



# IGME

**905****19-36**

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# LINARES

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

E. 1:50.000

**LINARES**

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero de España.

En su ejecución ha colaborado el siguiente equipo técnico:

*Memoria explicativa:* J. E. Azcárate, Dr. Ing. de Minas.

*Cartografía geológica:* J. E. Azcárate; J. M. Esnaola, Licenciado en Ciencias Geológicas; M. Maldonado, Ingeniero Técnico de Minas.

*Macropaleontología:* T. del Pan, Dra. en Ciencias Naturales.

*Micropaleontología:* E. Perconig, Dr. en Ciencias Naturales; C. Martínez, Dr. Ingeniero de Minas; E. Moreno, Dr. Ingeniero de Minas; L. Granados, Licenciado en Ciencias Geológicas.

*Petrografía:* A. Argüelles, Ingeniero Geólogo; A. de las Heras, Licenciado en Ciencias Geológicas.

*Sedimentología:* J. U. Martínez, Licenciado en Ciencias Geológicas; M.<sup>a</sup> C. Fernández Luanco, Licenciado en Ciencias Geológicas.

*Supervisión del I. G. M. E.:* J. B. Solar, Ingeniero de Minas.

#### **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información variá.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M-18.924 - 1977

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## **INTRODUCCION**

Se enclava la Hoja 1:50.000 de Linares sobre territorio en que enlazan geográficamente dos de las unidades morfológicas de rango principal en que puede subdividirse la Península: Meseta Ibérica y Depresión del Guadalquivir.

En este ámbito, la primera de ellas se manifiesta como antigua penillanura, tallada sobre materiales paleozoicos, graníticos o pizarreños; conserva, en gran parte de sus manifestaciones superficiales, disposición tabular (Mesa de Linares, y ángulo NO. de la Hoja, margen oriental del río Rumbero), gracias a que los niveles basales del Triásico, estables y resistentes, han preservado la topografía de aquella planicie poshercínica.

Sobre las tres cuartas partes restantes de la Hoja se extienden los materiales margoarenosos, que han ido rellenando desde el Neógeno la Depresión del Guadalquivir. En estos sedimentos, subhorizontales, la erosión ha tallado lomas bajas y redondeadas.

Intercalados entre el zócalo paleozoico antedicho y estos depósitos marinos del Mioceno existe toda una serie, también semihorizontal, de paquetes triásicos.

La aparición local en superficie de una u otra de estas tres unidades litoestratigráficas viene determinada por la existencia y repetida actividad

de un sistema de fallas NE.-SO. aproximadamente, responsables estructuralmente de la formación de los famosos yacimientos filonianos de Linares, y que han condicionado también las posibilidades de su descubrimiento y explotación minera.

Cuatro son los principales ríos que hacia el S. tributan al Guadalquivir, sólo presente en el ángulo SO. de la Hoja. De poniente a saliente son: el Rumblar, el Guadiel, y el conjunto Guarrizas-Guadalén-Guadalimar, que a través de este último vierte al gran río bético.

## 1 ESTRATIGRAFIA

El subsuelo de la región lo constituyen rocas paleozoicas, recubiertas en amplias zonas por sedimentos más jóvenes. Ambos conjuntos, zócalo paleozoico y recubrimiento posherciniano, difieren mucho en su composición, estructura, reflejo morfológico externo e importancia minera.

El *Zócalo paleozoico* en Linares está representado esencialmente por pizarras con intercalaciones areniscosas, de edad probable carbonífera, granitos y diques intrusivos, y correspondientes formaciones metamórficas en el contacto de ambos conjuntos.

La *Cobertera* posterior la integran, exclusivamente, sedimentos triásicos y miocenos, mientras que al E., en la Hoja de Ubeda, otros paquetes, jurásicos y cretácicos, se interponen entre aquellos dos.

### 1.1 CARBONIFERO INFERIOR ( $H_{12}^A$ , $H_{M12}^A$ )

Está representado por una serie alternante de pizarras, metaareniscas, metagrauwackas y semiesquistos, que presentan ligero metamorfismo regional y, además, en la casi totalidad de los afloramientos existentes en la Hoja, acciones térmicas de contacto muy señaladas ( $H_{M12}^A$ ); solamente al NO., en las inmediaciones de Baños de la Encina (embalse del Rumblar) y en labores mineras y sondeos mecánicos de ENADIMSA ha sido posible obtener muestras sin alteraciones metamórficas de contacto.

Proviene de sedimentos marinos, unas veces pelíticos, otras, de carácter clástico, plegados y transformados conjuntamente durante la orogenia herciniana. Muestran comúnmente colores pardo-grisáceos con tintes ocasionales azulados o verdosos; los niveles que topográficamente destacan más por su compacidad y resistencia a los agentes erosivos suelen ser los de areniscas y grauwackas. Su potencia, multiplicada aparentemente por plegamiento isoclinal, podría no superar, en realidad, los 500 m.

En tiempos pasados se les supuso edad cámbrica; más tarde, con el descubrimiento de fósiles silúricos en la mina San Patricio (Fuente Negrete

—al O. del camino del Avellanar, cerca del ángulo NE. de la Hoja núm. 885) y en El Centenillo, etc., se les adjudicó antigüedad silúrica. Finalmente, la existencia indudable del Devónico bajo estos materiales en las Hojas de La Carolina y Santisteban del Puerto por una parte, el hallazgo en ellos de moldes de Braquiópodos y Lamelibranquios [*Nemistium* sp., *Aulopara* sp., *Orthis* sp., *Pseudoleptaena bistorta* Sowerby (?)], y la similitud de facies con el Carbonífero de la Hoja de Córdoba, por otra, e incluso la presencia de capas de carbón dentro de este conjunto, en Navas de San Juan (Hoja de Santisteban del Puerto), apoyan su clasificación como Viseiense.

Mayores precisiones sobre este conjunto estratigráfico se establecerán en el apartado de Petrología.

## 1.2 TRIASICO

Los sedimentos triásicos existentes en la Hoja, discordantes erosiva y angularmente sobre el Paleozoico, tienen amplia y extensa representación dentro de ella. Aunque esporádicamente pueda faltar en ámbitos muy restringidos, donde por erosión fluvial asoma el Primario, su extensión primitiva puede estimarse total en el área cartografiada.

En toda la región, el Triás, con Facies Germánica, se presenta con litología en unos casos, y continuidad lateral en otros, suficientemente características como para poder identificarlo con seguridad con la formación «Chiclana de Segura», que persiste hasta Hornos-Siles, a pesar de los problemas cronoestratigráficos que, por su carácter azoico, esta unidad comporta.

De los diversos tramos de esta formación que, por su facies, se distinguen al E. sobre las Hojas de Ubeda y Santisteban del Puerto, es característica en la de Linares la desaparición erosiva antemiocénica de los paquetes más altos, de carácter evaporítico.

La cartografía realizada distingue los conjuntos parciales diferenciables que se describen a continuación.

### 1.2.1 Tramos inferiores de «Facies de base» ( $T_{61}^{CG}$ )

Bajo esta denominación se agrupa una serie de 10-20 m. de potencia, integrada por niveles conglomeráticos o areniscosos de color rojizo que reposan sobre el Paleozoico peneplanizado. A veces, el contacto no es directo, sino que el apoyo se verifica sobre una intercalación limonítica, probable paleosuelo residual, de hasta 1 m. de espesor.

Los conglomerados contienen cantos subredondeados de 20-49 mm., medianamente desgastados y clasificados.

Las areniscas presentan, en su unidad clástica, composición y granulometría (4-0,1 mm.) heterogéneas, propias de arenas procedentes de la descomposición superficial de un granito. De acuerdo con ello, es común la

presencia de ortosa abundante, algo caolinizada, y de plagioclasa sericitizada; turmalina, circón, esfena y apatito son los minerales más corrientes en la fracción pesada.

El cemento de areniscas y conglomerados suele estar compuesto por material arcilloso, calcedonia, caolín y óxidos de Fe descendentes, que le confieren su colaboración característica. El  $\text{SiO}_2$ , recristalizado frecuentemente con formas prismáticas, adjudica alta solidez a estos niveles; no es ajena a esta silicificación, y a la presencia común de barita, la actividad de fluidos hidrotermales.

Los conglomerados de base que se encuentran al N. de la Hoja, en las estribaciones de Sierra Morena, a la cota de +620 m. (Navas de Tolosa), descienden hacia el S. progresivamente hasta situarse a unos +480 m. al N. de la Hoja de Linares, a +360 m. en las inmediaciones de esta población, y +300 m. al oeste de Bailén (embalse regulador de Rumberal), conservando invariablemente su buzamiento generalizado hacia el SO.

### 1.2.2 Tramos intermedios de «Facies arcillo-arenosos» ( $T_{01}$ )

Sobre el tramo de base anterior se desarrolla un potente conjunto sedimentario (100-200 m.), conformado fundamentalmente por lutitas rojo-vinosas, o verdes ocasionalmente, por cambios en el grado de oxidación de componentes ferruginosos; en su parte baja y alta presenta intercalaciones areniscosas de pequeña envergadura.

Aunque aparentemente estos materiales se manifiesten como de litología predominantemente arcillosa, en realidad su contenido en arcillas no supera el 20 por 100; por lo común sólo alcanza el 9 por 100, con illita y algo de carbonatos y goethita.

