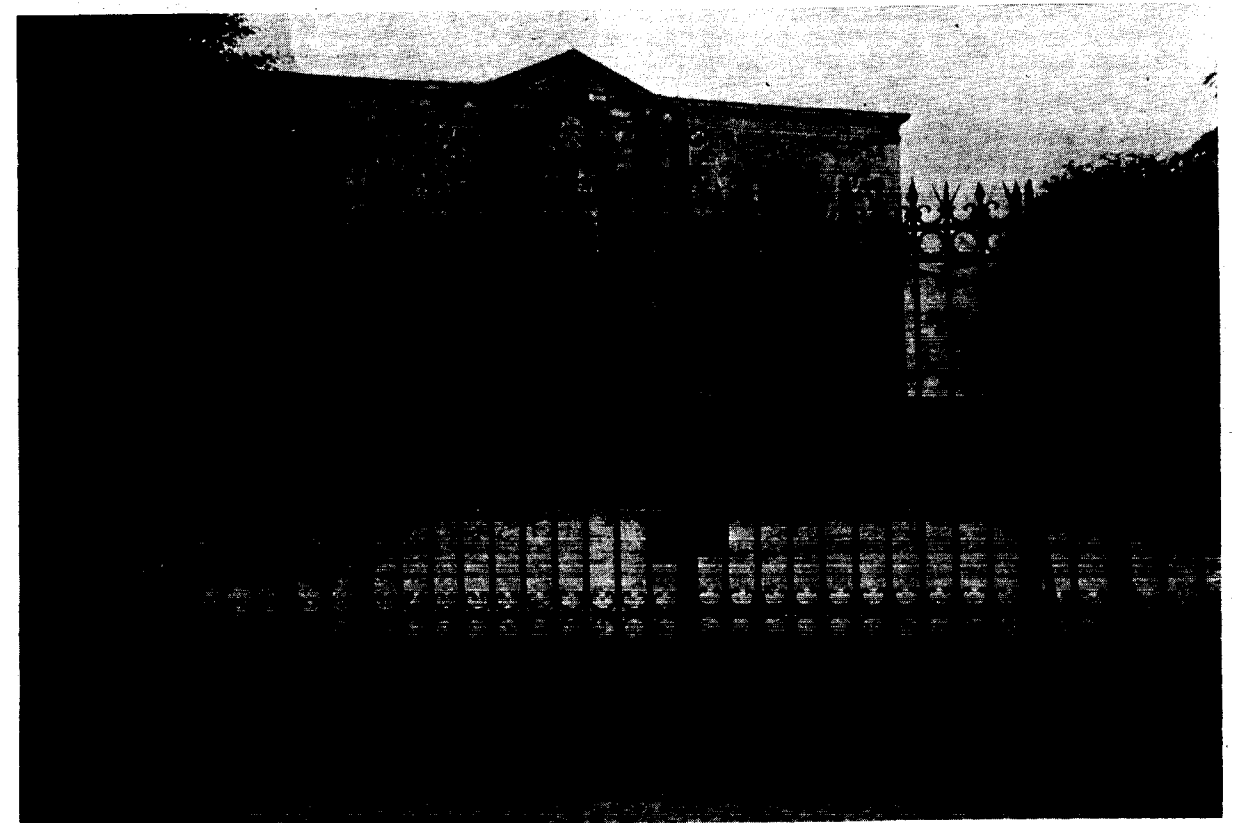
La Real Sociedad se reúne en Junta General anual en la villa de Vergara (1776-septiembre-15 al 21), donde dan cuenta de la carta del socio Eugenio Izquierdo a S. M., desde París. Trata del verdadero modo de dirigir a la juventud en el estudio de las minas y del plan que según estos principios hace seguir a dos socios jóvenes que están estudiando la Química, la Física y la Mineralogía, bajo su dirección. En esta reunión se estableció para el primero que descubra en el País Vascongado una mina de carbón de piedra 1.200 reales donados por el Sr. Príncipe Piñateli, Conde de Fuentes, como premio.

Reunida en Vitoria la Junta General anual (1777-septiembre-16 al 21), tratan del "Plan del arte del minero o de su tratado de arquitectura subterránea según el método de Freyberg en Saxonia", cada día les interesa más la formación de buenos mineros.

Paso fundamental fue la creación (1779) en el Seminario de las cátedras de Química, Mineralogía y Metalurgia, con asignación del Estado, dotando con 30.000 reales anuales cada una de las cátedras, 6.000 reales el laboratorio químico-metalúrgico y 3.000 reales fueron consignados para iniciar la formación del gabinete mineralógico. Con crite-

posteriormente es designado profesor de Minería y Metalurgia el sueco Andrés Tunborg.

Muchas actividades de la Sociedad se podrían destacar; la disertación premiada a Griñón sobre "Tratamiento de mineral de hierro", la de Elhuyar (1782) sobre el método de fabricar la chapa de hoja de lata, la del reconocimiento de las minas de Somorrostro, las normas sobre la creación de una colección de minerales en el País Vasco con fines científicos y como guía práctica destinada a los industriales metalúrgicos y la principal como aportación científica (1783) es la titulada "Análisis químico del wolfram y exa-



Fachada del laboratorio químico de Vergara

rios análogos a la Escuela de Almadén, para el incremento del número de alumnos, se solicitó que las plazas de Directores de Minas, Fundiciones, Fábricas Reales, Zecas y de otras industrias análogas se cubriesen entre los antiguos alumnos de sus cátedras.

Al profesorado se incorporaron destacados hombres de ciencia, Francisco de Chavaneaux (1778-junio) para la disciplina de Física; Luis José Proust (1778-octubre) para la Química, quien la inicia (1779-mayo-20) y la profesora martes, jueves y sábados, de 9 a 11. Se intenta la especialización de los hermanos Elhuyar para la Metalurgia y

men de un metal nuevo que entra en su composición". Complemento de estas aportaciones son otros muchos éxitos de los investigadores extranjeros, como fue, la obtención del platino metal, los procesos de sinterización, etc.

Estamos en el momento de la promoción de los hornos altos en España con carbón de origen mineral, se inician en Vizcaya (1795) y siguen Trubia (1848), Mieres (1852), La Felguera (1859), Baracaldo (1865).

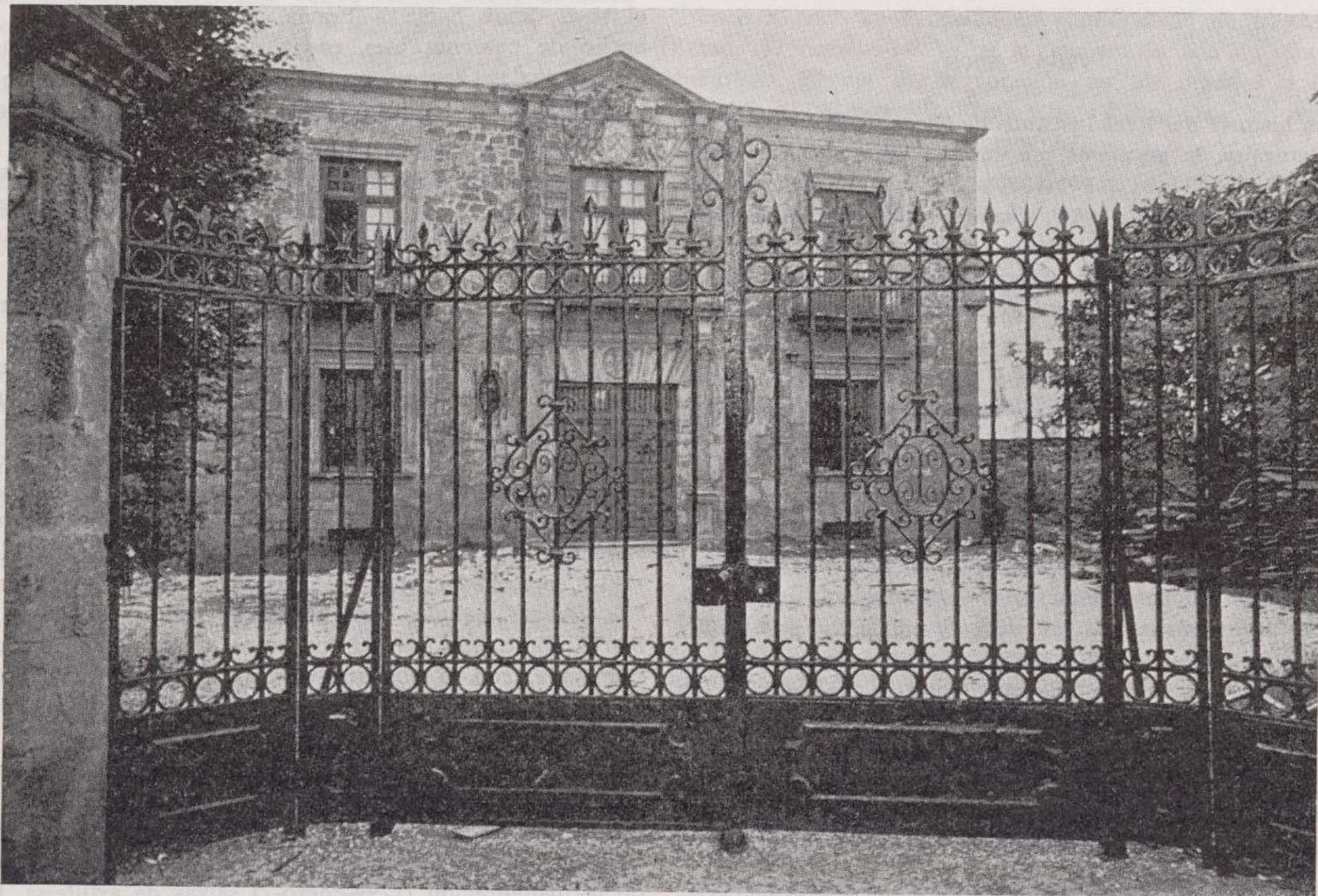
Los antiguos alumnos de Vergara desean ampliar su formación en Almadén, en la promoción de 1790 se incorpora Diego de Larrañaga, natural de Azcoitia, quien llegó

Reunida en Vitoria la Junta General anual (1777-septiembre-16 al 21), tratan del "Plan del arte del minero o de su tratado de arquitectura subterránea según el método de Freyberg en Saxonia", cada día les interesa más la formación de buenos mineros.

Paso fundamental fue la creación (1779) en el Seminario de las cátedras de Química, Mineralogía y Metalurgia, con asignación del Estado, dotando con 30.000 reales anuales cada una de las cátedras, 6.000 reales el laboratorio químico-metalúrgico y 3.000 reales fueron consignados para iniciar la formación del gabinete mineralógico. Con crite-

posteriormente es designado profesor de Minería y Metalurgia el sueco Andrés Tunborg.

Muchas actividades de la Sociedad se podrían destacar; la disertación premiada a Griñón sobre "Tratamiento de mineral de hierro", la de Elhuyar (1782) sobre el método de fabricar la chapa de hoja de lata, la del reconocimiento de las minas de Somorrostro, las normas sobre la creación de una colección de minerales en el País Vasco con fines científicos y como guía práctica destinada a los industriales metalúrgicos y la principal como aportación científica (1783) es la titulada "Análisis químico del wolfram y exa-



Fachada del laboratorio químico de Vergara

rios análogos a la Escuela de Almadén, para el incremento del número de alumnos, se solicitó que las plazas de Directores de Minas, Fundiciones, Fábricas Reales, Zecas y de otras industrias análogas se cubriesen entre los antiguos alumnos de sus cátedras.

Al profesorado se incorporaron destacados hombres de ciencia, Francisco de Chavaneaux (1778-junio) para la disciplina de Física; Luis José Proust (1778-octubre) para la Química, quien la inicia (1779-mayo-20) y la profesora martes, jueves y sábados, de 9 a 11. Se intenta la especialización de los hermanos Elhuyar para la Metalurgia y

men de un metal nuevo que entra en su composición". Complemento de estas aportaciones son otros muchos éxitos de los investigadores extranjeros, como fue, la obtención del platino metal, los procesos de sinterización, etc.

Estamos en el momento de la promoción de los hornos altos en España con carbón de origen mineral, se inician en Vizcaya (1795) y siguen Trubia (1848), Mieres (1852), La Felguera (1859), Baracaldo (1865).

Los antiguos alumnos de Vergara desean ampliar su formación en Almadén, en la promoción de 1790 se incorpora Diego de Larrañaga, natural de Azcoitia, quien llegó

a ser Director del establecimiento y de la Escuela de Minas (1802-1814). En la promoción de 1791 todos son vascos, entre ellos el guipuzcoano Juan Bautista de Erro, a quien distinguió Fernando VII con la designación de Ministro de Hacienda y Consejero de Estado. También procedía de Azcoitia José de Larrañaga, quien sustituyó a Diego en la Dirección de la Escuela (1815-1816).

El mejor elogio para esta Entidad es el publicado por Riou (París, 1782): "España ha formado en una de sus provincias menores... una Sociedad de Caballeros consagrados a suministrar a la juventud una buena enseñanza a costa de sus fatigas e intereses."

VII-4. GIJÓN

La historia del Real Instituto de Ciencias Exactas, Física y Naturales, la seguimos por los diarios de Gaspar Melchor de Jovellanos (1743-1810). La primera información aparece en su "Diario V", cuando está en Pola de Lena (1793-noviembre-22) y recibe la noticia del Ministro de Marina, Antonio Valdés, de haberse aprobado su propuesta de ordenanza, donde se planifican minuciosamente los estudios de la Mineralogía.

Entusiasmado Jovellanos con la idea de ubicar el Instituto en Asturias, la cuenca carbonífera más importante de la Península, concibe la idea de establecer en el Principado la Enseñanza de la Mineralogía, y así lo propone al Rey (1789) con la creación de una Escuela teórica de esta ciencia, por no haber logrado, con sus esfuerzos anteriores, realizar su proyecto comunicado a la Sociedad de Amigos del País de Asturias (1782-mayo-6), para establecer la enseñanza de las ciencias aplicadas, por medio de una suscripción, con el objeto de pensionar dos jóvenes, estudiantes primero en Vergara donde perfeccionarían las matemáticas y las ciencias físicas, y posteriormente recorrer los países mineros, con el fin de ampliar sus estudios con la observación, período durante el cual buscarían la manera de dotar dos cátedras con la esperanza de que dichos jóvenes las profesasen a su regreso a Asturias.

En el Art.º 8.º (R. C. 1792-agosto-24) se dispuso que en Asturias se estableciese una Escuela de matemáticas, física, química mineralogía y náutica, con el fin de difundir en aquel Principado los conocimientos científicos, absolutamente necesarios para el laboreo y beneficio de las minas y formación de pilotos que dirijan la navegación. Se dispuso (R. O. 1792-diciembre-12) el establecimiento de la Escuela en el Puerto de Villa de Gijón, único en aquella época apto para el embarque de carbones y ser la Real Marina el principal consumidor de este combustible fósil.

Recibida la noticia, el Instituto ocupa su atención preferente, se pone en contacto (1793-noviembre-28) con el ingeniero Capitán de Navío graduado, Fernando Casado de Torres, sobre el profesor de Ciencias Naturales, quien le dice es difícil encontrarlo en España, es necesario lograr buenos maestros, pues son los que hacen la ense-

ñanza. Su criterio es opuesto a la contrata de Chavaneaux, a quien no tiene por químico y acaso podría intentarse un suizo, a quien posteriormente (1794-marzo-24) todavía se le dio largas por escrito. Insiste Jovellanos en sus intentos (1793-diciembre-4) de buscar un buen Profesor de Física.

Muy interesante es la conversación (1792-diciembre-29) entre Casado y Jovellanos, a quien el Ingeniero le ponderó la excelencia de los carbones de Langreo "muy superiores a los de Newcastle", con un costo del quintal al Rey de 5 maravedís, y cuyo transporte a Gijón, que ocuparía unos 10.000 carros diarios, solamente solucionable con la navegación del río Nalón, siendo lo fundamental abrir el paso desde Sama a Pravia, unas 12 leguas, con un ancho de cuarenta pies, capaz de permitir el cruce de una chalana lante y otra viniente de 16 pies de manga. La financiación del proyecto la propone pidiendo un anticipo igual al importe del costo actual del consumo de carbón durante dos años de la Real Armada, o sea, 11.000.000 de reales, y a cambio de la obra hecha, entrega del carbón, que sería transportado por buques de la Real Armada.

Piensa el promotor en la lista de posibles alumnos (1793-diciembre-7), en las enmiendas a la oración inaugural que ya la tiene preparada (1793-diciembre-9), nuevo retoque al borrador (1793-diciembre-26) de la introducción a la apertura de los estudios. Decidida la inauguración para dos días después al de su cumpleaños, el lunes (1794-enero-6), víspera del acontecimiento, como de costumbre su diario comienza con la información del tiempo, "amanece con nubes y agua, pero sin viento", aguinaldos, visitas, repique general de campanas, salvas de artillería, "Te Deum", saludos, adornadas las calles Corrida y de San Antonio, la Casa del Instituto la más noble de todas iluminada, con la siguiente inscripción "Carlos IV, protector de las Ciencias, padre y delicia de sus pueblos, funda en Asturias y establece en Gijón, un Instituto de Náutica y Mineralogía, para enseñar las ciencias exactas y naturales, para criar hábiles mineros y diestros pilotos, para sacar del seno de los montes el carbón mineral, para conducir en nuestras naves a todas las naciones". El día de la inauguración (1794-enero-7) salvas de artillería, llegada de los invitados, comienza el acto a las nueve de la mañana, el discurso inaugural fue bien leído "sacó algunas lágrimas de ternura. Yo mismo me sentí muchas veces forzado a reprimirlas, y alguna vez me obligo a interrumpirle".

El número de alumnos es increíble (1794-enero-13), fue necesario formar una clase de oyentes para los que todavía no cumplieron la edad fijada en la ordenanza y para los que han pasado de ella.

Continúan las indagaciones de Casado (1794-febrero-24) para encontrar un profesor de Física con la oferta de una asignación de mil ducados, 600 como sueldo y 400 como gratificación, y la esperanza de una pensión sin asegurarle positivamente nada. Consideraba la Física y la Quí-

mica como ciencia base del mineralogista, pues según su criterio la minería es la aplicación de la Física y Química a los cuerpos inorgánicos.

Otra preocupación embargaba a Jovellanos: el informe de Ley Agraria, ya totalmente terminado (1794-marzo-13), en el cual invirtió cuatro años, realizado con sumo cariño pensando sólo en "la prosperidad y la gloria de España".

El curso avanza (1794-junio-10) comienza el repaso de la Aritmética e inicia el curso de Geometría. En agradecimiento al Rey y al Ministro, se proyecta colocar sus retratos y para el acto (1794-julio-21) finaliza un romance en endecasílabos con ciento veinte versos. Sigue de cerca las obras del Instituto, las visita diariamente, con ocasión de una de ellas escribe (1794-octubre-26) "a reconocer la casita compuesta para la Escuela, como a remate, pero puede pasar". Recibe felicitación del Ministro de Marina (O. 1794-noviembre-12) y con este motivo transcribe en su diario (1794-noviembre-20): "Su Majestad está completamente satisfecho de mi celo; que continúe hasta perfeccionar este establecimiento; que este mérito se tendrá presente con los demás ya hechos y que a este fin se pasa oficio a Gracia y Justicia para que tengan por allí su debida recompensa."