### 1.2.3 Tramos superiores de «Facies arenoso-carbonatadas» ( $T_{03}$ )

De unos 50 m. de espesor, se caracterizan, fundamentalmente, por la presencia de dos niveles de areniscas, uno al techo de color blanquecino, estratificación cruzada y hasta 15 m. de potencia, y otros, en su parte baja, de menor envergadura (5 m.); separan a ambos argilitas (con caolinita), de color vinoso, con algunas hiladillas centimétricas de margocalizas estériles o de micritas dolomíticas, también sin restos fósiles interpretables.

### 1.2.4 Cronología de los sedimentos triásicos

Los tres tramos enunciados representan los dos pisos estratigráficos inferiores del Triás germánico.

No existen razones, a pesar de la falta absoluta de fósiles, que contradigan la adjudicación al Bunt de los niveles de base (1.2.1) y de los paque-

tes arcillosos (1.2.2); más opinable resulta atribuir edad a los tramos areniscosos carbonatados (1.2.3) que reposan sobre tales arcillas. El autor se inclina por interpretarlos como el equivalente estratigráfico, surgido en ámbito epi-continental, del Muschelkalk marino fosilífero, que se presenta más al E. como piso inferior de la formación Hornos-Siles. Ninguna prueba bioestratigráfica puede aducirse al respecto; el ámbito depositivo y la dolomitización no han sido favorables. Con todo, la aparición de sedimentos químicos carbonatados, y el cambio de coloración, granulometría, etc., de los niveles areniscosos superiores, son pruebas de cambios ambientales tan importantes como los que a saliente se traducían en la deposición incipiente del Muschelkalk marino bien datado.

### 1.3 MIOCENO

Apoyados con discordancia erosiva, no angular, sobre cualquier material mesozoico de los comentados, se presentan los depósitos marinos del mar neógeno, ampliamente representados, tanto por el espesor de sus sedimentos como por la extensión de los mismos.

Comprende de abajo a arriba tres pisos, diferenciados ora litológicamente, ora ecológicamente.

#### 1.3.1 Tramos inferiores (Base de la transgresión) (T<sub>11</sub><sup>Bc3</sup>)

El Terciario marino comienza en su base por una serie de brechas, conglomerados y microconglomerados, calizo-arenosos principalmente, aunque en litología y envergadura estén sujetos a rápidos y marcados cambios laterales. Gradualmente, en sentido ascendente, los sedimentos pasan a arenas y areniscas con cemento carbonatado.

Con reparto desigual se observan intercalaciones margosas entre estas unidades detríticas.

La potencia de los niveles transgresivos de base no suele superar, como media, los 20 m., con aumento progresivo de espesor hacia el SO., donde casi duplican su potencia (Estaciones de Espeluy). Simultáneamente, nótanse en general de N. a S. cotas paulatinamente más profundas para el fondo de la transgresión, como +500 m. al N. de Ubeda; +400 m. al NE. de Linares (Estación de Vadollano); +300 m., 2 Km. al N. de la Estación de Linares-Baeza, 0 m.; 1 Km. al S. de la misma (Casas del Soto); —200 m., 2 Km. más al S. Desde aquí hacia el SO. nuevamente emerge el fondo de la cuenca +50 m., a la Estación de Bailén, y +180 m. a la de Espeluy. Debe, con todo, recordarse que la situación de algunos de estos niveles ha sido algo modificada por una tectónica vertical de bloques, posterior a su deposición.

En los conglomerados es frecuente encontrar abundante fauna macroscó-



pica, compuesta por Equínidos exocíclicos, Crustáceos cirrópodos y Lamelibranquios; entre el material recogido puede destacarse:

*Pecten aduncus*, EICHWALD.

*Spondylus* cf. *radula*, LAMARCK.

*Crassostrea crassissima*, LAMARCK.

La amplia distribución estratigráfica de las especies determinadas no permite datar más que una antigüedad imprecisa Helveciense-Tortonense. Pero los levigados de los primeros bancos margosos proporcionan también abundante microfauna planctónica, entre la que sobresale:

#### *Tortonense Superior:*

— *Uvigerina schwageri*.

— *Globorotalia martinezi*.

— *Globorotalia acostaensis*.

— *Globigerina eggeri*.

— *Globorotalia* aff. *humerosa*.

— *Globorotalia* ex. gr. *menardii*.

#### 1.3.2 Tramos medios margosos Tortonense Alto-Andalucense ( $T_{11-12}^{Bc3-Bc}$ )

Constituido esencialmente por margas y margoarcillas, a veces sabulosas, de colores gris-amarillentos, sostienen las industrias de cerámica en Bailén, Linares, etc. Su espesor común es de hasta 200 m., aunque en ocasiones, tal vez por antiguos deslizamientos subacuáticos, puede alcanzar incluso los 500 m. (S. de la Estación de Linares-Baeza).

Las especies fósiles de microforaminíferos, más características entre las abundantísimas que alberga, son:

*Globorotalia scitula ventriosa*,

*Globorotalia* ex. gr. *menardii*,

*Globorotalia martinezi*,

*Globorotalia humerosa*,

que permiten datar estos tramos como *Tortonense Superior-Andalucense*.

#### 1.3.3 Tramos terminales areniscosos ( $T_{12}^{Bc}$ )

Coronan los depósitos marinos del valle del Guadalquivir calizas toscas y areniscosas con intercalaciones margosas, muy bien representadas al S. y SE. de Linares (Canena, Sabiote, Ibros, etc.). Aparecen generalmente donde la erosión ha respetado cotas superiores a los 600 m. al E. de la Hoja de

Ubeda, y los 400 m. más a occidente, al SE. de la de Linares. Se nota, al igual que el Trías y Tortoniense, una tendencia a buzamientos regionales hacia el S.-SO.

Lo caracterizan micropaleontológicamente:

*Globorotalia* sp. (forma ancestral de *Gr. margaritae*),

*Globorotalia humerosa*,

*Globorotalia* ex. gr. *menardii*,

*Globorotalia martinezi*,

*Globigerinoides* aff. *obliquus extremus*,

que les adjudican edad *Andaluciense*.

#### 1.4 PLIOCENO ( $T_2^B$ )

Es conocida la existencia en plena Sierra Morena oriental (al N. de Santa Elena, al O. de Baños de la Encina, etc.) de la aparición de conglomerados heterométricos semisuelos con cantos silíceos y matriz arenoso-arcillosa de color marrón rojizo y potencia a veces considerable (más de 100 m.). Su disposición y aspecto, que recuerda al de las rañas de Extremadura, y su nivel de arrasamiento, los cuaternarios más antiguos, sugieren incluirlos dentro de un conjunto plioceno.

En la Hoja de Linares están presentes, con gran desarrollo, en todo el borde occidental de la misma, donde señalan una salida masiva de coluviones de Sierra Morena a favor de una depresión topográfica, gobernada por accidentes tectónicos.

Se apoyan indistintamente sobre Trías o Mioceno. Son depósitos totalmente azoicos.

#### 1.5 CUATERNARIO

Representado por sedimentos de origen fluvial y desarrollo generalmente complicado, pero mucho menos importante, en extensión lateral y vertical, que las anteriores unidades. Se distinguen dos conjuntos:

##### 1.5.1 Pleistoceno ( $Q_1T_1, Q_1T_2, Q_1T_3, Q_1T_4, Q_1T_5, Q_1T$ )

Corresponden a tal período las diversas terrazas existentes en las márgenes de los ríos Guadalquivir, Guadalimar y Guarrizas.

La diferenciación de no menos de cinco niveles de aterrazamiento observables se ha establecido en base a criterios puramente morfológicos, puesto que en sus características litológicas los depósitos respectivos son muy similares. Están formados por gravas, arenas, limos, conglomerados calcáreos de pequeños elementos, casi siempre deleznable, y especialmente

por conglomerados sueltos de cantos gruesos silíceos, heterométricos y bien rodados, englobados en un cemento arcilloso. Esta matriz, más dura y compacta en los niveles más antiguos que en el de los aluviones modernos, se presenta limosa y con colores más rojizos que la de los restantes en el nivel superior, lo que permite distinguirlo, siempre que los cauces no transcurran en ámbitos del Trías Inferior.

### 1.5.2 Holoceno (Q<sub>2</sub>A1 y Q<sub>2</sub>G)

Representados por Q<sub>2</sub>A1 todos los acarrees depositados a lo largo de los actuales cauces y márgenes de inundación de la red hidrográfica. Litológicamente no ofrecen marcada diferencia con las rocas de sus márgenes respectivas; en el caso de los grandes ríos, suelen consistir en una mezcla de la roca de base y de los antiguos materiales conservados en las terrazas de erosión, generalmente muy próximas a su curso.

Se ha cartografiado también, en el SE., un nivel de glacis (Q<sub>2</sub>G) del que se conservan restos muy discontinuos, compuesto por unos 50 cm. de cantos angulosos rodados y subrodados, parcialmente cementados por carbonatos calizos.

## 2 TECTONICA

### 2.1 DISPOSICION DEL ZOCALO PALEOZOICO

Los sedimentos del Carbonífero, predominantemente arcillosos y arenosos en menor grado, fueron plegados y metamorfizados a pizarras y metareniscas durante la orogenia herciniana (fase Astúrica), en varias etapas progresivas de deformación.

#### 2.1.1 Primera fase tectónica

Al N. y fuera de la Hoja de Linares puede observarse los ejes de plegamiento, describen amplio arco; al NE. marchan con rumbo medio N. 75° E., E.-O. aproximadamente en el meridiano de Linares, es invariablemente ya N. 70° O. al NO., en Sierra Morena.