Propone a su bibliotecario (1794-noviembre-21), Juan Lesparadat y Caballería, escriba a su amigo D'Eglise sobre la posibilidad de enseñar las Ciencias Naturales, propuesto para dicho fin (1795-febrero-18), se presentaron dificultades (1795-marzo-19), resolviéndose satisfactoriamente su incorporación como profesor de Física (1797-marzo-1). Pretenden publicar la "Noticia del Instituto", y conocedor de la afición del Príncipe de Asturias por la Mineralogía, decide pedirle costee la impresión (1794-noviembre-26).

Sus desvelos por Asturias y, principalmente, por la minería e industria, son conocidos del Gobierno, premiados (R. D. 1794-diciembre-5) con la distinción siguiente: "Atendiendo Su Majestad a los importantes servicios que ha hecho en Asturias el Ministro del Consejo de Ordenes, D. Gaspar Melchor de Jovellanos, desempeñando a satisfacción de Su Majestad diferentes comisiones de utilidad pública, ha venido en conceder honores y antigüedad del Consejo Real". Cuando confidencialmente recibe la noticia (1794-diciembre-1), exclama: "Me avergonzaría de haberlos pretendido".

Pide el Regente a Antonio Carreño y Cañedo un informe sobre el carbón de piedra de Asturias y éste se lo encomienda (1795-enero-26) a Jovellanos. Está preparando su próxima lección inaugural, decide incluir un párrafo sobre la guerra (1795-febrero-2) que tanto preocupa. Cuando piensa hacer testamento (1795-marzo-11) escribe "en la cama y sonando la una del día". "Mis libros sean para el Instituto... y que si la Providencia protege nuestras buenas ideas, derramara un día de luz, y las ciencias útiles, por esta Providencia, y acaso por toda la Nación." No le agradan las directrices de la política (1795-abril-9)

conversando con el Doctoral sobre el estado de la Corte, "intrigas movimientos de ambiciones, desarreglo general, lo que siempre y en todas partes, es la viva pintura de los efectos y conductas del despotismo." El presbítero José Sampil y Laviades, recién llegado de Madrid, les cuenta de sobremesa (1795-abril-14), "Descontento general, indolencia para el público interés, disipación, desorden. Créese que en el Banco de Amsterdam tenía Godoy 50.000.000, según unos, de pesos; según otros, de reales." Los asuntos no se solucionan (1795-julio-29). "Vamos observando desde nuestra atalaya este cáncer político que va corroyendo tan rápidamente todo el sistema social, religioso y moral de la Europa".

Poco a poco va logrando su planificación de la enseñanza, (1796-mayo-14) se da la primera lección de dibujo científico. El día de la votación de los premios a los alumnos (1797-mayo-7) "Les dije alguna cosa, no muy sobre mí; estaba muy conmovido".

Como premio a estas actividades la Pontificia y Real Universidad de Oviedo del Principado de Asturias, concede el doctorado honoris causa (1797) a uno de sus egregios antiguos alumnos Gaspar Melchor de Jovellanos.

También pensó enviar alumnos a Segovia (1797-julio-26) con Luis Proust, y en la conversación mantenida con el Marqués de Camposagrado y con Francisco Vallejo, Director de la fábrica de la Vega, sobre su posible contratación como profesor de Química, decía "su sabiduría, su feliz explicación, sus diestras operaciones, pero inútil; explica profusa y profundamente y no se sujeta a los simples y ordenados principios, en suma, demasiado sublime para los jóvenes, que algunos lo creen malicioso". Las clases que necesitamos en el Instituto son de Química elemental y no como las que podría profesar Proust ya de especialidad, a unos alumnos carentes de formación. El conocimiento personal con Proust lo fue con motivo de la comisión encargada por el Mariscal Antonio Valdés y Fernández Bazán (1744-1816), para hacer ensayos de forja de fusiles con carbón asturiano, en lugar del carbón de madera de castaño, logrando satisfactorios resultados (1798).

Los viajes con fines mineros, realizados frecuentemente a caballo, los relata minuciosamente en su diario íntimo e, incluso, cuando se moja y enfría dice "Lavatorio de pies, con aguardiente" (1797-septiembre-5). Extraordinaria emoción, llegó el día tan esperado de la colocación de la primera piedra del Instituto (1797-noviembre-12).

Es el mediodía (1797), oyéronse cascabeles; el hortelano dijo que entraba una posta de Madrid; creyéndolo chanza de algún amigo; no es así, el Administrador de Correos, José Nicolás de Faes, le entrega un pliego con el nombramiento de Ministro de Gracia y Justicia. "¡Adiós felicidad; adiós quietud para siempre!". (1797-noviembre-15) "Mi ánimo en el mayor abatimiento y angustia". (1797-noviembre-23) "Haré el bien y evitaré el mal que pueda. Dichoso yo si vuelvo inocente".

Regresa al hogar (1798-noviembre-1) el Instituto va bien, pero luce poco para lo que se ha gastado o enterado en cimientos. Dicen será menester alterar el plan de Juan de Villanueva (1731-1811), se suspenden los trabajos (1797-noviembre-10). Otra enseñanza se inaugura, es la de Ciencias Naturales (1797-abril-7), donde pronunció Jovellanos una oración que había trabajado con mucho afán, no sólo por la novedad de la materia, sino por la extensión del plan que propuso.

Comienza el Siglo XIX (1801-enero-1) y escribía "La desgracia parece conjurada contra el Instituto, este preciso establecimiento, tan identificado ya con mi existencia, como con el destino futuro de este país. Ayer se han mandado suspender los trabajos del nuevo edificio"... "La Providencia, que vela siempre por los derechos de la justicia: si ella permite la ruina, veneremos sus altos designios".

Su diario finaliza (1801-enero-20). Malos acontecimientos para una vida sacrificada por Asturias y el (1801-marzo-13) sale desterrado para Mallorca. Siempre que visitamos su celda en el Castillo de Bellver, en el primer piso de aquella preciosa fortaleza, tenemos un recuerdo para figura tan destacada en favor de la minería y su enseñanza, Ministro de Hacienda y de Gracia y Justicia durante el reinado de Carlos IV, fue el motín de Aranjuez la causa de la destitución en su puesto de privilegio a Manuel Godoy y Alvarez de Faria, (1767-1851) y del fin de su cautiverio (1801-1808).

Uno de los discípulos predilectos en quien Jovellanos siempre tuvo grandes esperanzas, fue Timoteo Alvarez de Veriña y Cadrecha (Gijón 1779-1833), por el diario del político podemos seguir el detalle con que sucedía su formación. La primera información aparece (1794-diciembre-11) con motivo de su excelente examen de inglés, no así en el certamen del mismo idioma (1795-noviembre-17), muy bien en el dibujo sacado con la cámara oscura (1796-enero-15), decide estudiar Geometría práctica (1796-febrero-3), sus dibujos parecen superiores (1796-junio-9) los dibujos con modelos de bulto, se trata de una silla (1796-junio-28) y no le sale muy bien (1796-julio-4), en matemáticas va superior (1796-julio-2), en los exámenes de esta ciencia (1796-julio-27) logra un cartón "menor", exponen sus dibujos (1796-septiembre-24), se ocupa de traducciones del francés (1796-noviembre-3), inicia sus dibujos con modelos de yeso, comenzando por el pie de Sileno (1796-noviembre-18), inicia su repaso de lengua inglesa (1797-enero-4), se votan los premios y le conceden el primero de matemáticas (1797-mayo-7) y le amplían sus enseñanzas en lengua inglesa (1797-mayo-9). Próximo a finalizar su formación, programa Jovellanos enviarlo fuera del Reino para ampliar conocimientos (1799-mayo-11) en un estudio de mineralogía (1797-mayo-17) y trata de su pensión (1797-mayo-22). Los asuntos se complican (1797-julio-26), no conoce alemán, estamos en plena guerra con

Alemania y decide mandarlo a Francia, para que estudie la teórica durante tres años en París, y pase luego a la práctica por otros dos, a Lieja y a Limburgo o algún otro territorio carbonero de la República. Se examina de cálculo integral (1797-agosto-18) y llega la noticia de la concesión de una pensión de 12.000 reales (1797-agosto-21), última noticia que figura en el diario sobre este alumno predilecto. De París, donde estudió el alemán, pasó a la Escuela de Minas de Freiberg (1808), y de acuerdo con el primitivo deseo de Jovellanos, fue el promotor de la creación del Real Cuerpo Facultativo de Minas (R. O. 1833-septiembre-21) y patrocinador del establecimiento de las enseñanzas prácticas de la minería en Asturias, cumpliendo así las aspiraciones de su protector y paisano, no habiendo ampliado más sus actividades en favor de Asturias por su casi repentino fallecimiento de cólera a los pocos meses de ser designado Director General de Minas y de la Escuela de Ingenieros.

VII-5. PALMA DE MALLORCA

La circunstancia de emigrar de Barcelona a Palma de Mallorca el mineralogista Carbonell a consecuencia de los sucesos del Principado, abrió una conferencia en esta capital, donde profesó cuatro cursos públicos de química y mineralogía, durante el período (1808-1814), iniciando en ella (1812) su "Ensayo de un plan general de enseñanza de las ciencias naturales en España".

VII-6. SEVILLA

Una de las ciudades destacadas en los temas relacionados con la Mineralogía, fue Sevilla, e incluso en los Anales de la Historia Natural (1801) se cita, que el segundo gabinete de Historia Natural de Europa por orden de antigüedad, fue el del célebre sevillano Juan Monards, donde figuraban ejemplares muy interesantes de minerales, fósiles y rocas. Consecuencia de estas aficiones, cundió el interés por formarse en este campo y, por ello, propusieron al Gobierno (1808), José García Rodrigo y Leonardo Vidal y Garriga, establecer en Sevilla una cátedra de Química y Meneralogía, la primera como base de la segunda.

VII-7. GRANADA

También existía en Granada mucho deseo por seguir los estudios de Mineralogía. Conocedor de ello el clérigo y gran aficionado a esta ciencia, José María Viedma, solicitó de la superioridad (1815) el oportuno permiso para poner una cátedra de Mineralogía.

La importancia dada a estos estudios relacionados con la minería e industrias mineralúrgicas, fue cada vez mayor, e incluso en dos revistas ("Gaceta de los Caminos de Hierro", junio 1858, y "El Ingeniero Industrial", n.º 8, Madrid, 1858-junio-30), en un trabajo sobre lo que es y puede ser la industria minera en Cataluña, aconsejaba el autor el establecimiento de escuelas de minería en las capitales de Provincia, donde más lo necesiten.

Después de tantos intentos y colaboraciones, recordamos las frases de Menéndez y Pelayo (1894): "La historia de la ciencia es instructiva siempre, no sólo porque presenta en acción el método científico, sino porque de ella se desprende la consoladora enseñanza de que la ciencia es obra humana y colectiva, en que colaboran, no solamente los genios, sino los trabajadores humildes; no sólo las naciones opulentas, sino las modestas, oscuras y abatidas" (1894).

VIII. LA ENSEÑANZA EN MADRID (1835-1849)

VIII-1. ANTECEDENTES

La reorganización de la enseñanza de la minería afortunadamente es inmediata, todos los informes y dictámenes son concordantes, se necesita una Escuela Superior en Madrid y varias prácticas especializadas en los diversos distritos mineros. Estos deseos son realidad legal con el correspondiente R. D. (1835-abril-23) presentado a Isabel II por el Ministro del Interior A. de Diego Medrano; su parte dispositiva, en lo que ahora nos interesa, dice: "Habiendo tomado en consideración la exposición que me habéis hecho sobre la utilidad y conveniencia que resultaría de plantear la Escuela de Ingenieros de Minas, constituyendo esta clase de enseñanza sobre bases correspondientes a su grave y trascendental importancia, y deseando que, al paso que se facilite la propagación de tan útiles conocimientos, se consulte la economía que indudablemente ha de proporcionar la proximidad a las colecciones de este ramo de historia natural, que se conservan en el gabinete de la Dirección general de Minas, y de los modelos de hornos y máquinas, que de lo contrario sería necesario duplicar y transportar para la Escuela de Almadén, con no poco dispendio y riesgo, he venido en decretar lo siguiente: Primero. La Escuela de Ingenieros de Minas se establece en esta capital y en la misma casa que ocupa la Dirección general del ramo. Segundo. Tiene por objeto enseñar la mineralogía y geognosia, la mecánica, la docimasia, la metalurgia y laboreo de minas. Tercero. La Dirección general de minas me propondrá de entre los individuos de ingenieros mineros los que creyese más idóneos para la enseñanza de estas materias en igual número de cátedras, cada uno de las cuales gozará la asignación de diez y seis mil reales ve-

llón anuales. Cuarto. La misma Dirección, oídos los profesores nombrados, determinará las condiciones que han de tener para matricularse como alumnos, los aspirantes a estos estudios, cuya apertura se hará en el mes de octubre del presente año, época en que han de estar ya ordenadas y colocadas sus colecciones en el paraje más conveniente del edificio de su residencia. Quinto. Los profesores nombrados, entretando que componen o traducen de las lenguas extranjeras buenos tratados de sus respectivas asignaturas, leerán o dictarán a sus oyentes notas manuscritas que servirán de texto."

A los pocos días se forma el cuerpo de Ingenieros Civiles (R. D. 1835-abril-30) en el que se da entrada al Real Cuerpo Facultativo de Minas y a los ingenieros de caminos, compuesto de dos inspecciones, una para cada especialidad. Estaban integradas cada una por un inspector, una junta consultiva y su escuela especial, de los únicos ingenieros civiles en aquella época. Está prevista en la disposición real, su ampliación con una inspección de ingenieros geógrafos y otra de ingenieros de bosques y plantíos, cuando se creasen sus escuelas respectivas.

Inmediatamente son propuestos los nombramientos de los profesores de la Escuela de Madrid, siendo designados (R. O. 1835-mayo-3), para mineralogía y geognosia, Rafael de Amar de la Torre (180.-1874); mecánica y laboreo de minas, Joaquín Ezquerro del Bayo (1793-1859), y docimasia y metalurgia, Lorenzo Gómez Pardo (1801-1847).

Varios naturalistas, entre ellos uno de los más entusiastas, el químico de la Dirección General de Minas, José Duro y Garcés, planean la organización de una "Academia Matritense de Ciencias Naturales", cambian impresiones en el local de la calle del Florín, entre otros, con Ezquerro del Bayo, Amar de la Torre, Luxan, Rioz y Pedraja, Naranjo y Garza, Gómez Pardo, Paz Graellas, Cuitanda, Subercasa, varios de los cuales ya habían tenido esta idea, acogida con satisfacción por la Reina Gobernadora (R. D. 1834-febrero-7). Transcurre más de un decenio y estos sabios con la colaboración de otros, llegan a la conclusión de no ser suficiente los esfuerzos aislados en el campo de las ciencias naturales para recoger todos los frutos óptimos de un campo tan vasto, donde se pierde la inteligencia humana, es necesario reunirse para conferenciar entre ellos comunicarse sus observaciones, auxiliarse mutuamente y establecer extensa correspondencia con los sabios y corporaciones más eminentes del orbe. El estudio de la Naturaleza requiere los esfuerzos reunidos de muchos hombres que se dediquen de consumo a arrancarle sus secretos. Es necesario un organismo más amplio y más próspero, preparan una disposición del agrado de la Reina (R. D. 1847-febrero-25) creando en Madrid la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y suprimiendo la Matritense.

En esta Academia entraron inicialmente o fueron primeros titulares de medallas miembros numerarios íntimamente relacionados con el campo de la minería como son:

el Ingeniero de Minas Lorenzo Gómez Pardo, fallecido a los pocos meses de su designación (1847-junio-30); el químico de la Dirección General de Minas donde profesaba la química docimástica, José Duro y Garcés, ambos no llegaron a tener medalla numerada; Joaquín Ezquerro del Bayo, núm. 3 designado fundador (R. D. 1847-marzo-4) y miembro de Honor de la desaparecida Academia Matritense de Ciencias Naturales (1837); Rafael Amar de la Torre, núm. 14 electo (1847-abril-3); Francisco Luxan y Martín Romero, núm. 17 designado fundador (R. D. 1847-marzo-4), antiguo alumno de Almadén y principal impulsor de la Comisión de la Carta Geológica; Manuel Rioz y Pedraja, núm. 18 electo (1850-abril-4) quien después de estudiar en Almadén, siguió la carrera de Farmacia, figurando como insigne analista; Felipe Naranjo y Garza, núm. 33, Director de la Escuela de Minas; así como los tres siguientes, miembros de la Comisión de la Carta Geológica: Mariano de la Paz Graellas, número 9, fundador (R. D. 1847-marzo-4) quien actuó como biólogo; Vicente Cutanda, núm. 11 electo (1847-abril-3), colaborador del aspecto vegetal de la carta; José Subercase y Jiménez, núm. 36 electo (1848-mayo-8), colaborador en los temas de geografía física. Fue una verdadera satisfacción para Rafael Cabanillas que de las 36 plazas de miembros numerarios, correspondieran inicialmente diez al personal de la Dirección General de Minas o antiguos alumnos de Almadén.

VIII-2. RAFAEL CABANILLAS Y MALO (1835-1840)

Posesionados los profesores recién designados, son consultados por la Dirección general (1835-mayo), acerca de las condiciones que debían reunir los aspirantes para poderse matricular del primer curso, base del anuncio aparecido, (1835 agosto) en la "Gaceta" y en el "Diario de Avisos", debiendo presentar las solicitudes antes del 1.º de octubre, justificando documentalmente, haber cursado con aprovechamiento en establecimientos públicos o privados reconocidos al efecto, aritmética, geometría, álgebra hasta la resolución de ecuaciones de segundo grado inclusive, aplicación del álgebra a la geometría, trigonometría rectilínea y esférica, geometría práctica y secciones cónicas, elementos de física experimental y de química general, principios de dibujo lineal y topográfico y traducir del idioma francés. Los aspirantes, antes de matricularse, sufrirían un examen de aptitud ante los los profesores de la Escuela.

Surgen dificultades sobre la nueva distribución y reorganización de los laboratorios, encargando a Gómez Pardo (R. O. 1835-junio-21) formulase el oportuno presupuesto y dirigiese las obras de readaptación. Llegada la fecha prevista, el local no estaba adaptado, las colecciones no se habían arreglado, los laboratorios permanecían sin montar, todo lo cual hizo presente el Inspector General de Minas Rafael Cabanillas (1835-octubre-24) al Ministro de la Gobernación del Reino, consultando al mismo tiem-

po sobre si las enseñanzas debían ser públicas o cerradas. La contestación (R. O. 1835-noviembre-17) dispuso se abriesen cuanto antes los cursos de la Escuela, y que la enseñanza en las aulas fuese pública, y sólo reservada a los alumnos matriculados, las profesadas en los laboratorios y en las oficinas de tratamiento.

Surge otra dificultad al crearse el Colegio científico que prepare el estudio de las ciencias aplicadas (R. D. El Pardo 1835-noviembre-19), inspirado en la idea de una escuela politécnica del Reglamento de instrucción pública (1821), con el objeto de proporcionar a las escuelas de aplicación de ingenieros de caminos, minas, geógrafos y montes y plantíos, el número de alumnos necesarios ya preparados en los estudios comunes a las cuatro especialidades.

Efectuadas las pruebas oportunas de suficiencia para el ingreso, fueron admitidos como alumnos matriculados de la primera promoción de Madrid los cinco aspirantes a ingeniero siguientes: 274, Justo Almarza; 275, Policarpio Cía y Francés; 276, Remigio Ponce de León; 277, Ignacio Gómez de Salazar; 278, Juan Sáez.