Los buzamientos de la estratificación y pizarrosidad S<sub>2</sub> del Carbonífero marchan generalmente hacia el S. Ocasionalmente, la presencia de niveles de grauwackas, o en las pizarras las relaciones locales entre su pizarrosidad cristalina y signos estratiformes conservados, permite acusar la existencia de repliegues isoclinales en estas estructuras.

La etapa de empujes, causa de estas primeras unidades hercínicas de plegamiento, las de mayor envergadura y continuidad, es probablemente pos-

terior al Westfaliense; su dirección compresiva principal varía localmente alrededor de N.-S. y N. 20° E.-S. 20° O. [Fig. 1 (a)].

La disposición arqueada de este plegamiento podría interpretarse como resultado de unas presiones tectogénicas N. 20° E. fijas, cuya intensidad

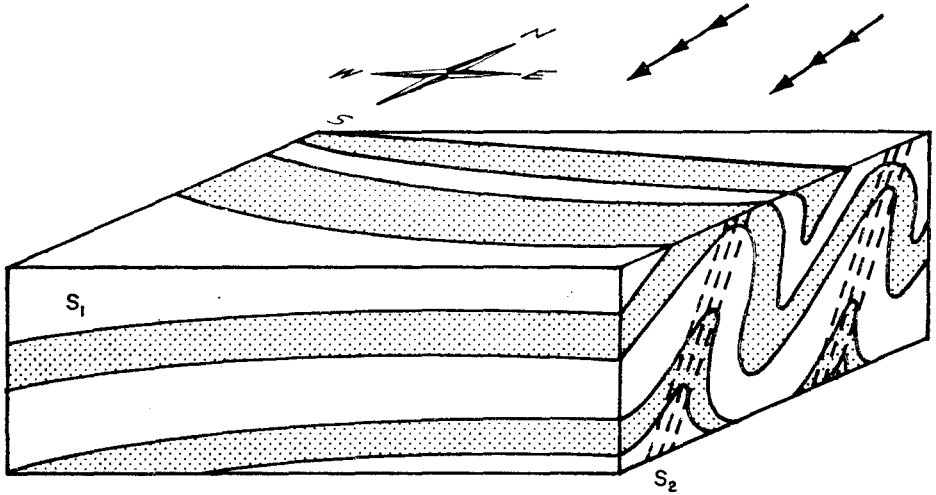


Figura 1 A

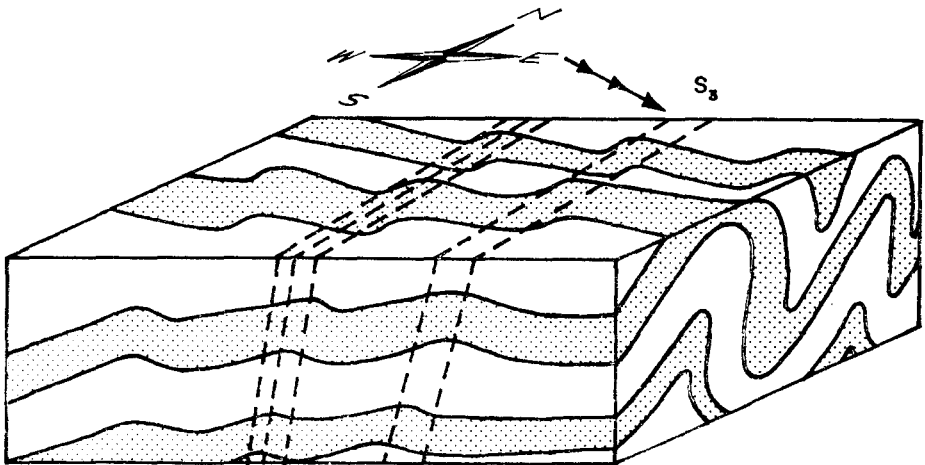


Figura 1 B

decrecía de occidente a oriente. Este mismo arqueamiento ha sido causa de una precoz y bien desarrollada creación de fracturas transversas, rumbo-deslizantes, de dirección media NE.-SO. a N. 50° E.-S. 60° O., cuya actividad, en épocas tectónicas posteriores, será notoria y fundamental.

### 2.1.2 Segunda fase tectónica

Se caracteriza por una nueva tanda de presiones, próxima en el tiempo a la anterior, pero de dirección cercana al NO.-SE. producen inflexiones NE.-SO. en los ejes de macropliegues de la primera fase, microarrugamientos locales de la  $S_2$  y la aparición, también poco penetrativa, de otra pizarrosidad de fractura  $S_3$  [Fig. 1 (b)].

### 2.1.3 Intrusión granítica

Con posterioridad, en clima de descompresión se produce el emplazamiento y consolidación progresivas de los granitos aflorantes en Navamorquín (Pedroches) y Linares, que durante su intrusión digieren, levantan, perforan y se inyectan, parcialmente, entre las pizarras, metamorfizándolas por acciones térmicas y emanaciones a favor de su contacto.

En conjunto, la intrusión granítica de Linares, como la más reducida de Arquillos, aparecen, a través del granito de Navamorquín, como terminación original de la banda ígnea, que, comenzando en Castelo Branco y Porto Alegre (Portugal), continúa a través de Extremadura y Andalucía (Pedroches), siguiendo más o menos la directriz local de los ejes de plegamiento hercínianos, para desaparecer casi definitivamente aquí. Una alineación satélite, con mayor alcance hacia saliente, puede contemplarse en el plutón de Santa Elena, que con manifestaciones en diques prosigue al E. hasta Puente Génave, siempre en las inmediaciones del contacto Ordovícico-Silúrico.

En Linares, el emplazamiento del granito en su parte septentrional se verifica a favor de una superficie casi vertical, incluso ligeramente volcada hacia el N., mientras que al Sur como al Oeste, las pendientes del contacto granito-pizarras buzan unos 45° hacia la periferia del plutón. Lateralmente, parece que a niveles profundos y someros las fallas rumbodeslizantes de 2.1.1 han gobernado la situación de los límites del cuerpo granítico.

Las tensiones surgidas al consolidarse el granito se resolvieron según un termodiaclasamiento de fracturas principales N. 25° E. y N. 65° O., sub-verticales, completadas por un tercer sistema de diaclasas tendente a la horizontalidad.

### 2.1.4 Tercera etapa tectónica de empujes tardíos

Después de la intrusión y consolidación plutónica, acaece otra etapa de actividad orogénica. Los nuevos empujes, cuya dirección oscila alrededor

del N. 30° E., no concuerdan con los de la segunda tanda anterior, sino más bien con los primeros (2.1.1). Se originan así repliegues («kink-folds») con carácter local en las pizarras. Las unidades menos plásticas, como los granitos, responden ante estos esfuerzos con reactivación de las fallas rumbo-deslizantes N. 45°-60° E., a favor de los cuales se producen nuevos *desplazamientos* en los que nuevamente, como norma general, el bloque, situado al N. de la falla, avanza relativamente hacia el S.

De todas las fracturas nacidas, o reactivadas, durante esta posterior fase compresiva de la orogenia herciniana, algunas, en particular la falla «Roso», la de Baños de la Encina, la de Guarromán y de Linares, presentan singular interés tanto por su influjo en la evolución geológica posterior de la región como por su vinculación, según más adelante se expondrá, al establecimiento de las grietas, que, rellenas hidrotermalmente han constituido el campo filoniano de Linares.

## 2.2 DISPOSICION DE LA COBERTURA POSHERCINIANA

El Terciario marino y el Mesozoico reposan, casi siempre, subhorizontalmente, conservando su posición originaria, aunque ambos muestren tendencia a buzarse suavemente hacia los centros de sus respectivas cuencas, situados siempre más al S. Sin embargo, fenómenos de emersión o descenso relativo de bloques de zócalo, acaecidos en tiempos postríasicos, han afectado también al recubrimiento pospaleozoico suprayacente, fracturándolo o imponiéndole inclinaciones que, localmente, alcanzan los 70°. El desnivel que acusa la base del Mioceno y sobre todo la del Triás, en afloramientos situados sobre unidades tectónicas contiguas, sirve de guía para delimitar los diferentes bloques estructurales.

El conjunto paleozoico afectado, según se ha citado, por los antiguos desgarres N. 45°-60° E., experimenta *nuevos* movimientos verticales a favor de estas fracturas, que alcanzan incluso al Plioceno. Por ello el zócalo metalífero va desapareciendo al SE., S. y NO. de Linares por saltos escalonados, bajo depósitos sedimentarios más modernos.

Las alineaciones tectónicas de esta índole, con singular importancia geológica y minera, de E. a O., son (véase fig. 2):

- a) Falla de Baños de la Encina-La Carolina (con más de 320 m. de buzo-deslizamiento a la altura de Baños).
- b) Falla de Guarromán (con unos 200 m. de hundimiento del bloque bajo a la altura de Matababras).
- c) Falla de Linares (con unos 120 m. de componente vertical en su desplazamiento).
- d) Falla de Fuente-Alamo (con otros 120 m. de salto vertical en el cortijo del mismo nombre).