Se reúnen el Inspector y los tres profesores, es necesario actuar inmediatamente, para evitar complicaciones con los planes de estudios del Colegio científico, contrarios a las órdenes del Gobierno de abrir la Escuela lo antes posible. De esta reunión sale el escrito (1835-diciembre-15) del Inspector General de Minas al Ministerio, donde manifiesta haber determinado que el próximo 7 de enero se abriese la Escuela. La fecha fue aceptada por el Ministro (R. O. 1835-diciembre-21) y dispuesto se remitiese al Ministerio el anuncio correspondiente para su inserción en la "Gaceta", disposición cumplimentada (1835-diciembre-27).

La Inspección General de Minas propuso (1835-diciembre-18) el Reglamento de régimen y gobierno de la Escuela de Ingenieros de Minas, aprobado rápidamente (R. O. 1836-enero-20).

Todo está preparado en la calle del Florín para la inauguración de la Escuela Especial de ingenieros de Minas; el primer día lectivo después de las vacaciones académicas de la Natividad del Señor, tiene lugar el solemne acto (1836-enero-7), bajo la presidencia del Secretario de Estado y del Despacho de la Gobernación del Reino, Martín de los Heros, destacando en el mismo el discurso del profesor de metalurgia, activo promotor del traslado a Madrid, Lorenzo Gómez Pardo.

Después de agradecer a la digna nieta y sucesora de la grande Isabel, el poder abrir sus puertas al fausto templo erigido a la minería española, describe la importancia universal de la minería y metalurgia, entrando en interesantes datos históricos referentes a la Península Ibérica.

"Bajo la influencia de un cielo encantador, de un envidiable clima, de una posición geográfica inmejorable, a la cabeza de Europa, cercada de costas inmensas, bañada de los dos mares más aptos para emprender el comer-

cio universal, la España puede aspirar a él con sólo dar el conveniente beneficio a sus inmensos, poco conocidos y mal aprovechados productos naturales, y señaladamente a los mineros."

"... por memorable decreto (1835-abril-5), al par que reorganizó definitivamente el Cuerpo de Ingenieros de Minas y su deseada Escuela, la dotó de profesores, e hizo desaparecer instantáneamente los mezquinos obstáculos que demoraban su crecimiento, ante el firme querer de su ilustrada y protectora administración."

"En el vasto local destinado para el laboratorio, docimástico-metalúrgico se construyó una nueva sala, indispensable para conservar las colecciones de modelos de instrumentos y productos más delicados; se formó un capaz laboratorio para que los discípulos pudiesen ejercitarse prácticamente en todo género de operaciones docimásticas y analíticas; primorosos aparatos para las investigaciones microdocimásticas y para las analíticas; series de productos de las operaciones metalúrgicas, entre los que campean algunos de las cristalizaciones pirogénicas con que la metalurgia moderna ha enriquecido la filosofía molecular, ...el laboratorio metalúrgico, que contiene cuanto es necesario para orientar a los discípulos en los principales fundamentos de este importantísimo ramo de la minería, el más atrasado o, por mejor decir, casi totalmente desconocido entre nosotros, y que una vez propagado nos suministrara medios seguros de utilizar estos riquísimos minerales y productos de que apenas sabemos sacar partido."

"La Escuela de Minas, trasladada a Madrid por la ilustre munificencia de un Gobierno liberal y reparador, en medio de las más violentas convulsiones y apuradas circunstancias de la nación, ofrece en su cuna mayor cúmulo de materiales apropiados para acelerar la instrucción, que los que presentaron en la suya las célebres escuelas de Hungría, Sajonia, Francia y Rusia, en las épocas de mayor auge."

Continuó el discurso de una hora de duración, con nuevas y brillantes frases sobre las posibilidades de la minería y de agradecimiento para la augusta mano y su gobierno liberal. Esta disertación fue acogida con muestras de aprobación por el lúcido concurso que honraba aquel acto y el orador recibió una merecida y afectuosa felicitación del Secretario de Estado.

Después de inaugurada la Escuela, aprueba S. M. el Reglamento (R. O. 1836-enero-20); su objeto, plan, disciplina, etc., es una actualización de los anteriores. Destaca la convocatoria de ingreso cada dos años, la realización de excursiones o campamentos geognósticos durante las vacaciones, los despidos de los alumnos y la clasificación de los asistentes en "alumnos" y "oyentes". La duración del período formativo de los alumnos es de tres años en la Escuela y dos en la industria, con carácter de prácticas, después de las pruebas reglamentarias, si procede, serán admitidos por O. de S. M. en el Cuerpo como aspirantes a ingeniero. Los oyentes o externos tendrán sólo

un año de prácticas y S. M. les podrá conceder el título de "Maestro perito de Minas".

Para completar la plantilla, pasaron afectos a la Escuela dos ingenieros terceros, Manuel González Arnao al laboratorio de docimasia y metalurgia y Casiano de Prado (1797-1866) a la Biblioteca. Dieron comienzo las clases de mineralogía (1836-enero-9) y geognosia (1836-noviembre-10); las impartidas en los antiguos laboratorios de la Dirección General continuaron normalmente su desarrollo.

Existe sumo interés en la puesta en marcha del Colegio Científico en el que existirá un plantel de una brillante juventud dispuesta a dar esplendor y lustre a la nación, y para cumplir el R. D. de su creación, se da una R. O. circular (1836-febrero-1) a los gobernadores civiles, estableciendo las circunstancias para incorporarse al mismo, se fija la edad entre 15 y 20 años y la realización de un examen de aritmética, álgebra y geometría elementales, trigonometría rectilínea, primeros principios de la aplicación del álgebra a la trigonometría y dibujo. El número máximo de alumnos admitidos anualmente será de 120. Los exámenes de ingreso se podían realizar en: Madrid, Barcelona, Bilbao, Coruña, Granada, Sevilla y Valencia. Se amplía la edad de los aspirantes a 21 años cumplidos (R. O. 1836-marzo-9) y posteriormente (R. O. 1836-abril-17) en la instrucción para la admisión de alumnos se crearon pensiones gratuitas y medias pensiones, establece nuevas reglas de ingreso y el plan de enseñanza, en él se profesará una ampliación a las matemáticas antes indicadas, la geometría descriptiva, con sus aplicaciones principales, el cálculo diferencial e integral, la física, la química, la mecánica racional con nociones de máquinas y motores, los principios de arquitectura y construcción, la geodesia, la topografía, la aritmética social, el dibujo en sus múltiples aplicaciones, inglés, lengua y literatura española y equitación. Se establece el vestuario, equipo de la habitación, material de estudio, uniforme, etc. de cada alumno. La cama es de fierro con jergón de paja y colchón de una arroba de lana, pero las camas de la enfermería tendrán dos colchones. Describe con todo detalle y establece el precio de las prendas del equipo que debe abonar el alumno, las cuales serán revistadas semanalmente.

Por R. O. (1836-abril-17) se dispone no reciba la Escuela de Minas, alumnos que no hubiesen pasado por el Colegio y la formación de una comisión de Ingenieros de Minas y Caminos para la redacción urgente del plan de estudios, con el fin de reducir al mínimo las disciplinas profesadas en las escuelas de aplicación. La junta quedó integrada por: José Agustín de Larramendi, Director General de Caminos; Alberto de Valdrich, Director del Colegio Científico; José García Rodrigo, Inspector General de Minas; Lorenzo Gómez Pardo, Joaquín Ezquerro y Rafael Amar, como profesores de la Escuela de Minas; José García Otero, Baltasar Hernández y Jerónimo del Campo de la Escuela de Caminos; y José Sánchez Toca

como secretario. Esta ponencia celebró tres sesiones (1836-abril-26-28, mayo-2). En su dictamen establecieron la duración de la enseñanza en el Colegio en un curso preparatorio y los dos que había marcado el R. D. de creación. Justificaban el año preparatorio, por el atraso de la instrucción pública, en cuanto a la formación matemática. Fijaron los programas de los tres cursos de las escuelas de aplicación y que, al finalizar la carrera, saliesen los titulados con la consideración de aspirantes de segunda clase y el sueldo de 5.000 rs. El proyectado Colegio Politécnico, no llegó a establecerse.

La enseñanza en la Escuela de Minas duraba cinco cursos, divididos en dos grupos de tres y dos años de duración.

Los tres primeros cursos correspondían a las enseñanzas en la propia Escuela, completadas con los trabajos de geognosia realizados en el campo por los alumnos durante las vacaciones. Los aspirantes por lo reducido del profesorado, sólo eran admitidos los años impares. Las disciplinas cursadas durante los diferentes años eran las siguientes: 1.º Mineralogía, Laboreo de Minas, Preparación mecánica de minerales y Metalurgia general, Práctica en el manejo de la brújula y en apertura de barrenos. 2.º Geognosia, también cursada por los alumnos de Caminos (R. O. 1836-noviembre-4), Mecánica aplicada a las minas, Metalurgia especial, Delineación. 3.º Construcción, que por razones de economía se cursaba en la Escuela de Caminos y Docimasia. Personalmente se ocupaba Amar de las excursiones geognósticas realizadas por los alumnos al finalizar el tercer curso, precursoras de los actuales campamentos de geología; estas se iniciaron en 1838. Los dos cursos finales, consistían en prácticas en los establecimientos mineros del estado, principalmente en Almadén; para su ejecución había preparado Ezquerria unas normas (1839-marzo-1). Manifestaba el Prof. de Mineralogía, Rafael Amar de la Torre (1838-agosto-8) sus deseos de que los españoles conociesen mejor sus riquezas mienrales, y de perfeccionar y elevar el nivel de la enseñanza de la mineralogía; lo dejaba para "algún día si, como es de esperar, a la época turbulenta en que vivimos, sigue otra de paz y de ventura, en que florezcan las artes y el comercio".

El número de aspirantes ingresados en 1837 fue de seis y, otros seis, en 1839.

Cesa como Director al finalizar el año 1840 hasta (1843-diciembre-3) en que sustituyó a Caravantes en la Dirección General de Minas.

VIII-3. FERNANDO CARAVANTES (1841-1843)

Como las concesiones mineras se habían incrementado últimamente hasta alcanzar la cifra de 6.000, se decidió aumentar en cuatro el Cuerpo de Minas, formado por 30 individuos. El gran incremento que de algún tiempo a esta parte ha tenido en España la industria minera, ha llevado

hacia ella grandes capitales y millares de brazos notándose un afán nunca observado, que puede degenerar en perjudicial si no preside el tino y la ilusión necesaria. Por orden de la Regencia (1841-febrero-23) se dispone el aumento de cuatro plazas de Aspirantes segundos, a las que optarán, desde luego, los alumnos más aprovechados de la Escuela de Minas, establecida en esta Corte, en el tercer año de sus estudios.

Cambian impresiones el Ministerio de la Gobernación, Peñaflorida, y el Director general de Minas; ambos reconocen el perjuicio ocasionado con la supresión de la enseñanza de la química general y docimasia, establecida en la Dirección desde 1826 desempeñada por José Duro (1796-1856), así como la pérdida de las grandes ventajas que ofrece su estudio, indispensable para evitar el lamento, por parte de las empresas metalúrgicas, de la escasez de buenos ingenieros prácticos en el arte del beneficio de los minerales. Por R. O. (1843-diciembre-23) se reorganiza la Dirección General de Minas y aumenta la cátedra de química analítica y docimástica. Deciden pedir a S. M. (1844-enero-4) el restablecimiento de la enseñanza teórica y práctica de la química general y analítica, con todas sus aplicaciones a la docimasia, a cuyo estudio deberá acompañar el continuo ejercicio de los alumnos en las operaciones analíticas y proponer como profesor a Luis de la Escosura y Morrogh (1821-1904). La Reina da la conformidad a la razonada propuesta de su Ministro (R. O. 1844-enero-14).

Durante su dirección no hubo novedades dignas de consignarse únicamente un incremento en el número de alumnos ingresados: diecisiete en 1841 y veintidós en 1843, debido al aspecto floreciente presentado por la minería y sus industrias derivadas.

Cesa por jubilación (R. O. 1843-diciembre-23), natural de Alcázar de San Juan, fallece en Almadén (1850-septiembre).

VIII-4. RAFAEL CABANILLAS Y MALO (1844-1849)

Había sido designado ayudante del laboratorio Fernando Cútolí y Lagoanera (181.-1877), quien sustituyó a Gómez Pardo al ser declarado cesante en su cátedra (R. O. 1844-febrero-28). Entre las variaciones de profesorado figura también la designación de profesor de laboreo de minas y mecánica a favor de Ramón Pellico y Paniagua (R. O. 1844-junio-17), y el pase como ayudante de laboratorio de Juan Manuel de Aranzazu.

El ingeniero de minas Juan Inza, había estudiado la carrera en la Real Escuela de Minas y en la Escuela Politécnica de París y recurrió a nuestro embajador en aquella Corte para que el Ministro de la Gobernación de la Península, Pidal, dispusiese su admisión en el Cuerpo de Ingenieros de Minas. Considerado el asunto por el Director general de Minas (1844-julio-3), elevó su dictamen



a la superioridad, accediendo S. M. (R. O. 1844-julio-19), figurando en su parte dispositiva:

"A fin de utilizar en obsequio del servicio del ramo los conocimientos de los jóvenes que por cualquier razón hubiesen seguido los estudios de la minería y metalurgia en las escuelas y establecimientos extranjeros y se distinguiesen por su talento, conducta y aptitud, podrán optar con los demás alumnos aprobados en la Escuela, debiendo siempre acreditar se han estudiado las materias enseñadas en la escuela especial de España y sujetarse a los exámenes que el Director general de Minas considere necesarios, oyendo a los profesores encargados de las mismas."

Estamos en plena evolución de la geognosia, incluso de actualización y denominación. Es encargado (R. O. 1844-abril-19) Amar de la formación de una colección geográfica de minerales de España con los ejemplares necesarios para la enseñanza y tan completa como demanda la ciencia. Por instrucción a los Inspectores de Distritos mineros (1844-julio-28) quedan encomendados éstos de la recolección de muestras geológicas y mineralógicas de sus respectivas comarcas. Fue dispuesto (R. O. 1844-noviembre-13) formarse la Superintendencia de Almadén una colección duplicada de minerales de los criaderos de azogue de Almadén y Almadenejos, con destino a la Escuela de Madrid.

Nuestro encargado de negocios en Copenhague, es avisado (R. O. 1844-septiembre-24) de la remisión en el bergantín español "Serena" de una magnífica colección de 90 muestras de las sustancias más raras del Norte y de 50 conchas fósiles, preparadas por el Profesor Forrenhaminer.

Se necesita proveer plazas en el Cuerpo de Minas y hay tres aspirantes aprobados pertenecientes a la promoción ingresada en la Escuela en 1841 interesados por estas plazas: 293, Pedro Sampayo; 296 Manuel Abeleira y Bussé; 299 José M.^a Ruiz y León, los cuales son habilitados por S. M. (R. O. 1845-junio-22) para el desempeño interino de las obligaciones de aspirantes segundos, con el haber señalado a los de su clase.

Como cada bienio, se remite a la "Gaceta" (R. O. 1845-septiembre-15), por la Sección de Fomento del Ministerio de la Gobernación del Reino, el anuncio de convocatoria para ingreso en la Escuela, habiéndolo efectuado en esta promoción treinta y cuatro, la mayor desde su traslado a Madrid. En esta R. O., además de la convocatoria acostumbrada, hay una disposición interesante: la propuesta de introducción de las modificaciones que la Dirección considerase más ventajosas para la mayor perfección en la misión encomendada a la Escuela.

Consecuencia de la propuesta formulada (1845-octubre-22) fue el reajuste de cátedras (R. O. 1845-noviembre-9) de la forma siguiente: Amar para mineralogía y geognosia; Pellico, laboreo de minas, geometría subterránea, mecánica aplicada a la minería, principios generales de la construcción, topografía; Escosura para química analí-

tica y docimasia; Cútolí para metalurgia general y especial. Cada profesor tenía asignada una ocupación práctica con sus discípulos de dos horas diarias. Se fijaba la duración del período lectivo del curso de nueve a diez meses.

Propuesta en varias ocasiones la enseñanza de la paleontología, con la consideración de asignatura, desde el año 1839, en la R. O. últimamente citada, se aprobó el plan propuesto, fijando el número de lecciones en las necesarias para el conocimiento de las especies fósiles más características con aplicación a la minería, comenzando (1839) Amar la explicación de dicha asignatura, para la que se ofreció voluntariamente.

Otra disposición interesante de la mencionada R. O. fue el establecer obligatoria la enseñanza de la legislación de minas, por ser indispensable para el ejercicio de la profesión dentro del ámbito oficial; que la convocatoria de ingreso fuese anual; y la propuesta de un Reglamento de la Escuela preparado por su claustro de profesores.

Dispone la Dirección General de Minas (O. 1846-julio-28) sea cumplida la base de la Instrucción Provisional (R. O. 1825-diciembre-24) de cumplimiento del R. D. (1825-julio-4), sobre el gobierno de la minería.

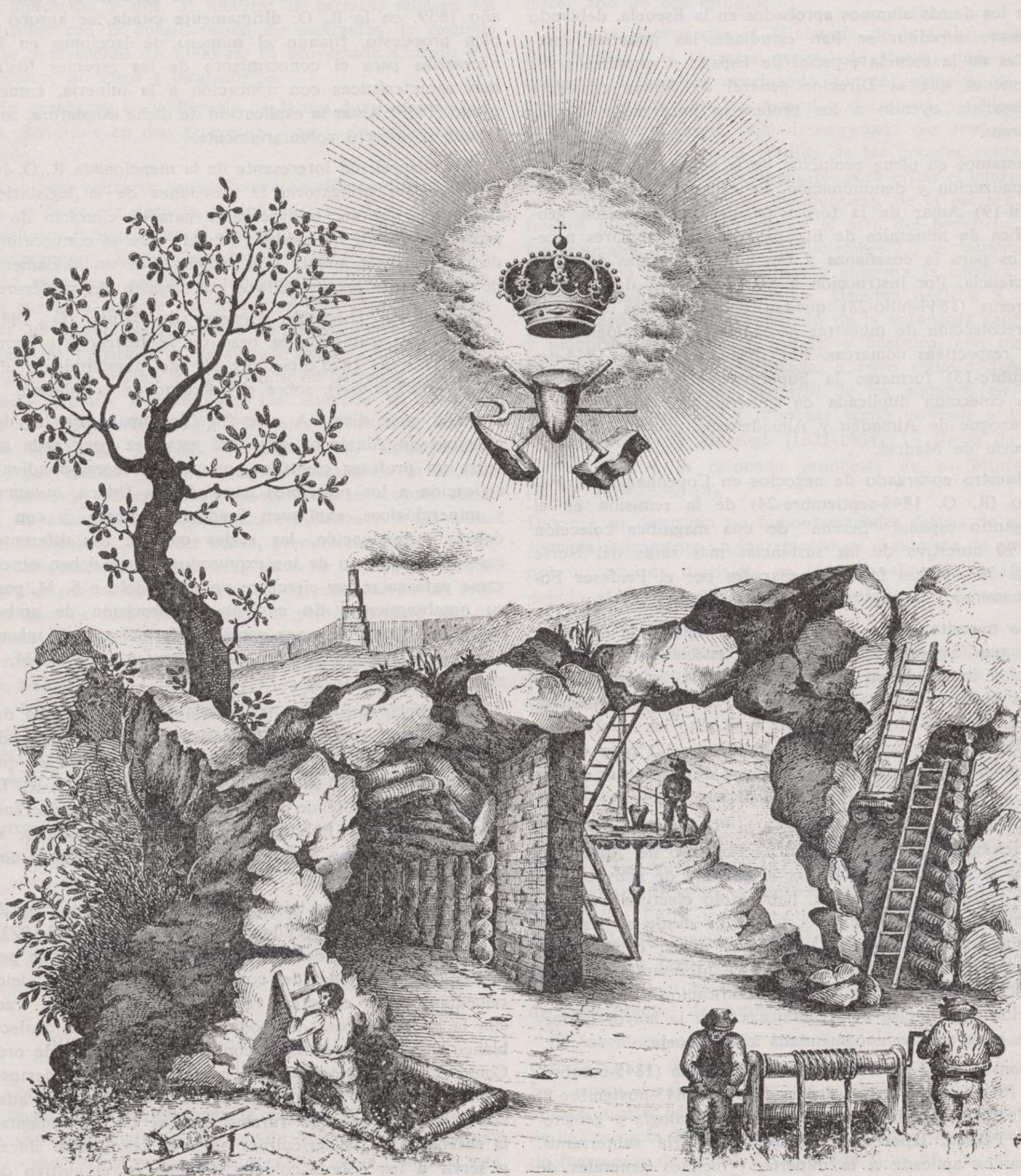
Dicha base dice "A este fin (desempeño de las dos cátedras de Almadén) solicitará esta vez para cada cátedra un profesor científico, que con la correspondiente aplicación a los principios matemáticos, físicos, químicos y mineralógicos, expliquen fundamentalmente, y con la debida individuación, las reglas que en los diferentes casos de cada uno de los expresados ramos deben observarse para su mejor ejercicio, proponiéndolo a S. M. para su nombramiento. En adelante la provisión de ambas cátedras se verificará por oposición formal ante la misma Dirección, y el consiguiente nombramiento de S. M. a su propuesta."