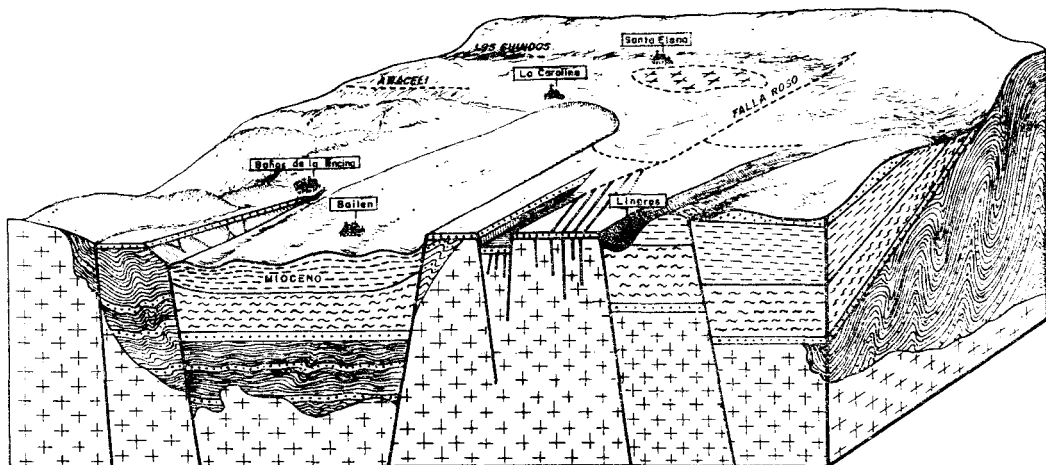


Figura 2

Las enunciadas en primero y segundo lugar definen la *fosa de Bailén*, colmatada de Triás y Mioceno. La segunda y tercera delimitan el pilar de Linares, en el que, prácticamente aflora el Paleozoico con los criaderos de Pb. La falla de Linares, como la de Fuente-Alamo, producen el descenso progresivo del zócalo herciniano, que 3 km. al S. de la Estación de Linares-Baeza reposa ya bajo más de 600 m. de recubrimiento.

Dentro del bloque pilar de Linares puede apreciarse (Fig. 2) una estrecha banda, ligeramente deprimida, a la que se denomina «*depresión intermedia*». Las fracturas que la delimitan son la denominada El Cobre-2, y la Falla «Roso»; ambas en tiempos posttriásicos, han actuado como fallas normales con sólo un máximo de 40 m. de buzoseparación frente a los varios kilómetros de rumbo separación aparente de la segunda de ellas durante la orogenia herciniana.

El juego de los bloques tectónicos se verifica también, con carácter mucho más atenuado, complementariamente, a favor del sistema de disyunción del granito N. 65° O., coincidente con el de fracturas longitudinales de los primeros bloques hercinianos.

### 3 HISTORIA GEOLOGICA

La sedimentación del Viseense, terrenos de mayor edad entre los presentes en la Hoja de Linares, acontece en un ámbito típicamente nerítico, como atestiguan su litología arcillo-arenosa y su deposición rítmica.

Este Carbonífero, formando el tramo superior de un conjunto que incluye en profundidad, según puede comprobarse al N. en Despeñaperros, materiales silúricos, devónicos, ordovícicos y precámbricos, ha sido después afectado por los plegamientos hercinianos de la fase Astúrica. Las deformaciones imprimidas testimonian la actuación de dos tandas sucesivas de empujes. Los primeros, que se manifiestan localmente como presiones dirigidas N.-S. o N. 20° O., originan los grandes pliegues de estilo entre asimétrico e isoclinal, con planos axiales y pizarrosidades  $S_2$  buzando invariablemente al S. (volcados hacia el Norte). Los segundos esfuerzos, menos importantes, actúan como compresiones NO.-SE., provocando inflexiones NE.-SO. en los ejes de plegamiento anteriores, y una nueva pizarrosidad  $S_3$ , por clivodeslizamiento y microplegamiento de las  $S_2$ , mucho menos penetrativa.

Se verifica tras los plegamientos, en clima de descompresión, la intrusión del granito de Linares, apareciendo al consolidarse un sistema de termodiaclasamiento cuyas direcciones transversal y longitudinal son N. 25° E. y N. 65° O., ambas subverticales; la datación K-Ar del granito, al O. de Navamorquín (PENHA et al., 1974), adjudica a los mismos antigüedad de  $291 \pm$  millones de años.

Todavía acaecerá una nueva etapa compresiva que, tal como la primera fase Astúrica, empuja del N.-NE. Incapaces para producir deformaciones continuas en un conjunto al que el metamorfismo ha conferido mayor homogeneidad y solidez, las presiones tectónicas producirán reactivación de antiguas fracturas de desgarre N. 55° E., asociadas a los primeros plegamientos; a favor de las mismas se provocan deslizamientos en los que el bloque occidental se desplaza, relativamente, hacia el S.

Hecho de gran transcendencia metalogenética es la apertura que estos desplazamientos confieren al sistema de diaclasas N. 25° E. del granito, y la intensa descompresión que afecta a todo el cuerpo ígneo, consecuencia de la inflexión N.-S. que muestran en su recorrido las fallas de Baños de la Encina y Guarromán, al oeste de Linares.

En los espacios libres así creados se verifican más tarde fenómenos de relleno hidrotermal, que perduran hasta el Trías, y serán objeto de intensa explotación minera. Estudios isotópicos efectuados sobre galenas (AZCARATE, 1970) adjudican a la deposición de los minerales de plomo una edad que oscila entre los 280-247 millones de años (Estefaniense-Pérmico).

Terminada la orogenia herciniana, experimenta toda la región una emersión conjunta y un arrasamiento muy intenso, que deja al zócalo paleozoico convertido, en el ámbito de Linares, en penillanura. Sobre ésta, recubierta por un paleosuelo ferruginoso, que inclina a pensar en climas cálidos, comienza la deposición de los materiales triásicos.

Al principio, los sedimentos gruesos de base provinieron del arrastre torrencial (poco clasificador), de coluviones situados en la periferia de los



relieves cuarcíticos que la peneplanización no había conseguido dismantelar.

Sedimenta después todo el resto del Bunt, con depósitos, más elaborados y mejor clasificados, índice de procesos de transporte más eficaces, entre los que no pueden descontarse el viento y el influjo de un ámbito costero próximo adonde, en régimen deltaico, vierte ocasionalmente una red hidrográfica poco regular.

La transgresión del Muschelkalk, tan patente al E. y SE. no alcanza esta Hoja, si bien son perceptibles, como se ha indicado, ciertos cambios sedimentarios concomitantes con aquel avance del mar meridional. Así, se notan, en primer lugar, interrupciones pasajeras de los aportes continentales y precipitación de los primeros niveles carbonatados del Triás; al progresar el Muschelkalk se renueva la alimentación detrítica procedente de tierras emergidas, aunque los cambios de coloración a tonalidades amarillentas con los niveles de arenisca más cimeros, aparte de su granulometría diferente, peor clasificada, indican variaciones tanto de clima, probablemente más húmedo, como de medio de transporte, posiblemente mixto.

El régimen eminentemente regresivo durante el Keuper se tradujo probablemente por la deposición local de evaporitas. Asimismo, la transgresión del Lías es casi seguro que se manifestó por depósitos dolomíticos, precipitados en el fondo de un mar epicontinental, de aguas poco aireadas y salobres.

Pero desde el Cretácico Superior, la región permanece emergida y sometida a un ciclo erosivo que ha eliminado progresivamente Cretácico, Liásico y Keuper, con acciones progresivamente más intensas a medida que nos desplazamos hacia el S.-SO. De tal forma, cuando en el Tortoniense Superior el mar miocénico irrumpe sobre esta comarca, sus costas irán avanzando de S. a N., a medida que va subiendo, relativamente, el nivel de sus aguas.

Poco a poco las faunas indican el establecimiento de fondos neríticos, que perduran hasta el Andaluciense Superior, en que la aparición de sedimentos detríticos hace pensar en reflejos de la orogenia alpina.

Tras el posterior alzamiento epirogénico de la región andaluza se produjo una etapa de intensa erosión torrencial en la que aguas, con gran energía, fueron transportando desde el interior de Sierra Morena hacia una depresión tectónica situada en el borde occidental de la zona, coluviones silíceos generados por una intensa denudación de los relieves cuarcíticos.

La orogenia bético-alpina, y movimientos tectónicos precursores desde el Triás, se manifiestan en el ámbito de la Hoja por repetidos movimientos verticales de los bloques paleozoicos subyacentes, definidos por fallas NE.-SO. La deposición del Mioceno (la del Plioceno incluso) está gobernada por el juego de estas fracturas. Entre el zócalo rígido y la cobertera no existen localmente niveles plásticos que permitan el despegue del recubrimiento mesozoico y terciario, por lo cual éste sigue con fidelidad los movi-

mientos mencionados del basamento, guardando su disposición originaria semihorizontal.

Finalmente, ya en el Cuaternario, la deposición de aluviones, restringida a las inmediaciones de cursos fluviales, y su aterrazamiento repetido, es índice de nuevos y más limitados rejuvenecimientos epirogénicos.

## 4 GEOLOGIA ECONOMICA

### 4.1 MINERIA

Los enriquecimientos filonianos de esta comarca la hicieron máxima productora mundial de Pb en 1875-1920, período en el que la producción media fue de unas 65.000 Tm. Pb/año. Durante los siglos XIX y XX pueden estimarse en más de 5.500.000 Tm. el plomo extraído de estos distritos. La producción minera actual es de unas 20.000 Tm/año, ocupando el segundo puesto de entre los centros productores españoles.

Las mineralizaciones se manifiestan, casi exclusivamente, en una sola unidad geológica, zócalo herciniano, si bien existen diferencias en la disposición o naturaleza de los diversos rellenos mineralíferos y en la clase de roca donde arman las respectivas metalizaciones.