La Escuela, que en su traslado a Madrid dependía del Ministerio del Interior, pasó a depender por cambio de denominación del de Gobernación del Reino, en el que formaba parte, en el momento de su reorganización (R. D. 1847-marzo-10). Creado el Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas (R. D. 1847-diciembre-9), se incorporó al mismo la Dirección General de Minas con todas sus dependencias.

La creación de este triple ministerio, fue inspiración de Juan Manuel José Méndez Bravo Murillo (1803-1873), natural de Fregenal de la Sierra. Destacó desde joven por moderación, claridad de conceptos, rectitud de juicio, reicedumbre de carácter, vestido casi siempre de frac, con la ancha corbata de moda en aquella época, chaleco blanco de fantasía, cruzado con ostentosa cadena de oro. Como ministro dejó un grato recuerdo por sus aciertos; promotor (R. D. 1849-marzo-30) de una formación adecuada de los maestros rurales, con el fin de fomentar la enseñanza de la agricultura hasta en las últimas aldeas y servir a los pobres colonos de guía en el cultivo de sus campos. Creó pensiones para el estudio de las ciencias

químicas y la geología. Se ocupó personalmente del cambio del Ministerio desde la calle de Torija al amplio y destartado convento de La Trinidad, después de realizadas importantes obras de adecuación. En un momento de necesidad de variación de la política económica, para el fomento del transporte, la minería y la industria, logró

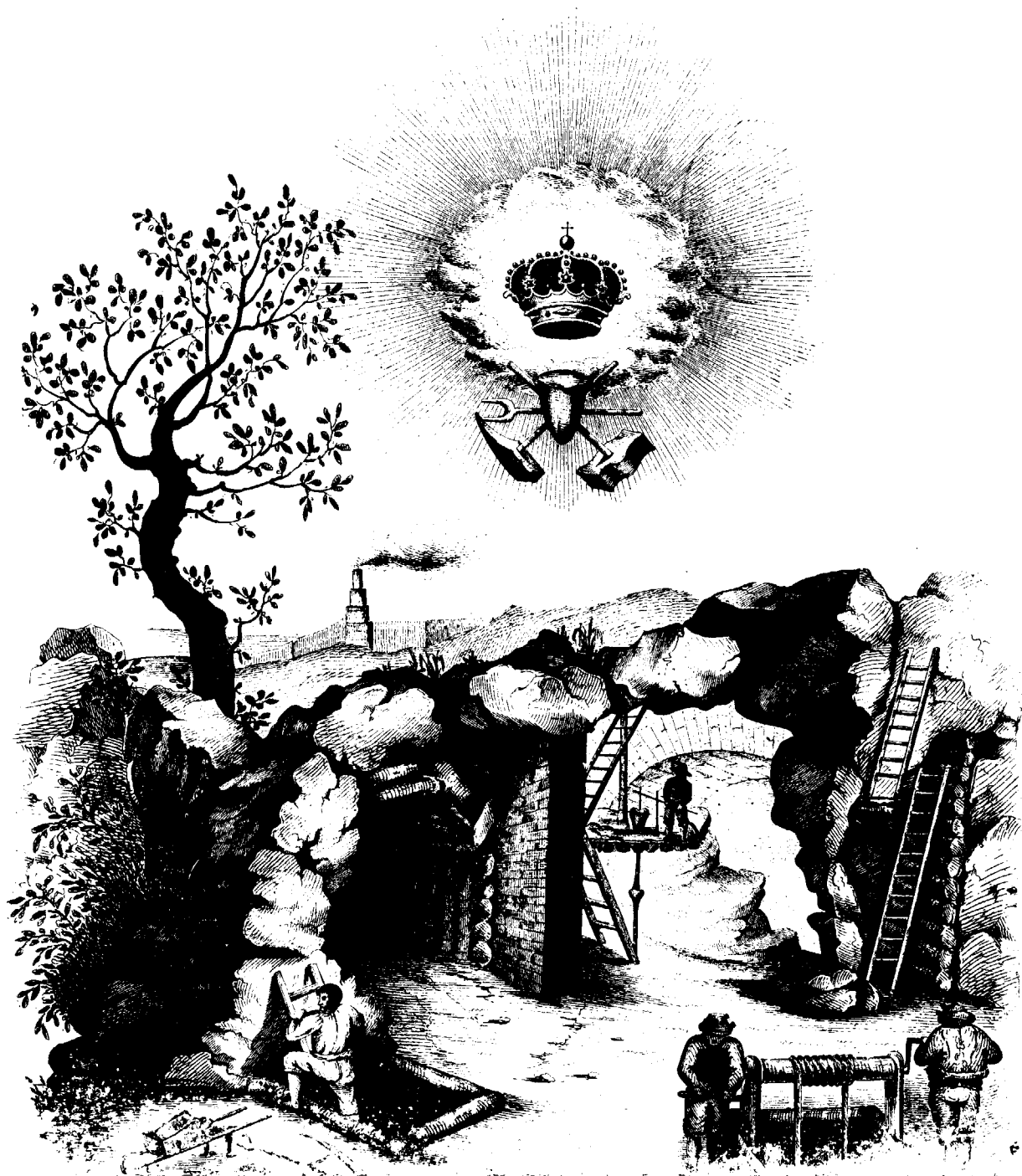
(R. D. 1848-febrero-24) se instituyesen las compañías de acciones, indispensables para la acumulación de capitales requeridos por dichas entidades. Simultáneamente (Ley 1848-febrero-24) establece las concesiones de caminos de hierro, entre los que figuraba el ferrocarril carbonero de Asturias, para unir la cuenca carbonífera del Valle del



Alegoría de las actividades de la ingeniería de minas (1844)

químicas y la geología. Se ocupó personalmente del cambio del Ministerio desde la calle de Torija al amplio y destartado convento de La Trinidad, después de realizadas importantes obras de adecuación. En un momento de necesidad de variación de la política económica, para el fomento del transporte, la minería y la industria, logró

(R. D. 1848-febrero-24) se instituyesen las compañías de acciones, indispensables para la acumulación de capitales requeridos por dichas entidades. Simultáneamente (Ley 1848-febrero-24) establece las concesiones de caminos de hierro, entre los que figuraba el ferrocarril carbonero de Asturias, para unir la cuenca carbonífera del Valle del



Alegoría de las actividades de la ingeniería de minas (1844)

Nalón con el puerto marítimo de Musel en la Villa de Gijón. Tomó parte activa en la reorganización del Cuerpo de Ingenieros de Minas, de su Escuela Espacial y en la creación de la Comisión de la Carta Geológica de la Provincia de Madrid y General del Reino.

Su interés por establecer regadíos por medio de embalses, le movió a pedir (1848-julio-8) a los jefes políticos y juntas de agricultura, informes detallados sobre estas posibilidades, aunque anteriormente había designado comisiones científicas que recorriesen los ríos y estableciesen puntos adecuados para las presas, en las cuales participaron destacados profesores de la Escuela de Minas y, principalmente, Casiano de Prado.

En su pleno apogeo le ofrecieron ser Académico de Número de la Real de Historia, Real de Ciencias Morales y Políticas y ambas fueron rehusadas, al contrario de un siglo después, en que las plazas de Académico las pretenden con preferencia los Ministros. También rehusó el Toison de Oro y sólo aceptó la Gran Cruz de Carlos III.

La historia de la ciencia comienza a interesar y España es uno de los países situados a la cabeza de este movimiento. En el plan de estudios universitarios preparado por Antonio Gil de Zárate, jefe de la sección de Instrucción Pública y llevado por el Ministro de la Gobernación (1845) Pedro José Pidal a Consejo de Ministros, quedó incluida entre las asignaturas del doctorado con la denominación de "historia de las ciencias". Su duración fue efímera, en el plan inmediato posterior de Pastor Díaz (1847) desaparece esta disciplina, tan defendida y cultivada por Jovellanos.

Desde el establecimiento de la Escuela en Madrid, se introdujo la costumbre de que los alumnos estudiasen por grupos, los cuales redactaban las lecciones con los apuntes tomados durante las clases orales siendo indispensable su presentación antes de realizar los respectivos exámenes de fin de curso. Análogamente tenían que hacer con las prácticas de laboratorio y campo. Las únicas asignaturas con texto eran las siguientes (1847): Laboreo, los elementos de laboreo de Ezquerro titulado "Explotación de minas" y la traducción de la magnífica obra de Combes. Química analítica, la traducción de Rose. Docimasia, la de Berthier. Geognosia, la traducción de los elementos de Lyell.

La promoción de 1846, primera de año par, únicamente contó con dos alumnos; la de 1847, con nueve. El último anuncio de admisión directa en la Escuela fue el publicado en la "Gaceta" (1848-julio) donde establecía las normas de admisión, enseñanza durante cuatro cursos, y el requisito de presentación de un certificado de buena conducta moral y política, éste expedido por el gobierno político de la provincia, con un límite de admisión hasta los 25 años. Superaron las condiciones establecidas para el ingreso, cinco aspirantes.

Se celebran (1846-octubre-10) las dos bodas de las hijas de Fernando y María Cristina, la Reina Isabel II, de 16 años, con su primo Francisco de Asís de Borbón, y su hermana, la Infanta Luisa Fernanda. El acto tuvo lugar en el Salón de Embajadores del Palacio de Oriente y en la capilla. Se festejó con fuegos artificiales, funciones teatrales, Te Deum en Santa María la Mayor, toros en la Plaza Mayor. Pronto todo Madrid en los cafés, las redacciones, los vestíbulos teatrales, habla del frustrado matrimonio por causas atribuidas a su primo Francisco de Asís, el cual se trasladó al Pardo, quedando la Reina en el Palacio de Oriente, para blanco de los libelistas, quienes cada día en mayor número hacían a Isabel protagonista de episodios. Estos comentarios corrían sin cesar por todas las capas de la sociedad española, tema obligado de conversación en las tertulias madrileñas y casinos de pueblos. Todo ello menguaba la eficacia de la buena política del País.

Por R. D. (1849-febrero-19) se crea una comisión formada por ingenieros de Caminos y de Minas, para el estudio del curso del Río Guadiana, desde las lagunas de Ruidera hasta el Océano, y averiguar las posibilidades de navegación, establecimiento de riegos, estudio geológico y descubrimiento de aguas ocultas.

Los intentos de Escuela preparatoria o politécnica van camino de su realización a los diecisiete años de su primer intento. Es creada la Escuela preparatoria (R. D. 1848-noviembre-6) dependiente de la Dirección General de Instrucción Pública, para las especialidades de caminos, minas y arquitectura, aprobado su reglamento por R. D. de la misma fecha quedó establecida su obligatoriedad (R. D. 1849-julio-5) para ingreso en las escuelas especiales. Para la admisión en esta Escuela preparatoria se exigía edad de dieciséis a veinticinco años, los conocimientos básicos establecidos en disposiciones anteriores. En esta Escuela debían seguirse dos cursos preparatorios.

Los detalles de aplicación a la Escuela de minas de las nuevas normas de ingreso, fueron objeto de disposiciones, preparadas por Bravo Murillo así como la aprobación de su Reglamento (R. D. 1849-enero-11). El claustro quedó constituido por un Director, cinco profesores, un profesor externo al Cuerpo para el alemán, dos ayudantes y los subalternos necesarios para desempeño de las diversas ocupaciones. La enseñanza durará cuatro cursos; los dos primeros dan derecho al título de "Director de laboreo"; los dos segundos al de "Director de fundiciones", y los que aprueben los cuatro al de "Ingeniero de Minas", considerado anteriormente como puesto administrativo y desde ahora como título facultativo.

Queda prevista la expedición de títulos, mediante examen de reválida, a quienes hubiesen estudiado las mismas materias con igual o superior amplitud, en el extranjero.

Cesa Cabanillas como Director (1849) al suprimirse la Dirección General de Minas.

VIII-5. EVOLUCION DE LAS DIVERSAS ASIGNATURAS

La evolución de las diversas asignaturas puede ser un tema histórico interesante, por estar íntimamente ligado con el progreso científico y la formación más completa de los alumnos de la Escuela.

Laboreo de minas.—El laboreo de minas, juntamente con la metalurgia, son la aplicación principal de las ciencias fundamentales de la profesión de la minería, por ello, se profesó desde el momento inicial de la Academia de Almadén. Explicaba Storr (1777) geometría subterránea y mineralogía; la primera consistía fundamentalmente en el levantamiento de planos y rompimientos; la segunda, comprendía lo conocido en el momento (1849) por geognosia, laboreo de minas e, incluso, metalurgia.

Con destino a las cátedras de la Escuela de Minas y por iniciativa de Elhuyar, fue pensionado en Alemania, para su especialización en explotación de minas (R. O. 1828-agosto-8). Joaquín Ezquerro del Bayo, nombrándole profesor de mecánica y laboreo de minas, (R. O. 1835-mayo-3), quien publicó (1839) su obra "Elementos de laboreo de minas", agotada rápidamente esta edición y la segunda (1851). Es reemplazado (1844-junio-17) este profesor por Ramón Pellico y Paniagua (1809-1876), quien en sus enseñanzas se orientó, principalmente, por el tratado de laboreo de Combes y la geología aplicada a la explotación de minas de Burat.

Topografía.—Iniciada en Almadén en 1777 por Storr, con la denominación de Geometría subterránea, al inaugurarse la Escuela de Madrid se explicaba la topografía como una parte del laboreo de minas. Creada la Escuela preparatoria (1849-julio), toma carácter de asignatura independiente, según se describe en el capítulo siguiente.

Idiomas.—El primer profesor de idiomas fue De Graef, desde la inauguración de la Escuela de Almadén hasta su fallecimiento (1781) en dicha localidad. Al trasladarse la Escuela a Madrid, figuraba entre las condiciones de ingreso el saber traducir el francés, lo cual se debía demostrar documentalmente y en prueba de suficiencia ante los profesores de la Escuela.

Dibujo.—El Director de la Academia de Almadén, Hop-pensack, dispuso (1788) que, entre los trabajos a realizar por los alumnos durante las seis horas de permanencia diaria en la Academia, fuese uno de ellos la copia de planos, como enseñanza del dibujo. Desde la primera convocatoria de ingreso en la Escuela de Madrid (1835-mayo), se exigía a los aspirantes principios de dibujo lineal y topográfico y dentro de la Escuela seguían dos cursos de delineación, para formar la "Cartera del ingeniero", profesados por Ezquerro del Bayo.

Química general.—Forma su fondo principal el estudio de varios puntos importantes de la tecnología química, propios de la industria minera, o en íntima relación con ella. Creada esta enseñanza en la Dirección General (1826),

no figuró como asignatura en la Escuela hasta su establecimiento junto con la química analítica (1844-enero).

Mecánica aplicada a la explotación de minas.—El desarrollo de las ciencias y sus aplicaciones hizo necesaria la individualización de esta asignatura en la Academia de Almadén, satisfecha (R. O. 1802-junio) cuando se terminó la instalación de la máquina de vapor de Watt aplicada al desagüe.

Al trasladarse la Escuela a Madrid, se encomienda esta asignatura a Ezquerro; la explicaba en el segundo año de la carrera, utilizando como orientación para las explicaciones las obras de Tredgold y Taffe. Al sustituirle Pellico (1844-junio-17) las obras utilizadas fueron la de Arthur Morin y la de Poncelet.

Docimasia.—Asignatura fundamental según la opinión de Elhuyar, en la memoria de presentación del proyecto de ley (1825), profesada durante varios años en la Dirección General, fue incorporada entre las asignaturas que debían estudiarse en la Escuela de Madrid (R. D. 1835-abril-23), designando primer profesor (1836-mayo-3) a Gómez Pardo. Posteriormente (R. D. 1836-mayo-11) se denominó Docimasia y ensayos docimásticos, con un curso práctico (1839) de docimasia y análisis de minerales.

Cesante su primer maestro, se designa (1844-enero-14) profesor a De la Escosura, utilizando como texto las renombradas obras de Berrhier y Bodeman.

Derecho administrativo y economía política.—Iniciadas estas enseñanzas en Almadén (1831) con la denominación de Contabilidad y práctica administrativa, sin formar parte del plan general de enseñanza, se le dio entrada como disciplinas obligatorias en la Escuela de Madrid (R. O. 1845-noviembre-9).

Química analítica.—Como precursor de esta disciplina puede considerarse el curso práctico de análisis de minerales, profesado desde 1839 por Gómez Pardo. La denominación de una asignatura como química analítica la recibe posteriormente (R. O. 1844-enero-14), figurando Escosura como su primer profesor, quien al finalizar su carrera (1841) se trasladó a París, con el fin de imponerse en los últimos adelantos de la química con Dumas, Pelouze, Orfila, Gay-Lussac y Ebelmen, pasando posteriormente a Freiberg, en donde aprendió con el renombrado y célebre Plattner el uso y aplicaciones del soplete.

Las lecciones en la Escuela de Madrid, las inauguró en el curso 1843-1844. Modelo de claridad, sencillez y precisión, adoptó por texto la obra de Rose, llegando a adquirir un profundo sentido analítico y una rara y envidiable habilidad en todas las manipulaciones químicas.

Mineralogía.—La actual mineralogía formaba parte de la enseñanza dada en la Academia de Almadén, en su gabinete de historia natural, pero la realidad es que los alumnos la estudiaban en el Real Gabinete de Madrid.

Al trasladarse la Escuela a Madrid, fue nombrado profesor (1835-mayo-3) Amar. Este barcelonés inició sus clases (1836-enero-9) quien utilizó en sus explicaciones la obra de Federico Mohs. Como modelos cristalográficos utilizaba una colección de cartón de tamaño grande, colocados encima de las vitrinas de la colección geognóstica, objetivo muchas veces de las flechas y otros objetos lanzados por los alumnos. En aquella época utilizaban los alumnos los goniómetros de Wollaston y Mohs.

En la primera sesión pública de la R. A. de C. E. F. y M. presentó una memoria titulada "Nuevo método de ensayar docimásticamente los minerales por medio del soplete" la cual quedó inédita.

Geología y Paleontología.—Iniciada la enseñanza de la geognosia dentro de las dos que primitivamente constituían las asignaturas de Almadén, en la Instrucción provisional (1825-diciembre-18) se establece la manera de hacer sobre el terreno las prácticas de geognosia. En la nueva Escuela dan comienzo (1836-noviembre-10) las lecciones de geognosia como asignatura oficial por el ingeniero Amar. Dicho profesor explicaba geogenia y geognosia para los alumnos de las Escuelas de Minas y de Caminos, y para estos últimos durante el período 1836 a 1850. En su programa daba entrada a la Geodesia, a la Geografía física, Física del globo y a todo cuanto constituye la geología actual, incluso las teorías sobre formación de criaderos. Ultimamente (1847-1848) utilizó los elementos de Lyell, cuya traducción con adiciones sobre los terrenos de España publicó Ezquerro.

Reiteradamente Amar consideraba indispensable la paleontología como asignatura obligatoria para el ingeniero de minas; desde el año 1839, tanto Amar como el claustro en general, solicitan la creación de esta asignatura;

aprobado oficialmente dicho deseo (R. O. 1845-noviembre 9), el mismo día de su publicación en la "Gaceta" dio comienzo a las lecciones.

Metalurgia especial.—En la cátedra especial de metalurgia, creada con intenciones de profesarse en Almadén (R. O. 1833-septiembre-21), sus enseñanzas tuvieron lugar en Madrid por Gómez Pardo (1836) dividida la asignatura en dos partes que podían denominarse Metalurgia general y Metalurgia especial. En ella se describía el beneficio de cada metal, hornos, tratamientos, chimeneas que en aquella época se les prestaba mucha atención por el tiro y por la contaminación, calcinación, tostión, quema de menas.

El segundo profesor de esta cátedra (1845), fue Fernando Cútoli (181.-1904) ampliando las enseñanzas con el beneficio de los elementos cobalto, azufre y arsénico.

Metalurgia general y preparación mecánica de minerales.—La asignatura de metalurgia fue dividida en dos (R. D. 1836-enero-20), la metalurgia general se acumula a la docimasia y la segunda, o preparación de minerales, a la mecánica y laboreo de minas, profesada por Ezquerro. Al declarar cesante a Gómez Pardo (1844-febrero-28) es reemplazado en la enseñanza de la metalurgia general por Fernando Cútoli y Lagoanere.

Construcción.—Esta asignatura fue seguida inicialmente (R. D. 1836-enero-20) por los alumnos de cuarto curso, en la Escuela de Caminos y Canales. Posteriormente (R. D. 1845-noviembre-9), se dispone la individualización de la cátedra y su inclusión en el curso segundo, figurando como su primer profesor Ramón Pellico y Paniagua (1809-1876).

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
179	17766	28-VII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Corrección de erratas de la Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.
185	18334	4-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Concesión de explotación.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita de la Delegación Provincial de Almería.
185	18334	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Baleares.
185	18338	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Guipúzcoa.
185	18338	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Huelva.
185	18333	4-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resoluciones por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración minera que se citan.
185	18337	4-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan de la Delegación Provincial de Gerona.
185	18338	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad d los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
185	18340	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Pontevedra.
185	18341	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Segovia.
185	18344	4-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Zaragoza.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
187	18522	7-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Guadalajara.
188	18623	8-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución por la que se hace pública la caducidad de la concesión minera que se cita, de la Delegación Provincial de Barcelona.
188	18623	8-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Huelva.
188	18623	8-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resoución por la que se hace público el otorgamiento del permiso de exploración minera que se cita.
188	18623	8-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Barcelona.
188	18623	8-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Huelva.
189	18732	9-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
191	18908	11-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resoluciones por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
199	19567	21-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Concesiones de explotación.</i> —Resolución por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Cuenca.
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Granada.
202	19856	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Málaga.
202	19856	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Salamanca
202	19856	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Sevilla .

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de exploración.</i> —Resoluciones por las que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan.
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Permisos de investigación.</i> —Resolución por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Granada.
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de León.
202	19855	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, de la Delegación Provincial de Lérida.
202	19856	24-VIII-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace público la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Málaga.
HIDROCARBUROS				
185	18333	4-VIII-78	I. y E.	ORDEN por la que se acepta la renuncia a los permisos de investigación de hidrocarburos "Arguedas", "Fustiñana", "Zuera" y "Lebrija", situadas en Zona A.
203	19937	25-VIII-78	I. y E.	REAL DECRETO para la investigación del permiso "Barcelona Marina A".
203	19937	25-VIII-78	I. y E.	REAL DECRETO de otorgamiento de siete permisos de investigación de hidrocarburos en la zona A.
203	19928	25-VIII-78	I. y E.	REAL DECRETO de otorgamiento de un permiso de investigación de hidrocarburos en la zona A.
226	22092	21-IX-78	I. y E.	ORDEN por la que se concede una prórroga de tres años para los permisos de investigación de hidrocarburos "Mar Cantábrico A, B, C, D, F y G.
230	22455	26-IX-78	I. y E.	REAL DECRETO de otorgamiento de dos permisos de investigación de hidrocarburos en la zona C, subzona a).
VARIOS				
180	17802	29-VII-78	OP. y U.	<i>Normas tecnológicas de la edificación.</i> —Orden por la que se aprueba la Norma Tecnológica NTE-CPP/1978, "Cimentaciones pilotes: Prefabricados".
186	18375	5-VIII-78	OP. y U.	<i>Normas tecnológicas de la edificación.</i> —Orden por la que se aprueba la Norma Tecnológica NTE-CPP/1978, "Cimentaciones pilotes: Prefabricados". (Conclusión.)
190	18813	10-VIII-78	OP. y U.	<i>Aprovechamiento de aguas.</i> —Resolución sobre concesión de un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Clan Bertrán, en término municipal de Las Franquesas del Vallés (Barcelona), para riegos a favor de "Motor Ibérica, S. A."

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
191	18871	11-VIII-78	S. y SS.	<i>Seguridad Social.</i> —Orden por la que se desarrolla lo dispuesto en el Real Decreto 1774/1978, de 23 de junio, por el que se incluye la incapacidad laboral transitoria como mejora voluntaria en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los trabajadores por cuenta propia o autónoma.
196	19212	17-VIII-78	E. y C.	<i>Enseñanza Universitaria. Primer ciclo.</i> —Orden sobre equivalencia de los estudios del primer ciclo de enseñanza universitaria y aclaración sobre los equivalentes al título de Diplomado.
196	19278	17-VIII-78	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Orden por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Zona Vigésimoquinta Cabrajas del Pinar", comprendida en la provincia de Soria.
196	19272	17-VIII-78	OP. y U.	<i>Aprovechamientos de aguas.</i> —Resolución por la que se otorga al Ayuntamiento de Jarandilla de la Vera (Cáceres) el aprovechamiento de aguas subálveas de la garganta Parada, en término municipal de Jarandilla de la Vera, con destino al abastecimiento.
198	19399	19-VIII-78	I. y E.	<i>Energía.</i> —Real Decreto por el que se prorroga el plazo establecido en el artículo primero del Real Decreto 3139/1977, de 9 de diciembre, por el que se establecen determinadas medidas de austeridad en ciertos consumos de energía.
199	19493	21-VIII-78	Pcfa. G.º	<i>Consejo General del País Vasco.</i> —Real Decreto sobre transferencias de competencias de la Administración del Estado al Consejo General del País Vasco en materia de agricultura, industria, comercio y urbanismo.
206	20226	29-VIII-78	OP. y U.	<i>Aprovechamientos de aguas.</i> —Resolución por la que se hace pública la autorización concedida a la comunidad de aguas "La Cumbre-cita" para continuar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en terrenos de monte de propios del Ayuntamiento de El Paso (isla de La Palma).
206	20227	29-VIII-78	OP. y U.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a la comunidad de aguas "Morro Negro" para continuar labores de alumbramiento de aguas en una galería que tiene autorizada en el paraje "El Bailadero", en monte de propios del Ayuntamiento de Güimar (Tenerife).
206	20230	29-VIII-78	OP. y U.	RESOLUCION por la que se concede a don José Huertas Mesa un aprovechamiento de aguas subálveas de la rambla Aldeire, en término municipal de La Calahorra y valle del Zaball (Granada).
208	20419	31-VIII-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área "Avila Dos" (Avila).
213	20873	6-IX-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en el área denominada "Zona Villagarcía de Arosa" en las provincias de Pontevedra y La Coruña.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
214	20902	7-IX-78	Pcia. G.º	<i>Reglamento de Explosivos.</i> —Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
214	20967	7-IX-78	I. y E.	<i>Minerales. Reservas.</i> —Orden por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, en la zona denominada "Hoja 479-3", comprendida en la provincia de Salamanca.
214	20968	7-IX-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva, para toda clase de yacimientos minerales y demás recursos geológico, en un área de la provincia de Murcia.
214	20968	7-IX-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado, para exploración e investigación de yacimientos de carbón, en un área de las provincias de Soria y Zaragoza.
214	20968	7-IX-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado, para exploración e investigación de carbón, en un área de las provincias de Huesca, Zaragoza, Lérida y Tarragona.
214	20969	7-IX-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado, para exploración e investigación de yacimientos de sustancias minerados de estaño, volframio, manganeso, plomo, antimonio, plata, cobre y bario en un área de la provincia de Zamora.
214	20969	7-IX-78	I. y E.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Cáceres y Badajoz.
216	21163	9-IX-78	I. y E.	ORDEN por la que se levanta la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos en las zonas denominadas "Toledo Dos" (Toledo), "Toledo Tres" (Toledo y Avila) y "Avila Cuatro" (Avila).
228	22280	23-IX-78	S. y SS.	<i>Contaminación atmosférica.</i> —Resolución por la que se incorpora a la Red Nacional de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica, como Centro de Análisis, la Sección de Contaminación Atmosférica del Laboratorio Municipal del excelentísimo Ayuntamiento de Vigo.
232	22659	28-IX-78	I. y E.	<i>Autorizaciones.</i> —Resolución por la que se otorga a "Empresa Nacional del Uranio, S. A." (ENUSA), la autorización de puesta en marcha de una planta de concentrados de uranio en Saelices el Chico (Salamanca).
245	23731	13-X-78	Pcia. G.º	REAL DECRETO 2421/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 11/1975, de 12 de marzo, sobre señales geodésicas y geofísicas.

INDICE DE MATERIAS

(Tomo LXXXIX. Año 1978. Fascículos primero a sexto)

	Páginas
GEOLOGIA	
Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (Provincia de Valencia), por E. ELÍZAGA, G. GUTIÉRREZ, A. LENDÍNEZ, F. ROBLES y M. TENA	1
Hipótesis sobre la tectónica global de la península Ibérica, por J. MENDUIÑA FERNÁNDEZ	15
Medida del tiempo geológico por el método Rubidio-Estroncio, por J. GARCÍA GARZÓN y M. BALBAS ANTÓN	22
Consideraciones sobre la morfogénesis del Sistema Central, por M. GUTIÉRREZ ELORZA y J. RODRÍGUEZ VIDAL	109
La Tectónica Postmiocena del Sector Central de la Depresión del Tajo, por R. CAPOTE y M.ª J. FERNÁNDEZ-CASALS	114
Los osos fósiles de la Sierra de Atapuerca (Burgos España), por T. DE TORRES PEREZHIDALGO	123
Estudio comparativo de las mandíbulas de <i>Ursus spelaeus</i> , <i>Rosemmuller-Herrinrooth-Ursus demingeri</i> , <i>Von Reichnau</i> y <i>Ursus arctos</i> , Linneo, por T. JOSÉ DE TORRES, I. QUINTERO AMADOR, E. GÓMEZ NOGUEROL, H. MANSILLA IZQUIERDO y C. MARTÍNEZ DÍAZ	203
Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda pirítica de Huelva, por R. RAMBAUD	223
Sobre <i>Sphenopteris (Discopteris) leptophylla</i> (BUNBURY) nov. comb., y <i>Dicksonites doubingeri</i> nov. sp., por P. LORENZO	234
Evolución diagenética de un sector de los materiales carbonatados de la unidad Víboras (mantos alpujárrides, NW Sierra Nevada), por J. M. MARTÍN	303
Sobre el estudio de la geometría de estructuras de plegamientos, por E. ROJAS PACHECO	320
Posición cronológica de los sitios de ocupación Achelense de Aridos (Valle del Jarama, Arganda, Madrid), por M. SANTONJA, N. LÓPEZ, A. PÉREZ GONZÁLEZ y M. A. QUEROL	399
El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético, por J. P. CALVO, E. ELÍZAGA, N. LÓPEZ MARTÍNEZ, F. ROBLES y J. USERA	407
Nuevas reflexiones sobre la hoja 857. Valsequillo (Córdoba-Badajoz), por T. FEBREL MOLINERO	427
Sobre la teoría del método de reconstitución de pliegues en el caso de interferencias, por L. M. RÍOS	533

	Páginas
Caracteres generales de la tectónica tardihercínica de fracturación en la Sierra de Gredos (Región de Béjar-Piedrahita), por R. B. BABÍN VICH	545
Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena Oriental, Jaén, España), por S. RÍOS ARANGÜES	550
Algunas precisiones a la nota "Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)", por J. R. MAS y A. GARCÍA QUINTANA	562
 MINERIA	
Litoestratigrafía y control estructural de la mineralización antimonífera de la franja calcárea-dovónica de Alburquerque (Badajoz), por P. GUMIEL MARTÍNEZ, E. MEDIA FERNÁNDEZ y J. A. SANTOS GARCÍA	39
Las mineralizaciones paleozoicas de hierro del sector central de la cordillera Ibérica (área de Moncayo), por E. ARAGONÉS VALLS	53
Geología y Metalogenia del Yacimiento de Sn-W de Torrecilla de los Angeles (norte de Cáceres), por P. GUMIEL MARTÍNEZ	133
Dispositivo para alimentación en seco de mesas de sacudidas de laboratorio, por R. ALVAREZ RODRÍGUEZ y J. M.ª FERNÁNDEZ BECERRIL	148
Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na ₂ S como agente depresor, por A. ORTEGA ROJAS	242
Las manifestaciones de asbesto en el complejo de Mellid (Galicia), por J. A. GÁLVEZ y V. CRESPO	251
Aplicación de la teoría de la variable regionalizada a la estimación puntual de una discordancia en el yacimiento de fluorita de la Viesca, por E. MIGUEZ MARÍN, M. ALFARO SIRONVALLE y L. TEJERINA LOBO	327
Mineralizaciones de cobre de origen volcánico sedimentario en la zona de Alanís (Sevilla), por A. GARCÍA VÉLEZ	335
Presencia de formaciones vulcano-sedimentarias y mineralizaciones de hierro asociadas en el eje magmático La Coronada-Villaviciosa (Córdoba), por L. J. BAEZA ROJANO, C. RUIZ GARCÍA y M. RUIZ MONTES	431
Geotermismo y Minería, por J. MENDUIÑA FERNÁNDEZ	564
 AGUAS SUBTERRANEAS	
Algunos aspectos relativos a la calidad del agua en acuíferos subterráneos carbonatados, por J. GARRIDO BLASCO y R. FERNÁNDEZ-RUBIO	58
El modelo matemático del sistema acuífero de Almonte-Marismas, por C. LUCENA BONNY y E. GARCÍA FERNÁNDEZ	151
Aplicación del análisis químico e interpretación geoquímica de las aguas de la zona Oriental de la Hoja geológica núm. 377, Burgo de Osma (Soria). XVI, por F. DE PEDRO HERRERA, C. ALVAREZ HERRERO y J. A. GARCÍA MARGARIÑO VÁZQUEZ	344

	Páginas
Estudio hidrogeoquímico de la zona occidental de la Hoja geológica núm. 377, correspondiente a El Burgo de Osma (Soria). XV, por C. ALVAREZ HERRERO, F. DE PEDRO HERRERA, C. DEL HOYO y J. SÁNCHEZ GARCÍA	438
Hidrogeología del acuífero de la vega de Motril/Solobreaña (Granada), por E. I. CASTILLO PÉREZ y R. FERNÁNDEZ RUBIO	571
 GEOMATEMATICA	
Nota sobre un banco de datos para rocas ígneas, por J. L. BRANDLE	255
 ENERGIA	
Contenido de Th 232 radiogénico en minerales de uranio, por L. GARZÓN RUIPÉREZ	369
Utilización del Geotermómetro Na-K-Ca en la prospección preliminar de áreas geotérmicas, por C. PANICHI y E. R. BADIOLA	459
 ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS	
El concepto de arcilla. La problemática de su definición y clasificación, por A. PULGAR DÍAZ	63
Estudio de inclusiones fluidas en los depósitos de fluorita de Berbes; Asturias, España, por J. GARCÍA IGLESIAS	69
Estudio cristalquímico de los carbonatos del yacimiento de Eugui, por J. M. GONZÁLEZ LÓPEZ, C. FERNÁNDEZ-NIETO, F. ARRESE SERRANO y J. A. MEDINA	164
Síntesis de la Sepiolita a temperatura ambiente por precipitación homogénea, por A. LA IGLESIA	258
Contribución al estudio mineralógico y térmico de la gratonita de Riotinto (España), por A. LA IGLESIA, M. DOVAL, M. V. GONZÁLEZ y R. RODRIGÁLVAREZ.	373
Sobre la presencia de paragonita y pirofilita en las filitas del Complejo Nevado-Filabride en la Sierra de Baza (Cordillera Bética, España), por M. T. GÓMEZ-PUGNAIRE, F. P. SASSI y D. VISONA	468
El metamorfismo de bajo grado en el área central del Macizo Hespérico Español (Sistema Central-Toledo), por A. APARICIO YAGÜE y E. GALÁN HUERTOS	475
Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca), por JUAN LOCUTURA, CASILDA RUIZ, JOSEFINA SIERRA y ELENA VINDEL	581
Consideraciones petrogenéticas sobre diversas rocas cuarzo-feldespáticas en el área de Zalamea de la Serena (Badajoz), y su relación con rocas análogas del SO de España, por V. SÁNCHEZ-CELA	596
Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas, por A. APARICIO y F. BELLIDO	607

INDICE DE AUTORES

(Tomo LXXXIX. Año 1978. Fascículos primero a sexto)