Estos yacimientos se han originado por precipitación de disoluciones que circulaban a favor de fallas y fracturas. La procedencia de tales fluidos metalíferos debe situarse en rocas o niveles, hoy no aflorantes; posiblemente su único reflejo sobre la superficie actual sean algunos de los diques que atraviesan el granito o pizarras carboníferas. Durante procesos de transformación o consolidación de estas rocas desconocidas se habrá verificado el aporte de metales o fracciones fluidas, que han circulado después aprovechando las discontinuidades para finalmente depositarse.

En explotaciones de la región se han beneficiado, a lo largo de más de 2.500 años de historia minera, las siguientes sustancias:

a) *Pb* y *Ag* (galenas argentíferas): Extraídas en Linares de unas 100 alineaciones filonianas.

b) *Cu* (sulfuros primarios con Fe y minerales secundarios derivados): Los filones plumbíferos han proporcionado, principalmente en niveles someros, cantidades importantes de minerales cupríferos (filón Arrayanes, filón de El Cobre, etc.). Prueba su producción la existencia local de una casa de moneda en Linares, donde se acuñaban exclusivamente ochavos de *cobre*.

#### 4.1.1 Carácter de los rellenos filonianos

##### 4.1.1.1 Composición elemental

Según análisis cuantométricos se distinguen once elementos: Pb, Ag,

Cu, Co, Ni, Zn, Cd, Mn, Sn, Bi y Ba, con leyes y asociaciones específicas, y la presencia de otros once: Be, B, Sc, V, Cr, Ga, Ge, Sr, Y, Mo y Yb, con abundancias de unas pocas p.p.m.

De tales datos analíticos se deduce:

- Afinidad Pb-Ag, muy neta en las galenas.
- Afinidad del Co-Ni con el Cu, especialmente en las piritas.
- Afinidad preferente del Sn con el Cu, sobre todo en las calcopiritas y mispíquel.
- Falta de relación regular del Ba y del Bi con los restantes elementos.

#### 4.1.1.2 *Composición mineralógica:*

Las especies metálicas reconocidas, ordenadas y agrupadas para mayor claridad por elementos e importancia relativa, han sido las siguientes:

- a) *Minerales de Pb:* Consisten en asociaciones del plomo con el azufre y antimonio. Están presentes:
  - Galena (PbS), que constituye con algo de cerusita (PbCO<sub>3</sub>) y anglesita (PbSO<sub>4</sub>) secundarias la mena principal.
  - Boulangerita (Pb<sub>5</sub>Sb<sub>4</sub>S<sub>11</sub>).
- b) *Minerales de Ag:* También sulfuros y sulfoantimoniuros, como:
  - Polibasita (Ag<sub>16</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>11</sub>).
  - Pirargirita (Ag<sub>3</sub>Sb S<sub>3</sub>).
  - Argentita (Ag<sub>2</sub>S).
  - Freibergita (sulfoantimoniuros de Ag y Cu).
- c) *Minerales de Zn:* Únicamente se ha detectado su sulfuro:
  - Blenda (ZnS)
- d) *Minerales de Cu: Simples.* Consisten en sulfuros, sulfoantimoniuros, óxidos y algunos derivados por intemperismo:
  - Covelina (CuS).
  - Calcosinas (Cu<sub>2</sub>S).
  - Digenita (S<sub>5</sub>Cu<sub>6</sub>).
  - Tetraedrita (Cu S Sb).
  - Cuprita (CuO<sub>2</sub>).
  - Tenorita (CuO).
  - Cobre nativo.
  - Azurita y malaquita, carbonatos básicos hidratados procedentes de transformaciones supergénicas.

*Asociados con Fe:* Siempre son sulfuros dobles:

- Calcopirita ( $\text{Fe Cu S}_2$ ).
- Bornita ( $\text{Fe}_2\text{Cu S}_3$ ).
- Cubanita ( $\text{Fe Cu}_5\text{S}_4$ ).

e) *Minerales de Ni-Co:* Estos metales se presentan asociados con el Cu o el Fe, formando sales mixtas con el azufre, arsénico y antimonio:

- Niquelina ( $\text{Ni As}$ ).
- Bravoita ( $\text{Ni Fe S}_2$ ).
- Ullmannita ( $\text{Sb Ni S}$ ).
- Linneíta [ $(\text{Co Ni Fe Cu})_3\text{S}_4$ ].
- Lollingita [ $(\text{Co Ni Fe}) \text{As}_2$ ].

f) *Minerales de Fe:* Representados por sulfuros, sulfoarseniuros e hidróxidos o sulfatos hidratados de génesis descendente:

- Pirita ( $\text{Fe S}_2$ ).
- Marcasita ( $\text{Fe S}_2$ ).
- Pirrotina ( $\text{Fe S}$ ).
- Mispíquel ( $\text{Fe S As}$ ).
- Lepidocroita [ $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{H}_2\text{O})$ ].
- Goethita [ $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{H}_2\text{O})$ ].
- Jarositas, sulfatos hidratados de Fe con K, Na, Pb, Ag, etc.

g) *Minerales de Sn-W:*

- Casiterita ( $\text{Sn O}_2$ ).
- Wolframita ( $\text{Mn Fe WO}_4$ ).
- Estannina [ $(\text{Cu}_2 \text{Fe Sn}) \text{S}_4$ ].

h) *Minerales de Sb:* Aparte de los compuestos ya mencionados en que no interviene como metal, se ha observado:

- Estibina ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).

i) *Minerales de Bi:*

- Bismuto nativo (Bi).
- Bismutina ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ).
- Emplectita [ $(\text{Bi Cu}) \text{S}_2$ ].
- Cosalita [ $(\text{Bi}_2\text{Pb}_2) \text{S}_5$ ].

j) *Minerales no metálicos:*

- Ankeritas (Carbonatos de Ca, Mg y Fe).

- Calcita ( $\text{Ca CO}_3$ ).
- Microcuarzo y calcedonia ( $\text{SiO}_2$ ).
- Baritina ( $\text{Ba SO}_4$ ).
- Fluorita ( $\text{Ca F}_2$ ).

#### 4.1.1.3 *Contextura interna de los filones*

Macroscópicamente, las mineralizaciones se concentran, dentro de la unidad filoniana, en ámbitos enriquecidos de forma lenticular. En cada uno de estos «árboles» (a veces sin predominio vertical en su desarrollo, como tal vocablo parecería indicar), la metalización de galena suele disponerse en forma veteada, originariamente bastante continua; fases de movilidad tectónica del filón, posteriores a la cristalización del SPb, interrumpen en ocasiones la continuidad de las vetas, dispersando al mineral, en forma brechoide, dentro del cuerpo metalífero.

#### 4.1.2 **Carácter de las fracturas mineralizadas**

Sobre la figura 3 se presenta, en proyección vertical, la cabecera de los filones cartografiados, cuya mineralización generalmente no asoma, pues casi siempre permanece oculta bajo recubrimiento triásico estéril.

Se comprueba que en el batolito de Linares está integrado por cuatro bloques tectónicos bien individualizados, cuyas fracturas filonianas son:

##### *Bloque NO. de Guarromán:*

- Filones principales: N. 45° E.
- Filones cruceros: N. 75° E.

##### *Depresión Intermedia:*

- Filones principales: N. 75° E.
- Filones secundarios: N. 45° E.

##### *Bloque Central:*

- Filones principales: N. 25° E.
- Filones cruceros: N. 65° E.

##### *Bloque SE:*

- Filones principales: N. 30° E.
- Filones secundarios: N. 45° E.

La alta capacidad metalífera de las fracturas N. 25° E. del granito de Linares proviene de una reapertura del termodiacasamiento originario, mo-