	Páginas		Páginas
ALFARO SIRONVALLE, M.; MIGUEL MARÍN, F., y TEJERINA LOBO, L.: Aplicación de la teoría de la variable regionalizada a la estimación puntual de una discordancia en el yacimiento de fluorita de la Viesca	327	CALVO, J. P.; ELÍZAGA, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; ROBLES, F., y USERA, J.: El mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético	407
ALVAREZ HERRERO, C.; DE PEDRO HERRERA, F., y GARCÍA-MAGARIÑO VÁZQUEZ, J. A.: Aplicación del análisis químico e interpretación geoquímica de las aguas de la zona oriental de la Hoja geológica núm. 377, El Burgo de Osma (Soria). XVI	344	CAPOTE, R., y FERNÁNDEZ-CASALS, M. ^a J.: La Tectónica Postmiocena del Sector Central de la Depresión del Tajo	114
ALVAREZ HERRERO, C.; PEDRO HERRERA, F.; DEL HOYO GARCÍA, C., y SÁNCHEZ GARCÍA, J.: Estudio hidrogeoquímico de la zona occidental de la Hoja geológica núm. 377, correspondiente a El Burgo de Osma (Soria). XV.	438	CASTILLO PÉREZ, E. I., y FERNÁNDEZ RUBIO, R.: Hidrogeología del acuífero de la vega de Motril-Solobreña (Granada)	571
ALVAREZ RODRÍGUEZ, R., y FERNÁNDEZ BECERRIL, J. M. ^a : Dispositivo para alimentación en seco de mesas de sacudidas de laboratorio	148	CRESPO, V., y GÁLVEZ, J. A.: Las manifestaciones de asbestos en el complejo de Mellid (Galicia)	251
APARICIO YAGÜE, A., y GALÁN HUERTOS, E.: El metamorfismo de bajo grado en el área central del Macizo Hespérico Español (Sistema Central-Toledo).	475	DOVAL, M.; LA IGLESIA, A.; GONZÁLEZ, M. V., y RODRIGÁLVAREZ, R.: Contribución al estudio mineralógico y térmico de la gratonita de Riotinto (España)	373
APARICIO, A., y BELLIDO, F.: Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas	607	ELÍZAGA, E.; GUTIÉRREZ, G.; LENDÍNEZ, A.; ROBLES, F., y TENA, M.: Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)	1
ARAGONÉS VALLS, E.: Las mineralizaciones paleozoicas de hierro del sector central de la cordillera Ibérica (área de Moncayo)	53	ELÍZAGA, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; ROBLES, F.; USERA, J., y CALVO, J. P.: El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético	407
ARRESE SERRANO, F.; MEDINA, J. A.; GONZÁLEZ LÓPEZ, J. M., FERNÁNDEZ NIETO, C.: Estudio cristalquímico de los carbonatos del yacimiento de Eugui.	164	FEBREL MOLINOERO, T.: Nuevas reflexiones sobre la hoja 857, Valsequillo (Córdoba-Badajoz)	427
BABÍN VICH, R. B.: Caracteres generales de la tectónica tardihercínica de fracturación en la Sierra de Gredos (Región de Béjar), Piedrahita	545	FERNÁNDEZ BECERRIL, J. M. ^a , y ALVAREZ RODRÍGUEZ, R.: Dispositivo para alimentación en seco de mesas de sacudidas de laboratorio	148
BADIOLA, E. R., y PANICHI, C.: Utilización del Geotermómetro Na-K-Ca en la prospección preliminar de áreas geotérmicas	459	FERNÁNDEZ-CASALS, J., y CAPOTE, R.: La Tectónica Postmiocena del Sector Central de la Depresión del Tajo	114
BAEZA-ROJANO, L. J.; RUIZ GARCÍA, C., y RUIZ-MONTES, M.: Presencia de formaciones vulcano-sedimentarias y mineralizaciones de hierro asociadas en el eje magmático La Coronada-Villaviciosa (Córdoba)	431	FERNÁNDEZ-NIETO, C.; GONZÁLEZ LÓPEZ, J. M.; ARRESE SERRANO, F., y MEDINA, J. A.: Estudio cristalquímico de los carbonatos del yacimiento de Augui	164
BALBAS ANTÓN, M., y GARCÍA GARZÓN, J.: Medida del tiempo geológico por el método Rubidio-Estroncio	22	FERNÁNDEZ RUBIO, R., y GARRIDO BLASCO, J.: Algunos aspectos relativos a la calidad del agua en acuíferos subterráneos carbonatados	58
BELLIDO, F., y APARICIO, A.: Cambios texturales, mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas	255	FERNÁNDEZ RUBIO, R., y CASTILLO PÉREZ, E. I.: Hidrogeología del acuífero de la vega de Motril/Solobreña (Granada)	571
BRANDLE, J. L.: Nota sobre un banco de datos para rocas ígneas	255	GALÁN HUERTOS, E., y APARICIO YAGÜE, A.: El metamorfismo de bajo grado en el área central del Macizo Hespérico Español (Sistema Central Toledo)	475
		GÁLVEZ, J. A., y CRESPO, V.: Las manifestaciones de asbesto en el complejo de Mellid (Galicia)	251
		GARCÍA FERNÁNDEZ, E., y LUCENA BONNY, C.: El modelo matemático del sistema acuífero de Almonte-Marismas	151
		GARCÍA GARZÓN, J., y BALBAS ANTÓN, M.: Medida del tiempo geológico por el método Rubidio-Estroncio	22
		GARCÍA IGLESIAS, J.: Estudio de inclusiones fluidas en los depósitos de fluorita de Berbes; Asturias, España	69

	Páginas
GARCÍA MAGARIÑO VÁZQUEZ J. A.; PEDRO HERRERA, F., y ALVAREZ HERRERO, C.: Aplicación del análisis químico e interpretación geoquímica de las aguas de la zona Oriental de la Hoja geológica núm. 377. Burgo de Osma (Soria). XVI	344
GARCÍA QUINTANA, A., y MAS, J. R.: Algunas precisiones a la nota "Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la hoja de Jalance (provincia de Valencia)"	562
GARCÍA VÉLEZ, A.: Mineralizaciones de cobre de origen volcano-sedimentario en la zona de Alanís (Sevilla)	335
GARRIDO BLASCO, J., y FERNÁNDEZ RUBIO, R.: Algunos aspectos relativos a la calidad del agua en acuíferos subterráneos carbonatados	58
GARZÓN RUIPÉREZ, L.: Contenido de Th-232 radiogénico en minerales de uranio.	369
GÓMEZ NOGUEROL, E.; DE TORRES, T. JOSÉ; QUINTERO AMADOR, I.; MANSILLA IZQUIERDO, H., y MARTÍNEZ DÍAZ, C.: Estudio comparativo de las mandíbulas de <i>Ursus spelaeus</i> , <i>Rosemmuller-Heinrooth-Ursus deningeri</i> , <i>Von Reichenau</i> y <i>Ursus arctos</i> , Linneo	203
GÓMEZ PUGNAIRE, M. T.; SASSI, F. P., y VISONA, D.: Sobre la presencia de paragonita y pirofilita en las filitas del Complejo Nevado-Filabride en la Sierra de Baza (Cordilleras Béticas, España)	468
GONZÁLEZ LÓPEZ, J. M.; FERNÁNDEZ NIETO, C.; ARRESE SERRANO, F., y MEDINA, J. A.: Estudio cristalquímico de los carbonatos del yacimiento de Eugui	164
GONZÁLEZ, M. V.; LA IGLESIA, A.; DOVAL, M., y RODRIGÁLVAREZ, R.: Contribución al estudio mineralógico y térmico de la gratonita de Riotinto (España) ...	373
GÓMEZ-PUGNAIRE, M. T.; SASSI, F. P., y VISONA D.: Sobre la presencia de paragonita y pirofilita en las filitas del Complejo Nevado-Filabride en la Sierra de Baza (Cordilleras Béticas, España)	468
GUMIEL MARTÍNEZ, P.; MEDINA FERNÁNDEZ, E., y SANTOS GARCÍA, J. A.: Litoestratigrafía y control estructural de la mineralización antimonífera de la franja calcárea-devónica de Alburquerque (Badajoz)	39
GUMIEL MARTÍNEZ, P.: Geología y Metalogenia del Yacimiento de Sn-W de Torrecilla de los Angeles (Norte de Cáceres)	133
GUTIÉRREZ, G.; ELÍZAGA, E.; LENDÍNEZ, A.; ROBLES, F., y TENA, M.: Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)	1
GUTIÉRREZ ELORZA, M., y RODRÍGUEZ VIDAL, J.: Consideraciones sobre la morfogénesis del Sistema Central	109
HOYO GARCÍA, C. DEL; ALVAREZ HERRERO, C.; PEDRO HERRERA, F., y SÁNCHEZ GARCÍA, J.: Estudio hidrogeoquímico de la zona occidental de la Hoja geológica núm. 377, correspondiente a El Burgo de Osma (Soria). XV	438
LA IGLESIA, A.: Síntesis de la Sepiolita a temperatura ambiente por precipitación homogénea	258

	Páginas
LA IGLESIA, A.; DOVAL, M.; GONZÁLEZ, M. V., y RODRIGÁLVAREZ, R.: Contribución al estudio mineralógico y térmico de la gratonita de Riotinto (España)	373
LENDÍNEZ, A.; ELÍZAGA, E.; GUTIÉRREZ, G.; ROBLES, F., y TENA, M.: Caracterización del Senoniense Continental Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)	1
LOCUTURA, JUAN; CASILDA RUIZ; JOSEFINA SIERRA, y ELENA VINDEL: Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)	581
LÓPEZ, N.; SANTONJA, M.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A., y QUEROL, M. A.: Posición cronológica de los sitios de ocupación Achelense de Aridos (Valle del Jarama, Arganda, Madrid)	399
LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; CALVO, J. P.; ELÍZAGA, E.; ROBLES, F., y USERA, J.: El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético	407
LORENZO, P.: Sobre <i>Sphenopteris (Discopteris) leptophylla (BUNBURY) nov. comb.</i> , y <i>Dicksonites doubingeri nov. sp.</i>	234
LUCENA BONNY, C., y GARCÍA FERNÁNDEZ, E.: El modelo matemático del sistema acuífero de Almonte-Marismas	251
MÁRTÍN, J. M.: Evolución diagenética de un sector de los materiales carbonatados de la unidad Víboras (mantos alpujárrides, NW Sierra Nevada) ...	303
MAS, R. J., y GARCÍA QUINTANA, A.: Algunas precisiones a la nota "Caracterización del Semoniense Continental Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)"	562
MEDINA, J. A.; GONZÁLEZ LÓPEZ, J. M.; FERNÁNDEZ-NIETO, C., y ARRESE SERRANO, F.: Estudio cristalquímico de los carbonatos del yacimiento de Eugui	164
MEDINA FERNÁNDEZ, E.; GUMIEL MARTÍNEZ, P., y SANTOS GARCÍA, J. A.: Litoestratigrafía y control estructural de la mineralización antimonífera de la franja calcárea-devónica de Alburquerque (Badajoz)	39
MENDUIÑA FERNÁNDEZ, J.: Hipótesis sobre la tectónica global de la península Ibérica	15
MENDUIÑA FERNÁNDEZ, J.: Geotermismo y Minería	564
MÍGUEZ MARÍN, F.; ALFARO SIRONVALLE, M., y TEJERINA LOBO, L.: Aplicación de la teoría de la variable regionalizada a la estimación puntual de una discordancia en el yacimiento de fluorita de la Viesca	327
ORTEGA ROJAS, A.: Consideraciones sobre la flotación de galena y la utilización del Na ₂ S como agente depresor	242
PANICHE, C., y BADIOLA, E. R.: Utilización del Geotermómetro Na-K-Ca en la prospección preliminar de áreas geotérmicas	459

	Páginas
PEDRO HERRERA, F. de; ALVAREZ-HERRERO, C., y GARCÍA MAGARIÑO VÁZQUEZ, J. A.: Aplicación del análisis químico e interpretación geoquímica de las aguas de la zona oriental de la Hoja geológica núm. 377, El Burgo de Osma (Soria). XVI	344
PEDRO HERRERA, F. de; ALVAREZ-HERRERO, C.; DEL HOYO GARCÍA, C.; y SÁNCHEZ GARCÍA, J.: Estudio hidrogeoquímico de la zona occidental de la Hoja geológica núm, 377, correspondiente a El Burgo de Osma (Soria). XV.	438
PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; SANTONJA, M.; LÓPEZ, N., y QUEROL, M. A.: Posición cronológica de los sitios de ocupación Achelense de Aridos (Valle del Jarama, Arganda, Madrid)	399
PULGAR DÍAZ, A.: El concepto de arcilla. La problemática de su definición y clasificación	63
QUEROL, M. A.; SANTONJA, M.; LÓPEZ, N., y PÉREZ-GONZÁLEZ, A.: Posición cronológica de los sitios de ocupación Achelense de Aridos (Valle del Jarama, Arganda, Madrid)	399
QUINTERO AMADOR, I.; JOSÉ DE TORRES, T.; GÓMEZ NOGUEROLES, E.; MANSILLA IZQUIERDO, H., y MARTÍNEZ DÍAZ, C.: Estudio comparativo de las mandíbulas de Ursus spelaeus, Rosemmuller-Heinrooth-Ursus de ningeri, Von Reichenau y Ursus Arctos, Linneo	203
RAMBAUD, F.: Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda pirítica de Huelva	223
RÍOS L. M.: Sobre la teoría del método de reconstitución de pliegues en el caso de interferencia	533
RÍOS ARANGÜES, S.: Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena Oriental, Jaén, España)	550
ROBLES, F.; ELÍZAGA, E.; GUTIÉRREZ, G.; LENDÍNEZ, A., y TENA, M.: Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)	1
ROBLES, F.; CALVO, J. P.; ELÍZAGA, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N., y USERA, J.: El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético	407
RODRIGÁLVAREZ, R.; LA IGLESIA, A.; DOVAL, M., y GONZÁLEZ, M. V.: Contribución al estudio mineralógico y térmico de la gratonita de Riotinto (España)	373
RODRÍGUEZ VIDAL, J., y GUTIÉRREZ ELORZA, M.: Consideraciones sobre la morfogénesis del Sistema Central	109
ROJAS PACHECO, E.: Sobre el estudio de la geometría de estructuras de plegamiento	320
RUIZ, CASILDA; SIERRA, JOSEFINA; LOCUTURA, JUAN, y VINDEL, ELENA: Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)	581

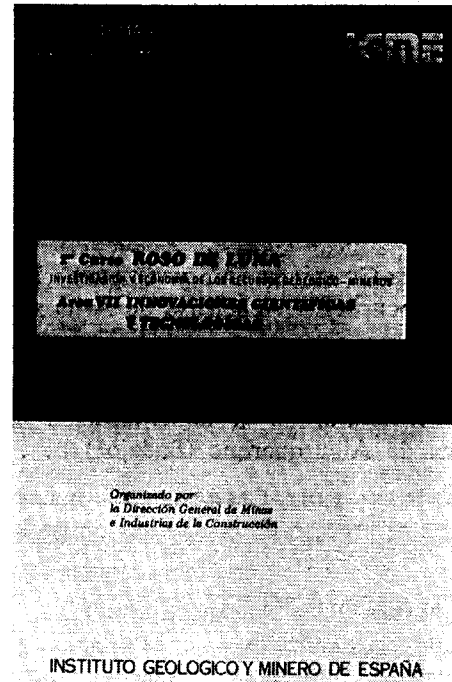
	Páginas
RUIZ GARCÍA, C.; BAEZA-ROJANO, L. J., y RUIZ-MONTES, M.: Presencia de formaciones vulcano sedimentarias y mineralizaciones de hierro asociadas en el eje magmático La Coronada-Villaviciosa (Córdoba)	431
RUIZ MONTES, M.; BAEZA-ROJANO, L. J., y RUIZ GARCÍA, C.: Presencia de formaciones vulcano-sedimentarias y mineralizaciones de hierro asociadas en el eje magmático La Coronada-Villaviciosa (Córdoba)	431
SÁNCHEZ GARCÍA, J.; ALVAREZ HERRERO, C.; DE PEDRO HERRERA, F., y DEL HAYO GARCÍA, C.: Estudio hidrogeoquímico de la zona occidental de la Hoja geológica núm. 377, correspondiente a El Burgo de Osma (Soria). XV ...	438
SASSI, F. P.; GÓMEZ-PUGNAIRE, M. T., y VISONA, D.: Sobre la presencia de paragonita y pirofilita en las filitas del Complejo Nevado-Filábride en la Sierra de Baza (Cordilleras Béticas, España)	468
SANTOJA, M.; LÓPEZ, N.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A., y QUEROL, M. A.: Posición cronológica de los sitios de ocupación Achelense de Aridos (Valle del Jarama, Arganda, Madrid)	399
SANTOS GARCÍA, J. A.; GUMIEL MARTÍNEZ, P., y MEDINA FERNÁNDEZ, E.: Litoestratigrafía y control estructural de la mineralización antimonífera de la franja calcárea-devónica de Alburquerque (Badajoz)	39
SIERRA, JOSEFINA.; LOCUTURA, JUAN; RUIZ, CASILDA, y VINDEL, ELENA: Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)	581
TEJERINA LOBO, L.; MIGUEL MARÍN, F., y ALFARO SIRONVALLE, M.: Aplicación de la teoría de la variable regionalizada a la estimación puntual de una discordancia en el yacimiento de fluorita de la Viesca	327
TENA, M.; ELIZAGA, E.; GUTIÉRREZ, G.; LENDÍNEZ, A., y ROBLES, F.: Caracterización del Senoniense Continental-Paleógeno en la Hoja de Jalance (provincia de Valencia)	1
TORRES, T. JOSÉ DE; QUINTERO AMADOR, I.; GÓMEZ NOGUEROLES, E.; MANSILLA IZQUIERDO, H., y MARTÍNEZ DÍAZ, C.: Estudio comparativo de las mandíbulas de Ursus spelaeus, Rosemmuller-Heinrooth-Ursus deningeri, Von Reichenau y Ursus arctos, Linneo	203
TORRES PÉREZ-HIDALGO, T. J. DE: Los osos fósiles de la Sierra de Atapuerca (Burgos-España)	123
USERA, J.; CALVO, J. P.; ELIZAGA, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N., y ROBLES, F.: El Mioceno superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nordbético	407
VINDEL, ELENA; LOCUTURA, JUAN; RUIZ, CASILDA, y SIERRA, JOSEFINA: Estudio mineralógico cuantitativo en el proceso de concentración de las menas Sn-Ta de Golpejas (Salamanca)	581
VISONA, D.; GÓMEZ-PUGNAIRE, M. T., y SASSI, F. P.: Sobre la presencia de paragonita y pirofilita en las filitas del Complejo Nevado-Filábride en la Sierra de Baza (Cordilleras Béticas, España)	468

Colección Temas Geológico - Mineros

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS.

Su moderna presentación y manejable formato, de 21x14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico-mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades



Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción,

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros .

Area IV. Desarrollo Minero y Mineralúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid (1)

Colección Temas Geológico - Mineros

Depósitos Minerales de España

Como segundo número de la Colección Temas Geológicos - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológica-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc., Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

1. INTRODUCCION.

2. LA GEOLOGIA.—**Dominio Hercínico:** El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. **Sistemas de fosas.**

3. **DEPOSITOS MINERALES.** **Cobre:** Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arnteiro y tipo Fornás. **Oro. Plomo-Cinc:** Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. **Plata. Estaño-**

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Monteneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Salamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca), Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasmilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena.

Bismuto: Distrito de Córdoba. **Mercurio, Antimonio:** Distrito de Alburquerque-Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz).

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Mercurio, Antimonio: Distrito de Alburquerque-Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz).

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Mercurio, Antimonio: Distrito de Alburquerque-Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz).

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

Hierro: Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Mennera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar-Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alquífe. **Titanio. Aluminio. Pirritas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (*), 1.000 ptas.