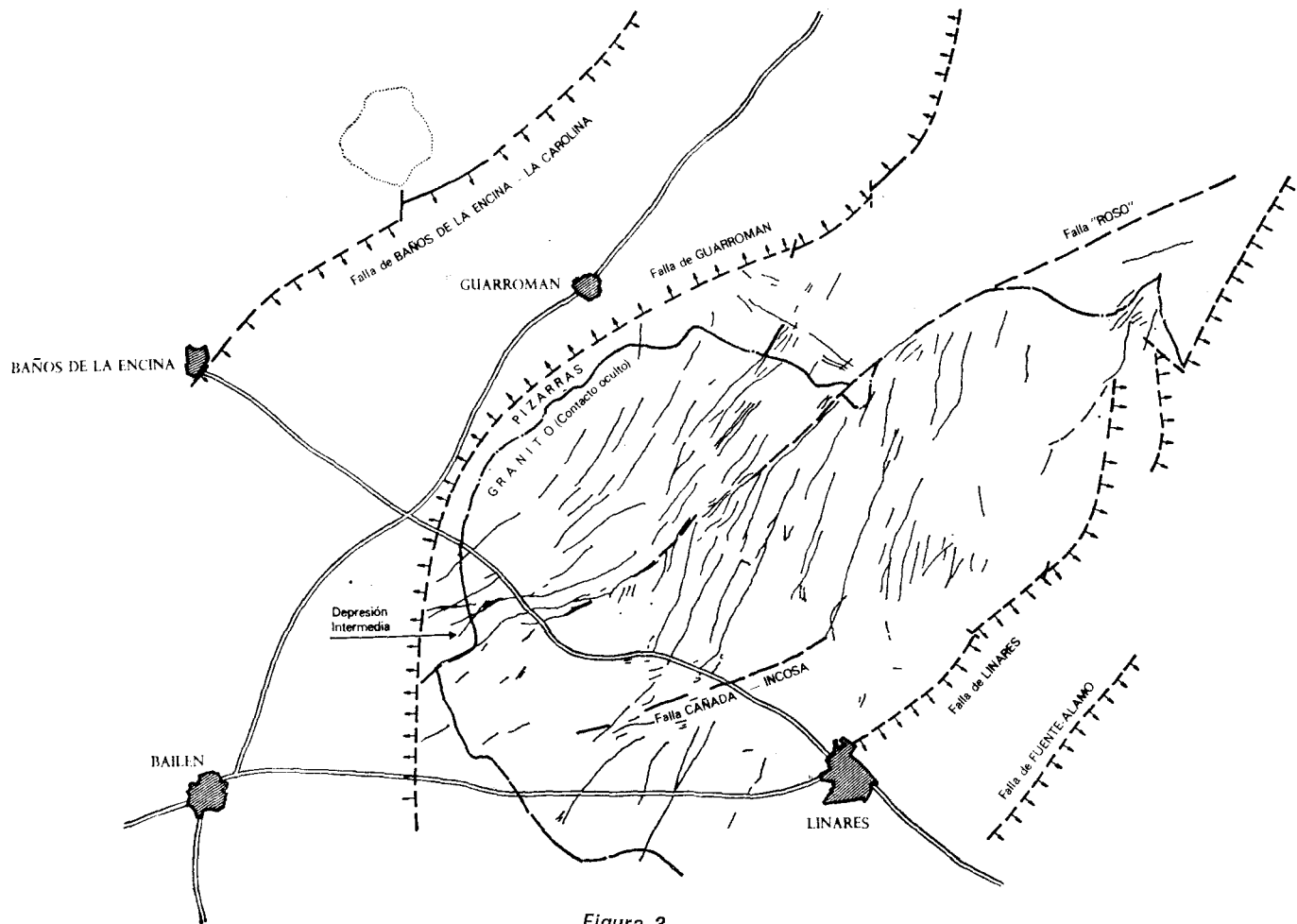


Figura 3

tivada por rumbodeslizamientos de la falla «Roso», principalmente, y de otras de menor consideración (Cañada Incosa) (fig. 4). En cambio, dentro de la Depresión Intermedia, la movilidad de accidente tectónico tan importante, produjo una banda de cizallamiento, cuya existencia condicionó la posterior formación de irregulares y apretados filones.

#### 4.1.3 Síntesis Metalogénica

Los resultados de los trabajos reseñados pueden resumirse y caracterizarse en la forma siguiente. Existen tres etapas fundamentales de mineralización, responsables de los enriquecimientos filonianos en el extremo oriental de Sierra Morena.

##### 4.1.3.1 Primera mineralización: Sulfoantimoniuros de Pb-Ag

- Mena principal: Galena (y algo de cerusita y anglesita).
- Menas acompañantes: Sulfoantimoniuros de Ag.
- Ganga predominante: Ankeritas.
- Edad: Claramente anterior al Permotrías.

Las ankeritas son el primer mineral depositado; las pizarras encajantes han experimentado reacciones marginales con los aportes carbonatados, formándose sericita, clorita y algo de biotita microlaminar.

Posterior a las ankeritas es la mineralización plumbífera, representada por los sulfoantimoniuros de Pb-Ag. Los minerales de Ag, ligados a los de Pb, aparecen siempre incluidos en la galena, a la que confieren marcado anisotropismo.

Coexiste también con la galena algo de blenda, cristalizada antes que los compuestos del Pb; sus cristales corroídos suelen encontrarse inmersos en minerales de Pb.

##### 4.1.3.2 Segunda mineralización: Sulfuros de Cu-Fe, a mayores temperaturas

- Menas principales: Calcopirita, pirita y marcasita.
- Menas acompañantes: Sulfuros de Fe, Ni, Co y Sn.
- Ganga predominante: Cuarzo, calcita y clorita.
- Edad: Afecta ocasionalmente a los niveles inferiores del Permo-Trías.

En fase posterior a la mineralización plumbífera, y tras ligera fracturación tectónica, afluyen los fluidos responsables de la metalización cuprífera. La calcopirita, con algo de blenda en exolución, se presenta corroyendo la periferia de galena y ankeritas o aprovechando para su emplazamiento, bien los contactos entre ambos minerales, bien cruceros y fisuras de los mismos;

# REAPERTURA TECTONICA DE LOS FILONES — LINARES

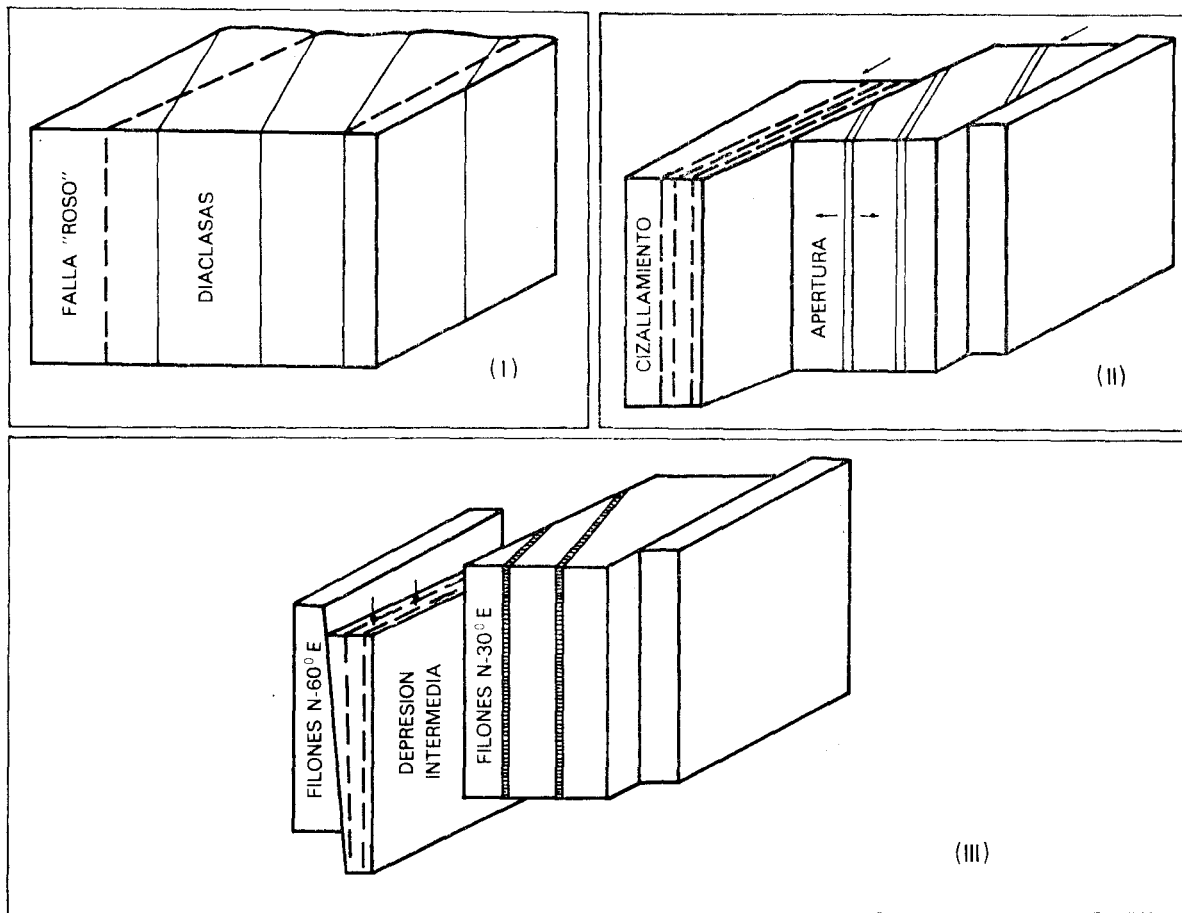


Figura 4



los otros compuestos de Cu, Covelina, Calcosina, Tetraedrita, Bornita, etc., aparecen siempre en los bordes externos de la calcopirita.

Se depositan tras estos sulfuros de Cu, los de Fe, seguidos a su vez de los minerales de Ni-CO. En primer lugar cristalizó la pirrotina, sustituida posteriormente, casi en su totalidad, por marcasita y piritita. Por su parte, la bravoita y sulfoarseniuros de Fe, Ni y Co se manifiestan como minerales más tardíos, situados periféricamente respecto a las piritas. También Sn y W parecen vinculados estrechamente a esta etapa cuprífera.

Todo el conjunto de aportes de Cu, Fe, etc., va acompañado en su deposición de ganga, esencialmente silíceo y microcristalina. La temperatura de la avenida metalífera con Cu, superior a la de los minerales de plomo, afecta a los equilibrios establecidos con anterioridad, de forma que la calcedonia aportada, o bien  $\text{SiO}_2$  extraído de las rocas encajantes, libera, al atacar a los carbonatos ankeríticos, cationes Ca, que cristalizan posteriormente como calcita y cationes Mg-Fe, que, con algo de la sílice extraída, se convertirán en masas microlaminadas.

#### 4.1.3.3 Tercera mineralización

Consistente principalmente en baritina, y afecta claramente a los terrenos triásicos.

En fase muy posterior se produce una brechificación de los filones, con la aparición de nuevos espacios que la baritina, último aporte hidrotermal, se encarga de rellenar.

Estos terceros aportes hidrotermales, con Ba, están claramente relacionados con la orogenia alpina. Mineralizan casi todas las fallas posttriásico-antemioceanas, introduciéndose además lateralmente a favor de los niveles permeables interferidos por tales accidentes tectónicos. Se difunden singularmente dentro de los conglomerados de la base del Triás, impregnados por  $\text{SO}_4\text{Ba}$  en amplios entornos, según se ha comprobado en sondeos mecánicos efectuados por ENADIMSA (un 50 por 100 de las perforaciones da indicios de Ba en tal unidad y un 15 por 100 leyes significativas).