- Tomo 26 - 1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- Tomo 36 - 1929. **F. Azpeitia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.
- Tomo 38 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.
- Tomo 39 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.
- Tomo 40 - 1933. **J. García Siférez**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.
- Tomo 41 - 1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000 Volumen I. Sistema Cambriano.
- Tomo 42 - 1944. **P. Fallot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.
- Tomo 48 - 1944. **J. García Siférez**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56 - 1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60 - 1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61 - 1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62 - 1961. **Febre Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64 - 1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65 - 1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66 - 1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.
- Tomo 67 - 1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69 - 1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.
- Tomo 70 - 1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrénées Centrales Espagnoles.
- Tomo 71 - 1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72 - 1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73 - 1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74 - 1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológica-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75 - 1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 77 - 1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la provincia pirítica del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de piritita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (*) - 1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (*) - 1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*) - 1972. **C. Álvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Regional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (*) - 1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Álava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87 - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Trias Español.
- Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Pelado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89 - 1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90 - 1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91 - 1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del Río Jarama en los alrededores de Madrid.
- Tomo 92 - 1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- Tomo 93 - 1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixivación de minerales pobres.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid -1. Telf. 276 20 01

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del IGME. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el IGME.

Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Nijar. Tomo II.
- Coete del Agua Subterránea.
- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tíetar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de Investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la Investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I». Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).
- Investigación minera en Hiedelaencina (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Macoda (Orense).
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca ((Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato fluor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquilatos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos, Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

Precio del ejemplar: 400 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación.

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por lo tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

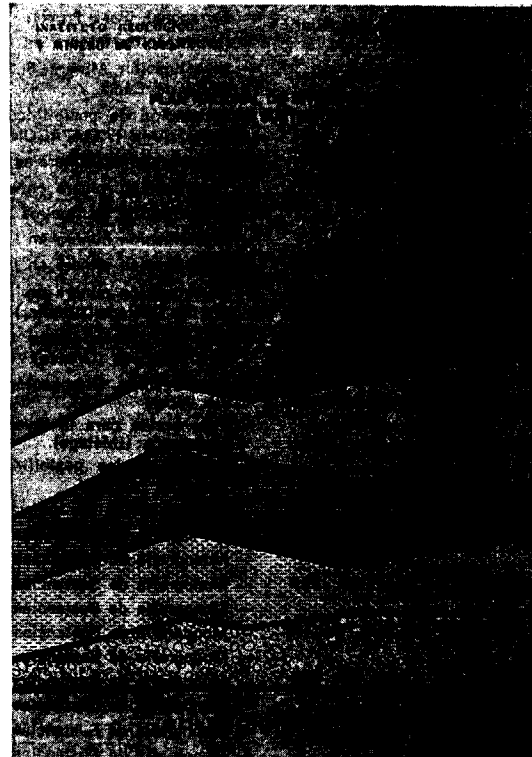
Además de este informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

- INFORME I Marco geográfico y económico.
- INFORME II Climatología e hidrología.
- INFORME III Demanda.
- INFORME IV Planes hidráulicos.
- INFORME V Campo de Dalías.
- INFORME VI Cuenca del Andarax.
- INFORME VII Cuencas del Almanzora y Antas.
- INFORME VIII Cuenca del Aguas.
- INFORME IX Cuenca del Adra.
- INFORME X Campo de Níjar.



MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 500 ptas.

- | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Carliño. | 143. Navascués. | 607. Tarancón. | 906. Ubeda. |
| 2. Cillero. | 154. Lalín. | 614. Manzanera. | 907. Villacarrillo. |
| 3. San Ciprián. | 155. Chantada. | 612. Ademuz. | 908. Santiago de la Espada. |
| 6. San Salvador de Serantes. | 159. Bombibre. | 613. Camarena de la Sierra. | 910. Carsvaca. |
| 7. Cedeira. | 169. Casalarreina. | 615. Alcora. | 911. Cehegín. |
| 8. Vivero. | 175. Singües. | 616. Villafamés. | 912. Mula. |
| 9. Foz. | 187. Orense. | 617. Faro de Oropesa. | 913. Orihuela. |
| 12. Busto. | 188. Nogueira de Ramuín. | 631. Ocaña. | 919. Almadén de la Plata. |
| 13. Avilés. | 204. Logroño. | 632. Horcajo de Santiago. | 920. Constantina. |
| 14. Gijón. | 205. Lodosa. | 635. Fuentes. | 921. Navas de la Concepción. |
| 15. Lastres. | 207. Sos del Rey Católico. | 636. Villar del Humo. | 922. Santa María de Trassierra. |
| 21. La Coruña. | 225. Ribadavia. | 637. Landete. | 923. Córdoba. |
| 22. Puente deume. | 226. Allariz. | 638. Alpuente. | 924. Bujalance. |
| 23. Puentes de García Rodríguez. | 236. Astudillo. | 639. Jérica. | 930. Puebla de Don Fadrique. |
| 24. Mondofedo. | 237. Castrogeriz. | 640. Segorbe. | 931. Zarzilla de Ramos. |
| 27. Tineo. | 239. Pradolugo. | 641. Castellón de la Plana. | 932. Coy. |
| 28. Grado. | 240. Ezcaray. | 642. Ilesas Columbretas. Con la 641. | 933. Alcantarilla. |
| 29. Oviedo. | 243. Calahorra. | 659. Lillo. | 934. Murcia. |
| 30. Villaviciosa. | 244. Alfaro. | 663. Valera de Abajo. | 935. Torreveja. |
| 33. Comillas. | 245. Sádaba. | 664. Enguldanos. | 939. Castillo de los Guardas. |
| 34. Torrelavega. | 263. Celanova. | 665. Mira. | 940. Castilblanco de los Arroyos. |
| 35. Santander. | 264. Glinzo de Limia. | 666. Chelva. | 941. Ventas Quemadas. |
| 36. Castro Urdiales. | 274. Torquemada. | 667. Villar del Arzobispo. | 942. Palma del Río. |
| 37. Algorta. | 275. Santa María del Campo. | 668. Sagunto. | 943. Posadas. |
| 38. Bermeo. | 277. Salas de los Infantes. | 669. Moncofar. | 944. Espejo. |
| 39. Lequeitio. | 278. Canales de la Sierra. | 690. Santa María del Campo Rus. | 952. Vélez Blanco. |
| 40. Jaizquibel. | 282. Tudela. | 691. Motilla del Palancar. | 953. Lorca. |
| 41. Irún. | 300/301. Lovios. | 693. Utiel. | 954. Totana. |
| 47. Villalba. | 302. Baitar. | 694. Chulilla. | 955. Fuente Alamo de Murcia. |
| 49. San Martín de Oca. | 320. Tarazona de Aragón. | 696. Burjasot. | 956. San Javier. |
| 51. Belmonte de Miranda. | 321. Tauste. | 719. Venta del Moro. | 961. Aznalcollar. |
| 52. Proaza. | 329. Pons. | 720. Requena. | 962. Alcalá del Río. |
| 53. Mieres. | 330. Cardona. | 722. Valencia. | 963. Lora del Río. |
| 57. Cabezón de la Sal. | 331. Puigregis. | 740. Villarrobledo. | 964. La Campana. |
| 59. Villacarniedo. | 336. Portela d'Home. | 741. Minaya. | 965. Ecija. |
| 60. Valmaseda. | 351. Olvega. | 761. Llanos del Caudillo. | 975. Puerto Lumbreras. |
| 61. Bilbao. | 362. Calaf. | 763. Sotufiamos. | 976. Mazarrón. |
| 62. Durango. | 363. Manresa. | 767. Carcelén. | 977. Cartagena. |
| 63. Elbar. | 364. La Garriga. | 788. El Bonillo. | 978. Llano del Beal. |
| 64. San Sebastián. | 391. Igualada. | 789. Lezuza. | 983. Sanlúcar la Mayor. |
| 65. Vera de Bidasoa. | 392. Sabadell. | 794. Canals. | 984. Sevilla. |
| 66. Maya del Baxtán. | 393. Mataró. | 796. Gandía. | 986. Fuentes de Andalucía. |
| 72. Lugo. | 417. Esplugas de Francolí. | 814. Villanueva de la Fuente. | 987. El Rubio. |
| 73. Castroverde. | 419. Vilafranca del Panadés. | 820. Onteniente. | 997. Aguilas. |
| 78. Pola de Lena. | 420. Hospitalet de Llobregat. | 821. Alcoy. | 997 bis. Cope. |
| 83. Reinosa. | 446. Valls. | 823. Jávea. | 999. Huelva. |
| 84. Espinosa de los Monteros. | 447. Villanueva y Geltrú. | 826. Cheles. | 1.000. Moguer. |
| 85. Villasana de Mena. | 448. Prat de Llobregat. | 827. Alconchel. | 1.001. Almonte. |
| 86. Landaco. | 473. Tarragona. | 828. Barcarrota. | 1.002. Dos Hermanas. |
| 87. Elorrio. | 492. Segura de los Baños. | 831. Zalamea de la Serena. | 1.003. Utrera. |
| 88. Vergara. | 493. Oliete. | 832. Montebuño de la Serena. | 1.004. Marchena. |
| 90. Sumbilla. | 494. Calanda. | 842. Lietor. | 1.013. Macael. |
| 91. Valcarlos. | 495. Castellseras. | 846. Castalla. | 1.014. Vera. |
| 91 bis. Mendizar. | 510. Marchamalo. | 851. Rabito. | 1.015. Garrucha. |
| 95. El Pino. | 520. Peñarroya de Trastavins. | 852. Villanueva del Fresno. | 1.016. Los Caños. Con la 999. |
| 96. Arzún. | 545. Morella. | 853. Burguillos del Cerro. | 1.017. El Abalarío. |
| 97. Guntín. | 546. Ulldesona. | 856. Maguilla. | 1.018. El Rocío. |
| 98. Baralla. | 547. Alcanar. | 871. Elda. | 1.019. Los Palacios y Villafraña. |
| 108. Las Rozas. | 570. Albocácer. | 872. Alicante. | 1.030. Tabernas. |
| 112. Vitoria. | 571. Vinaroz. | 884. La Carolina. | 1.031. Sorbas. |
| 113. Salvatierra. | 571 bis. Con la 571. | 885. Santisteban del Puerto. | 1.032. Mojácar. |
| 115. Gulina. | 582. Getafe. | 886. Fuentes de Andalucía. | 1.033. Palacio de Doñana. |
| 117. Ochagavía. | 583. Arganda. | 890. Calasparra. | 1.034. Lebrija. |
| 136. Puebla de Arganzuela. | 584. Mondéjar. | 891. Cieza. | 1.052. Alora. |
| 139. Bulate. | 593. Cuevas de Vinromá. | 893. Elche. | 1.066. Coin. |
| 141. Pamplona. | 594. Alcalá de Chisvert. | 894. Cabo de Santa Pola. | 1.072. Estepona. |
| 142. Aoiz. | 606. Chinchón. | 903. Montoro. | |

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 300 ptas.

31. Bibadesella.	588. Zafrilla.	845. Yecia.
54. Riosoco.	591. Mora de Rubielos.	848. Altea.
67. Mugla.	605. Aranjuez.	854. Zafrá.
77. Plaza Teverga.	610. Cuenca.	857. Valsequillo.
79. Puebla de Lillo	611. Cafete.	858. El Viso.
128. Riello.	628. Torrijos.	859. Pozoblanco.
129. La Robla.	643. La Calobra.	864. Venta de los Santos.
160. Benavides.	644. Polienza.	865. Siles.
162. Gradefes.	645. Formentor.	869. Jumilla.
163. Villanizar.	650. Cañaveralejo.	876. Fuente de Cantos.
168. Brivesca.	653. Valdeverdeja.	877. Llerena.
208. Uncastillo.	670. Sóller.	886. Beas de Segura.
210. Yebra de Basa.	671. Inca.	899. Guadalcanal.
211. Boltaña.	672. Artá.	917. Aracena.
217. Pulgarcá.	678. Casar de Cáceres.	918. Santa Olalla del Cala.
241. Angulano.	688. Quintanar de la Orden.	937. El Cerro de Andévalo.
252. Tresp.	695. Liria.	938. Nerva.
260. Oya.	698. Palma de Mallorca.	946. Martos.
284. Ejea de los Caballeros.	699. Porreras.	959. Calañas.
289. Benabarre.	700. Manacor.	960. Valverde del Camino.
297. Estarrit.	702. San Vicente de Alcántara.	967. Beena.
298. La Guardia.	703. Arroyo de la Luz.	965. Carmona.
313. Antigüedad.	705. Trujillo.	991. Iznalloz.
322. Remolinos.	723. Cala Figuera.	1.008. Montefrío.
323. Zuera.	724. Lluchmayo.	1.009. Granada.
324. Grañón.	725. Felanix.	1.025. Loja.
325. Peraita de Alcofas.	727. Alburquerque.	1.046. Carboneras.
327. Os de Balaguer.	731. Zorita.	1.059. El Cabo de Gata.
346. Aranda de Duero.	738. Villarta de San Juan.	1.060. El Pozo de los Frailes.
347. Peñaranda de Duero.	743. Madrigueras.	1.061. Cádiz.
354. Alagón.	744. Casas Ibáñez.	1.079/80. Alegranza.
355. Lecifena.	745. Jalance.	1.081. Montaña Clara.
358. Leneja.	748. Lombay.	1.082. Graciosa.
369. Coresas.	750. Gallina.	1.083. Tegueste.
374. Peñafiel.	751. Villar del Rey.	1.084. Haría.
421. Barcelona.	754. Madrigalejo.	1.087. Punta Pechiguera.
427. Medina del Campo.	762. Tomoloso.	1.088. Arrecife.
434. Barahona.	764. Munera.	1.089. El Charco.
435. Arcos de Jalón.	765. La Gineta.	1.092. Cotillo.
486. Jadraque.	770. Alcira.	1.093. Lobos.
488. Ablanque.	772. San Miguel.	1.096. Tegueste.
500. Villar del Ciervo.	773. San Juan Bautista.	1.097. Punta de Anaga.
501. La Fuente de San Esteban.	776. Montijo.	1.098. La Oliva.
502. Matilla de los Caños del Río.	779. Villanueva de la Serena.	1.099. Puerto de Lajas.
503. Las Veguillas.	795. Játiva.	1.102. Punta de Teno.
525. Ciudad Rodrigo.	798. Ibiza.	1.103. Icod de los Vinos.
528. Serradilla del Arroyo.	799. Santa Eulalia.	1.104/05. Sta. Cruz de Tenerife y San Andrés.
527. Sequeros.	805. Castuera.	
532. Las Navas del Marqués.	812. Valdepeñas.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
536. Guadalajara.	815. Robledo.	1.109. Los Carrizales.
537. Auñón.	818. Montelegre.	1.110. Guía de Isora.
541. Santa Eulalia.	819. Caudete.	1.111. Güímar.
550. Fuente Guinaldo.	822. Benisa.	1.114. La Pared.
560. Alcalá de Henares.	824/849. San Francisco Javier.	1.115. Tulneje.
561. Pastrana.	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.118/24. Granadilla de Abona y las Galletas.
564. Fuertescusa.	838. Santa Cruz de Mudela.	
573. Gata.	840. Bienservida.	1.119. Lomo de Arico.
	844. Ontur.	1.122. Jandia.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000.) Agotados los números 10, 38 y 45.

Metagenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar 450 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

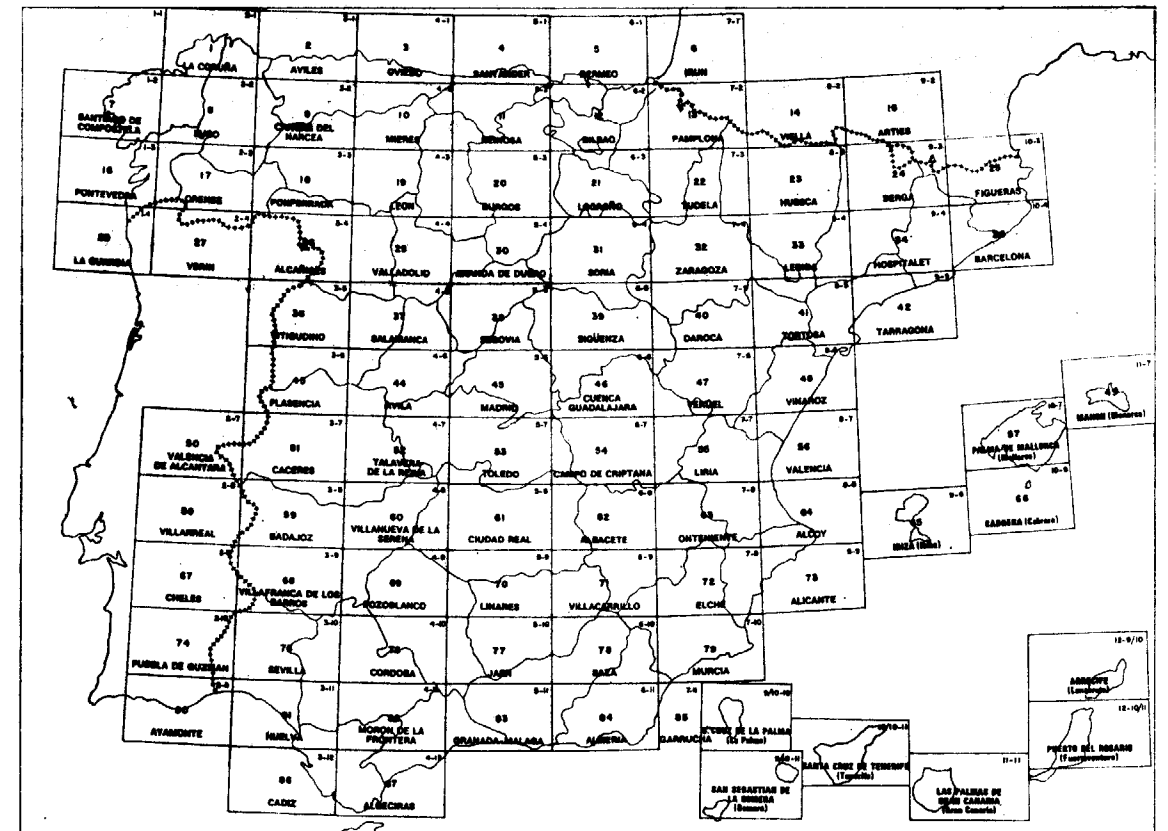
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 450 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 450 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metagenético)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)



ATLAS E INVENTARIO DE ROCAS INDUSTRIALES

Realizado por la División de Geotecnia del IGME

Precio: 600 ptas.