Es notable la semejanza de este comportamiento de la baritina con el de la fluorita en otras zonas de la Península (Asturias), más acusada, incluso, si se recuerda que en algunos parajes de esta misma región no se observan casi aportes póstomos de bario, apareciendo en cambio la fluorita. La única diferencia entre ambas ocurrencias estriba en que los cristales de  $\text{F}_2\text{Ca}$  suelen mostrarse totalmente indeformados, mientras que la barita, algo anterior, se presenta, muchas veces, trastornada por la tectónica alpina.

En la figura 5 se condensa gráficamente lo antedicho, respecto a secuencia en los procesos mineralizadores, ubicándolos en el tiempo en relación a los principales acontecimientos de evolución geológica regional.

## SECUENCIA PARAGENETICA EN LAS MINERALIZACIONES FILONIANAS

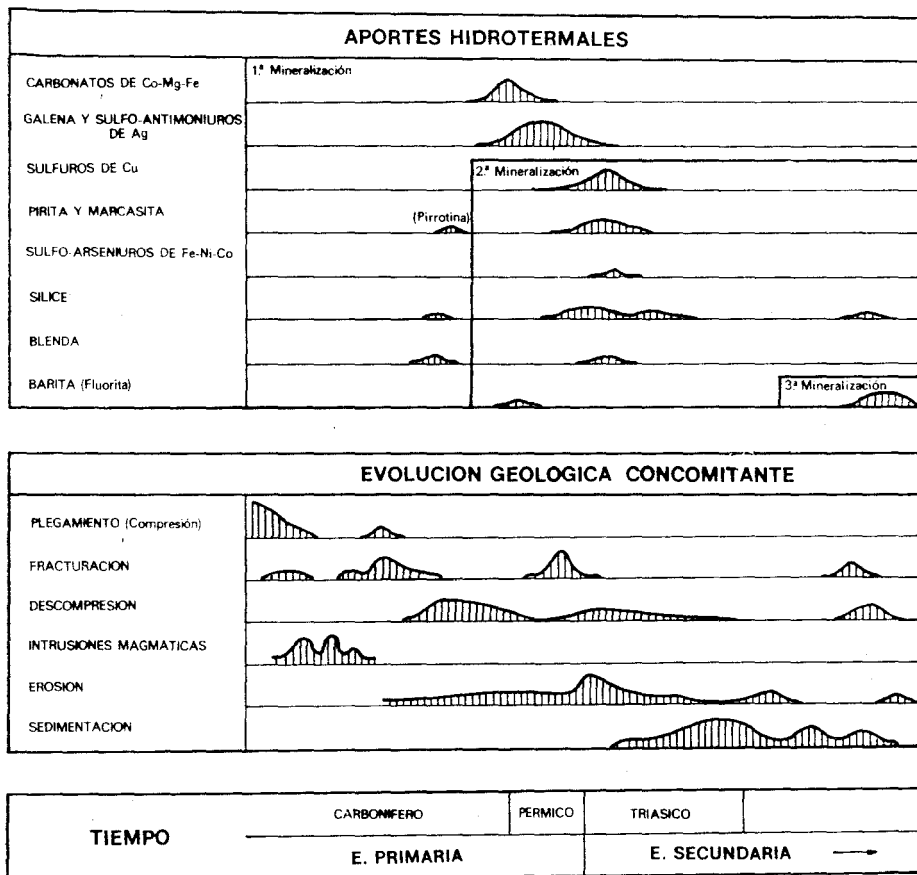


Figura 5

### 4.2 ROCAS INDUSTRIALES

Dentro del perímetro de la Hoja, particularmente en las inmediaciones de Bailén y Linares, se han explotado tradicionalmente las margas del Tor-toniense Superior para fabricación de cerámica y materiales de construcción. Últimamente estas explotaciones se han intensificado, creciendo en número y producciones individuales.

En el momento actual se puede estimar en unas treinta y cinco el promedio de canteras activas, con una producción anual que se acerca a los 300.000 m<sup>3</sup>.

#### 4.3 AGUAS SUBTERRANEAS

Asociados a los tramos arenosos próximos a las bases del Tortoniense Superior y del Andaluciense existen sendas unidades acuíferas.

El primero de estos dos acuíferos tiene especial importancia dentro de la fosa de Bailén, donde en su día fue estudiado su aprovechamiento por el I. N. C. mediante veinticuatro sondeos mecánicos, con profundidades entre 30 y 160 m. y una media de unos 100 m., algunos de los cuales llegan a producir caudales superiores a los 30 l/seg. En ocasiones este acuífero ha detenido el avance de explotaciones mineras, como al S. de Linares, en la prolongación suroccidental del filón de «La Tortilla».

El acuífero superior del Andaluciense no alcanza gran envergadura dentro de la Hoja, estando representado por una serie de manantiales que drenan intermitentemente las aguas infiltradas en las lomas donde se asienta Jabalquinto.

### 5 PETROGRAFIA

Las rocas carboníferas estudiadas son en su mayor parte pizarras, entre las que se intercalan niveles de metagrauwackas y metareniscas; todas han experimentado metamorfismo regional de bajo grado, dentro de las facies de los esquistos verdes.

La intrusión, dentro del conjunto carbonífero, de rocas ígneas (masas graníticas, de considerable desarrollo, escasos pórfidos graníticos, aplitas y diques diabásicos) ha dado lugar a transformaciones térmicas de pequeña intensidad, comprendidas en las facies de las corneanas de albita-epidota.

#### 5.1 ROCAS DE METAMORFISMO REGIONAL

##### 5.1.1 Pizarras

Se componen principalmente de cuarzo, cloritas y sericita, y algo de grafito; les acompaña, como accesorios: biotita, turmalina, apatito, circón, esfena y óxidos de hierro.

Generalmente presentan textura lepidoblástica, en la que fragmentos de cuarzo, algo corroídos por la matriz, alternan con bandas de sericita en finas láminas, procedentes de la recristalización de capas arcillosas originales; entre las micas se sitúa grafito pulverulento y óxidos de hierro,

junto con pequeños cristales de cuarzo alargados y paralelos a la orientación general.

En conjunto, la textura de las pizarras muestra orientación planar perfecta, marcada por el alineamiento de las láminas de mica.

La mayor parte están afectadas por una segunda esquistosidad, oblicua o perpendicular a la primera, que da lugar a la formación de clivo-deslizamientos («strain slip») y suaves ondulaciones (clivo-arrugamientos y micropliegues).

La turmalina pleocroica, casi siempre chorlita, suele aparecer dispuesta en finos prismas pardo-azulados, pero no forma parte de la fracción detrítica, como lo son los accesorios, sino que debe provenir en su mayor parte de la evolución geoquímica del boro sedimentario original contenido por las lutitas. Ello corrobora el régimen marino de su sedimentación, y la baja temperatura alcanzada durante los procesos metamórficos regionales.

### 5.1.2 Metareniscas y metagrauwackas

Presentan textura blastosamítica con granulometrías heterogéneas (0,04-1,5 mm.) y débil tendencia esquistosa, más acusada en su matriz.

La *unidad clástica* se compone principalmente de fragmentos de pederrenal, cuarzo, que con frecuencia muestra extinción ondulosa, y un 10 por 100 de feldespatos, albita en general, y algo de ortosa.

La *fracción lítica*, algo más importante en las metagrauwackas, suele incluir trozos de rocas preexistentes, afectadas por otro metamorfismo regional de relativamente baja intensidad (pizarras, filitas, cuarcitas, etc.).

Entre *los componentes accesorios* cabe citar micas (muscovita y biotita), circón, apatito, turmalina, rutilo, grafito, esfena, carbonatos y metálicos.

La *matriz*, totalmente recrystalizada, contiene cuarzo, cripto o microcristalino, sericita, en laminillas orientadas que corren ligeramente al cuarzo y provienen de material arcilloso originario, escasas biotita y clorita, surgidas por el aumento de temperatura, y óxidos de hierro; todos ellos se orientan, como norma, paralelamente a la esquistosidad impuesta por las laminillas micáceas.

### 5.1.3 Otras rocas

Dentro de la serie pizarrosa se intercalan ocasionalmente niveles de muy poco espesor, sin relación aparente con las rocas de su entorno. Así, un *esquistito granatífero*, localizado en Navamorquín, en el cual destacan numerosos cristales de granate, sustituidos casi por completo por biotita y minerales de hierro, rodeados por un agregado granoblástico de cuarzo y escasa albita.

Otro nivel anómalo detectado ha sido una *corneana*, formada por un mosaico granoblástico fino de cristales de cuarzo y, en menor proporción,

de albita, laminillas de mica blanca, biotita verdosa y abundantes minerales de hierro.

El origen de estas rocas no es claro; probablemente proceden de rocas, originalmente ígneas, que han sufrido un metamorfismo retrógrado.

## 5.2 ROCAS IGNEAS

### 5.2.1 Granitos

Comúnmente tienen color gris y están integrados por elementos de análogo tamaño, cercanos en general al centímetro.

Cerca del contacto periférico son frecuentes los cambios de este granito normal a variedades rosado-pegmatíticas o a otras de grano más fino.

*Las texturas*, siempre granulares, oscilan entre la HIPAUTOMORFICA, más abundante, y la ALOTRIOMORFICA, menos corriente. Casi siempre muestran tendencias porfídicas por la presencia de grandes placas de feldspatos.