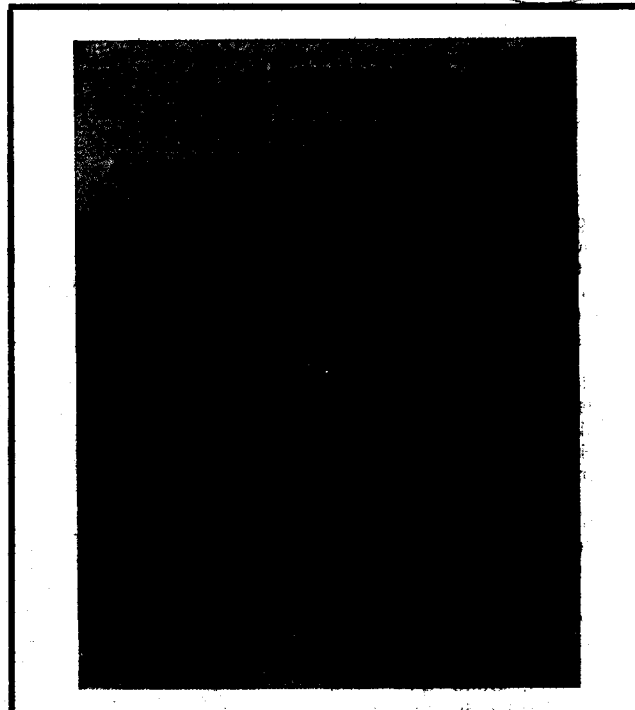
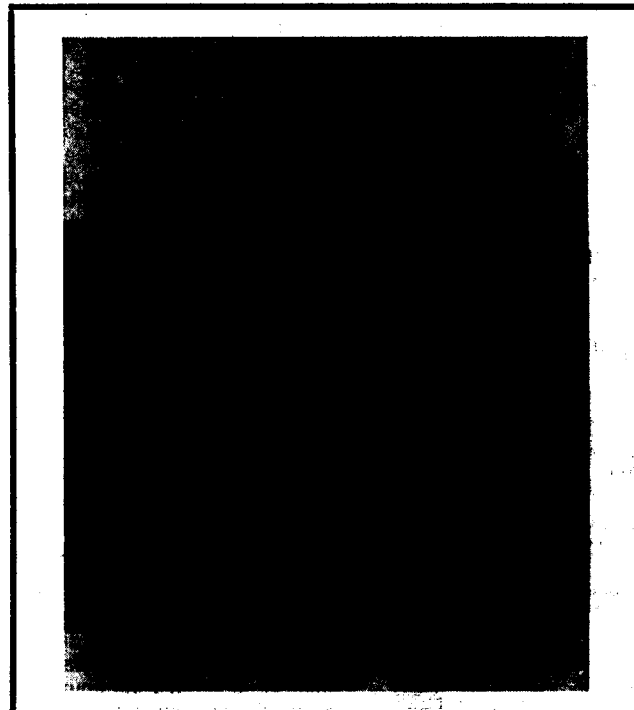
Comprende los siguientes grandes apartados:

1. LAS ROCAS INDUSTRIALES Y SU APROVECHAMIENTO GLOBAL.
2. PLANIFICACION DE LA INVESTIGACION DE ROCAS INDUSTRIALES EN EL III PLAN DE DESARROLLO.
 - Planificación del estudio de los mapas de Rocas Industriales 1:200.000.
 - Planificación de estudios sectoriales.
3. INVENTARIO Y MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES 1:500.000.
 - Mapa director.
 - Mapa de provincias y división de hojas 1:200.000.
 - Inventario y mapa de Rocas Industriales 1:500.000.
4. INFORMACION ESTADISTICA.
 - Cuadro de explotación de Rocas Industriales por provincias y tipos de rocas.
 - Cuadro de utilización de las principales Rocas Industriales.
 - Importación y exportación de Rocas Industriales.
 - Cuadros de utilización de las Rocas Industriales por provincias.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

NUEVAS PUBLICACIONES



OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	400
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	400
— Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala: 1:100.000	400
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	400
— Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	400
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	300
— Petrográfico y estructural de Galicia - Escala 1:400.000	300
— Litológico de España - Escala 1:500.000	1.000
— Sismotónico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	100

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

Consta de una hoja y memoria descriptiva. La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 300 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leiridano y Oseense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 300 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	7. Madrid.
3. Cáceres.	8. Murcia.
4. Cádiz.	9. Salamanca.
5. La Coruña.	10. Valencia.

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

Ejemplar: 400 ptas.

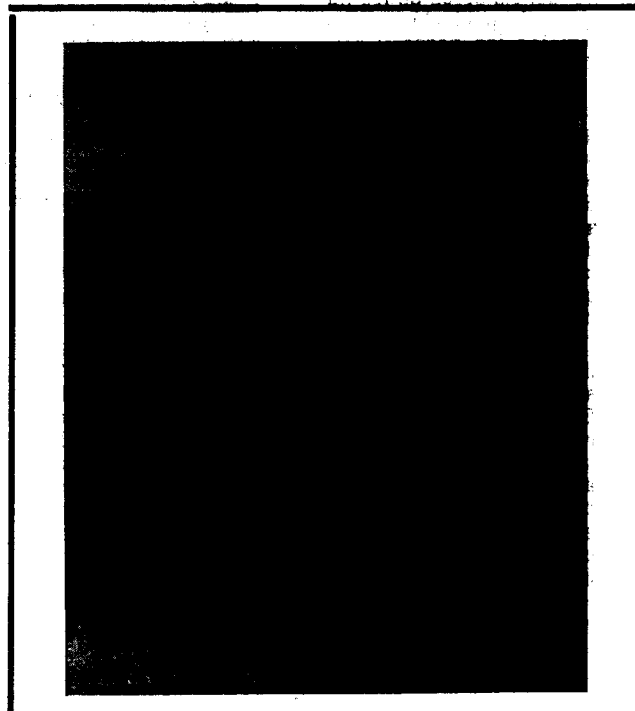
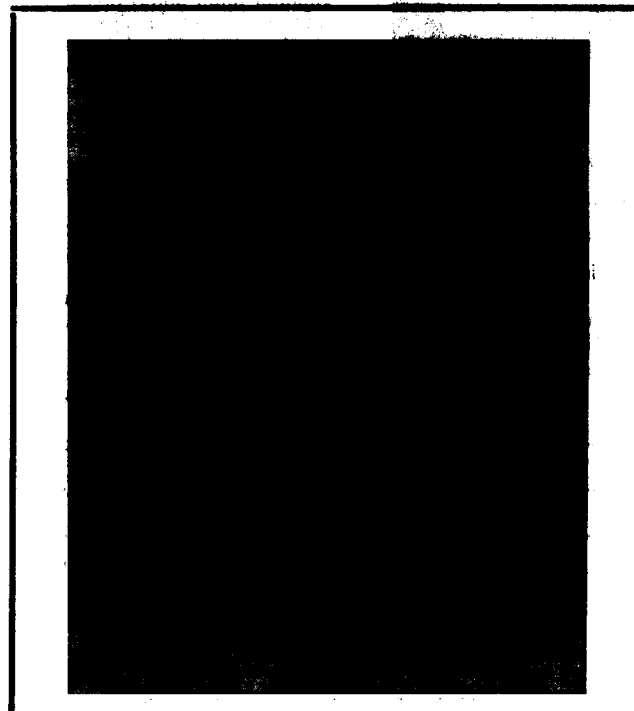
- Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición).
- de Reconocimiento Hidrogeológico. (Agotado.)
- de Lluvia Útil y Escorrentía (Agotado.)
- Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.
- Tectónico de la Península Ibérica y Baleares 600 ptas.
- de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos.

Mapa Metalogenético de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 450 ptas.

La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Fluorita.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos.	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeso.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23 - Teléfono 441 70 67 - Madrid-3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44 - Teléfono 276 20 01 - Madrid-1



SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3)

IGME

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Precio: 300 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aún eliminada la causa productora es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación, es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que éstos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamentalmente, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 (B. O. del E. del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

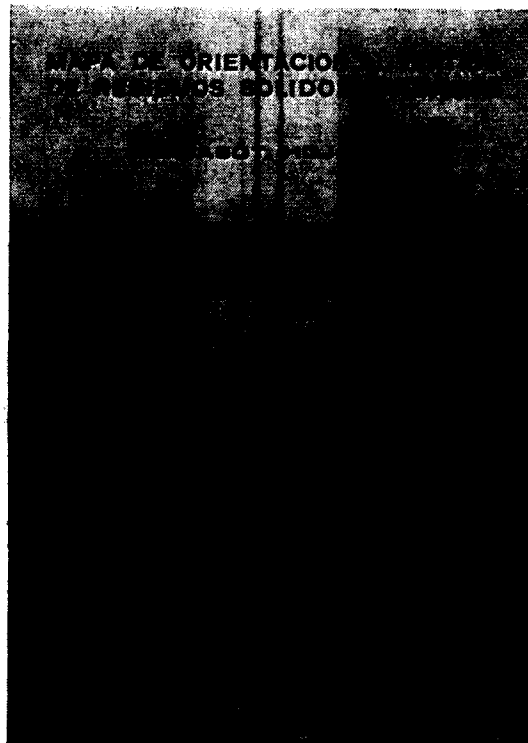
se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas, ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto de vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son muchos, más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1/50.000, comprende los siguientes.

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblo de la Mancha.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid (3)

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid (1)

RESERVA ZONA HUELVA

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castiblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Ceballos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

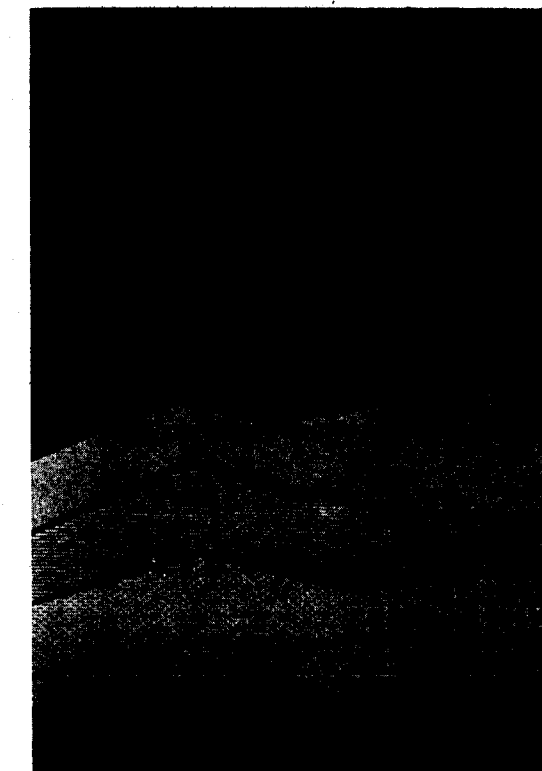
Precio de cada ejemplar, 400 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. Madrid - 1



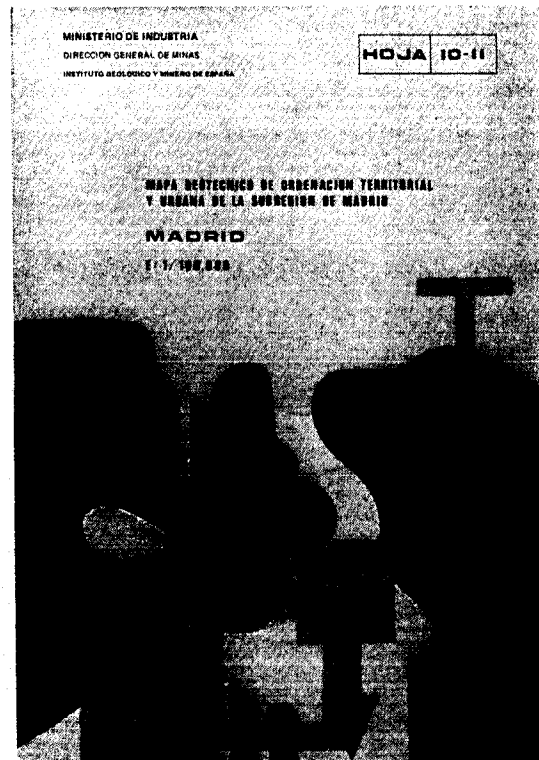


Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000
Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

Hoja n.º	Hoja n.º
8/11 Avila de los Caballeros.	9/13 Toledo.
8/12 Arenas de San Pedro.	10/9 Riaza.
8/13 Talavera de la Reina.	10/10 Torrelaguna.
	10/11 Madrid.
9/10 Segovia.	10/12 Getafe.
	10/13 Mora.
9/11 San Lorenzo del Escorial.	11/9 Sigüenza.
	11/10 Brihuega.
9/12 Navalcarnero.	11/11 Guadalajara.
	11/12 Tarancón.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid-1

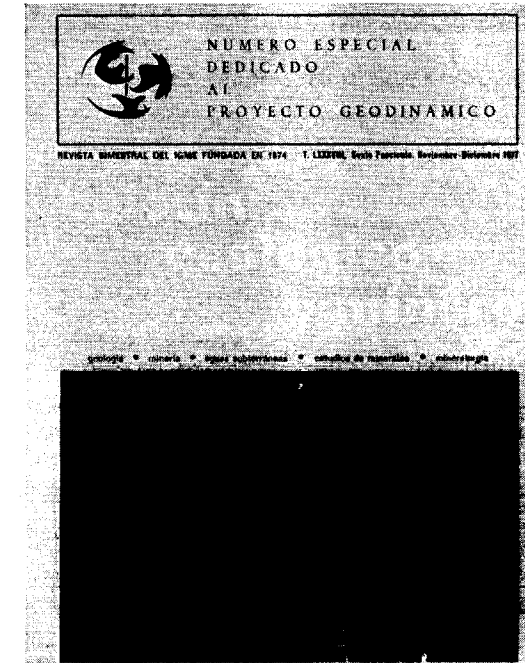


BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

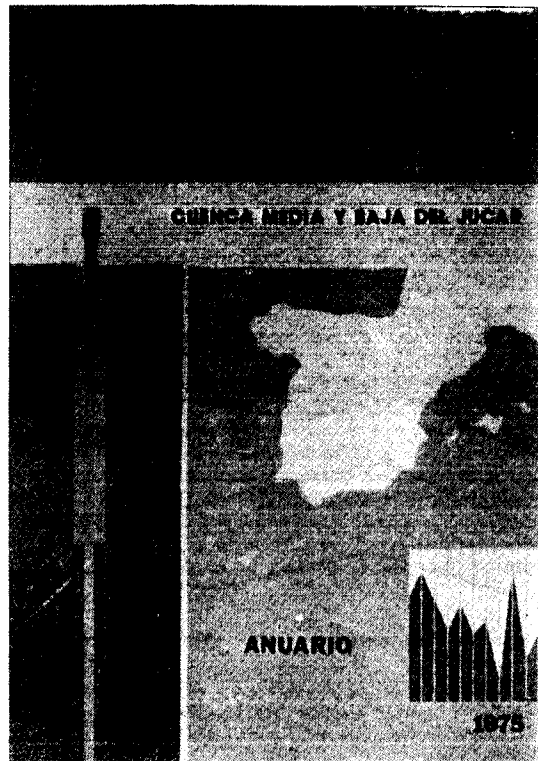
La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició es el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da, a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.



El último tomo publicado es el 83 que corresponde al año 1977 (fascículo I a VII), y comprende 21 trabajos de Geología, 5 de Minería, 4 de Aguas Subterráneas, 8 de Geofísica, 2 de Geotecnia, 2 de Energía y 6 de Estudios de Minerales y Rocas que hace un total de 577 páginas más un total de 180 páginas dedicadas a diversos temas de información.



Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar: 300 pts.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3
SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA
c/ Claudio Coello, 44. Madrid-1

Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)

ESPAÑA e IBEROAMERICA 1.400 ptas.
DEMÁS PAISES 1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha

FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.
Talón nominativo.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones
deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS

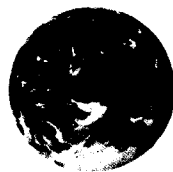


**Compañía
General de
Sondeos, S.A.**

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 - Tel. 416 85 50* - MADRID-2
Portal de Castilla, 46 - Tel. 22 36 04* - VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 - Majadahonda (MADRID)

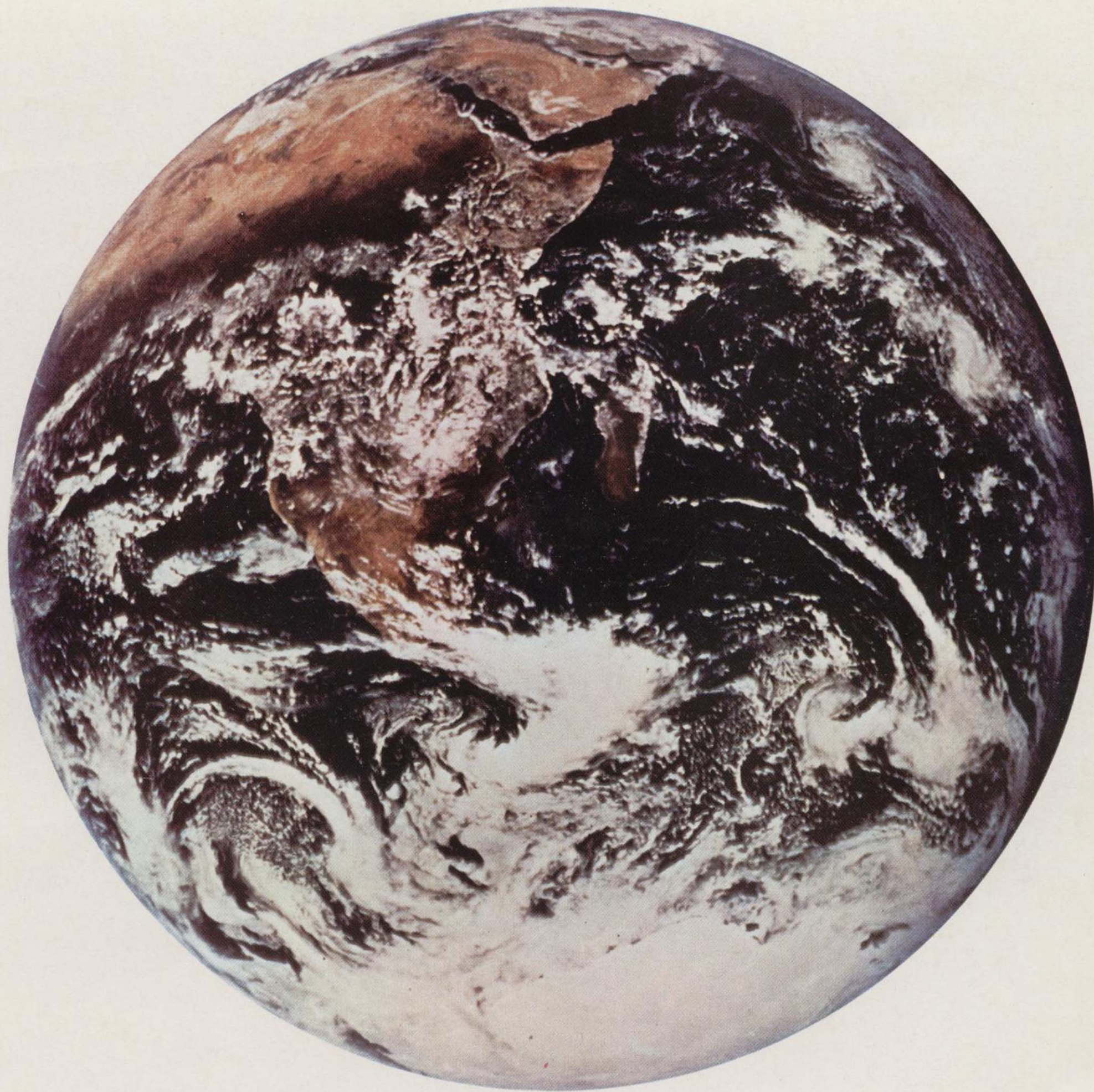
ESTUDIOS DE:
Geología
Hidrogeología
Geofísica
Geotecnia
Minería
Análisis de materiales
Sondeos



Juan Ramón Jiménez, 22, 4^ª dcha

Teléf. 458 75 5

Madrid 1



Ibergesa

Ibérica de Especialidades Geotécnicas, SA