*En su composición* intervienen, principalmente, plagioclasas (25-45 por 100), ortosa (10-38 por 100), cuarzo (25 por 100), y biotita (4-9 por 100).

*Las plagioclasas* más comunes, oligoclasas, se presentan zonadas, con hábito euhedral o subeuhedral, y a veces con maclas polisintéticas. Generalmente han sufrido en su núcleo sericitización y cierta caolinización que provoca la aparición de algunos carbonatos y óxidos de Fe. En su periferia, en cambio, la alteración suele ser menos intensa y se reduce a una aureola caolinizada.

*La ortosa micropertítica* se presenta en grandes placas xenomorfas con maclas de Carlsbad y crecimientos micropertíticos; casi siempre en menor proporción que las plagioclasas, parece ser el mineral que cristalizó en último lugar. Generalmente ha sufrido débil caolinización, que cuando es superficial le confiere las tonalidades rosadas antedichas; a veces ha experimentado también una muscovitización de carácter deutérico.

El cuarzo, anhedral, con secciones subidiomórficas o xenomórficas, algo más automórficas en las muestras más adamelíticas, ofrece extinción ligeramente ondulosa y aparece, con frecuencia, incluido dentro de los feldspatos.

*La biotita*, pardo-rojiza, del tipo lepidomelano, presenta fuerte pleocroísmo y contiene numerosas inclusiones de pequeños prismas de apatito y cristales de circón, rodeados de halos pleocroicos intensos. Generalmente, salvo cuando está dentro del cuarzo, se muestra cloritizada, con aparición de

esfena, epidota y óxidos de hierro, que se sitúan entre las láminas micáceas; otras veces aparece algo muscovitizada.

Entre *los componentes accesorios originales* predomina el *apatito*, con secciones que alcanzan en zonas marginales del granito hasta el cm.; *el circón*, también abundante; la ilmenita y la fluorita, mucho más escasas.

Como *accesorios de contaminación* cabe destacar la presencia, frecuente en las zonas marginales, de hasta un 5 por 100 de andalucita y cordierita. En general, ambos silicatos han sido después casi totalmente sustituidos por un producto verdoso, que en la periferia de las secciones andalucíticas presenta carácter microlaminar-micáceo, tipo sericita y amorfo (pinnita) en el centro de las mismas.

La proporción del feldespato alcalino oscila comúnmente entre 1/3 a 2/3 del total de feldespatos, por lo que estas rocas se clasifican en general como *adamelitas*, muy próximas a la composición de una granodiorita en Navamorquín (NO. de la Hoja), y *adamelitas cordieríticas* en las zonas periféricas del plutón.

### 5.2.2 Diques de pórfidos graníticos

Encajados en el granito o en las pizarras próximas a su contacto, e incluso a varios kilómetros de los afloramientos graníticos, aparecen diques, generalmente de pórfidos cuarcíferos; muy variados en cuanto a colorido y aspecto, lo son algo menos en su composición. También existen, con mucha menor abundancia, algunas intrusiones tabulares diabásicas, parcialmente transformadas en anfibolitas.

*La textura* suele ser habitualmente glomeroporfídica con pasta granofídica. Las composiciones de los fenocristales y de la matriz englobante resultan muy parecidas entre sí y semejantes a la de los granitos de que provienen o en los que encajan.

*Los fenocristales* son plagioclasas (albita-andesina) más cálcicos que los de la pasta, y feldespatos potásicos, micropertita y ortosa generalmente. Con carácter más eventual se manifiestan cristales de biotita, a veces con anfíboles, y de cuarzo que comúnmente rellena intersticios. Todos ellos muestran en sus bordes intercrecimientos gráficos. Cuando los diques corresponden a términos *aplíticos* de la consolidación granítica, suelen contener, aparte de los minerales citados en que predomina la ortosa, otros de contaminación, como andalucita, silimanita, cianita, etc., y además, casi-terita y fluorita. También sus feldespatos y biotita presentan muscovitización más intensa que la común, lo cual ocasiona la aparición consiguiente de anatasa.

*La pasta*, mineralógicamente pareja a los fenocristales, está algo más

alterada; se compone con frecuencia de esferulitos de albita, oligoclasa y ortosa, asociados o independientes, y de cuarzo y biotita más o menos cloritizada.

### 5.3 ROCAS DE METAMORFISMO DE CONTACTO

En la periferia de las rocas hipogénicas existen formaciones rocosas, resultantes de las complejas interacciones entre las unidades preexistentes y las intrusivas. Tales aureolas presentan considerable desarrollo espacial, como banda periférica cuyo espesor aparente varía entre los 500 y 2.000 m.

Las transformaciones experimentadas por las diversas rocas dependen de su proximidad al granito y de su composición particular. Las unidades de origen pelítico se han convertido en pizarras moteadas en la aureola más externa; en pizarras con cristales más desarrollados de andalucita en puntos más cercanos a la intrusión, y en esquistos micáceos o corneanas de andalucita en las inmediaciones del contacto ígneo. Las rocas silíceas, que en el ámbito de Linares poseen menor desarrollo, han experimentado tránsito progresivo a corneanas, conforme decrece su distancia al batolito.

#### 5.3.1 Corneanas con andalucita

Suelen consistir en cristales xenoblásticos de andalucita, algo sericitizada, y de cordierita, casi siempre totalmente convertida en piritita. Todos estos minerales están inmersos, con mayor o menor ordenación espacial, en una matriz de cuarzo, mica (especialmente muscovita) y feldespatos. Otros minerales accesorios son los consabidos circón, apatito, esfena, turmalina, leucoxeno, óxidos de hierro, etc. Respecto a la muscovita, suele apreciarse claramente su origen postrero, en relación a un aporte metasomático de potasio por parte de los granitos próximos.

#### 5.3.2 Pizarras con andalucita y biotita

En las rocas pelíticas, próximas a los contactos ígneos, se forman porfidoblastos, idio o subidiomorfos, de andalucita, en la actualidad sustituidos por laminillas de sericita, bien parcialmente en los bordes, bien en todo el cristal, aunque conservándose con claridad su contorno rómbico característico.

También por el incremento térmico aparece biotita, en pequeñas láminas, más o menos acordes, o en porfidoblastos totalmente discordantes.

Merece destacarse en algunas pizarras la presencia de pequeños prismas de cloritoide, orientados al azar, además contienen andalucita y mosqueo. Este cloritoide sólo se encuentra en zonas ricas en FeO y  $Al_2O_3$  y pobres en  $K_2O$ .

El resto de la roca está formada por sericita en finas láminas impregnadas de grafito y minerales de hierro con escasos cristales de cuarzo intersticial.

### 5.3.3 Pizarras «mosqueadas»

Mucho más abundantes, son típicas de la zona intermedia de aureola exothermal. Consérvase en ellas su textura esquistosa, adquirida durante los plegamientos regionales, e incluso acentuada por la neoformación de biotita y sericita, tabulares, que crecen paralelas a aquella orientación. Las acciones de contacto han motivado en las mismas la aparición de nódulos ovoides porfidoblásticos (1,5 mm.-0,25 mm.), de composición polimineral.

Sus *componentes* mayores principales son, aparte de la andalucita: cuarzo, biotita, sericita y esfena.

Apatito, turmalina y circón son los *accesorios* habituales.

En cuanto a la *matriz*, es cuarzo-micácea (biotita y sericita), impregnada por diminutos granillos de minerales metálicos.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADARO (1964).—«Plomo-Linares». *ADARO. Memoria del Ejercicio*, 1964.
- ALVARADO, A. (1922).—«Note sur les plissements hercyniens et la formation filonienne du massif Est de la Sierra Morena». *XIII Congr. Int. Géol. Bruxelles*, pp. 441-484.
- (1923).—«Región este de Sierra Morena. Datos referentes a tectónica y formaciones filonianas de plomo». *Bol. XLIV, I. G. M. E.*
- (1925).—«Algunas ideas sobre probable desarrollo del distrito de Linares-La Carolina». *Rev. Min. serie C*, t. XLI.
- ANONIMO (1857).—«Linares. Plano geológico-minero de este distrito». *Rev. Min.*, t. VIII, pp. 229 y 250.
- ANONIMO (1923).—«Región este de Sierra Morena». *Bol. Ins. Geol. Esp.*, 55, IV, 3.ª serie, Madrid.
- AZCARATE, J. E. (1971).—«Estudio metalogénico comparativo de las mineralizaciones plumbíferas de Linares-La Carolina-Santa Elena». *Dir. Gral. Minas*.
- AZCARATE, J. E., y ARGUELLES, A. (1971).—«Evolución tectónica y estructuras filonianas en el distrito de Linares». *Congr. Hisp.-Luso-Americano de Geología Econ.*, Madrid.
- AZCARATE, J. E.; VERGARA, A., y ARGUELLES, A. (1971).—«Caracteres metalogénicos de los distritos mineros de Linares-La Carolina». *Congr. Hisp.-Luso-Amer. Geol. Econ.*, Madrid.



- AZEMA, J., y CHAMPETIER, Y. (1970).—«Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des Cordilleres Betiques: Essai de coordination». *Cuad. Geol. Iber. I. G. M. E.*
- BRAECKEL, G. (1912).—«La región minera de Linares-La Carolina». *Rev. Min.*, serie C, t. XXX.
- BUSNARDO, R. (1960).—«Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaen». *B. S. G. F. (7) II*, pp. 324-329.
- BUTENWEG, P. (1968).—«Geologische Untersuchungen im Ostteil Der Sierra Morena nordöstlich von La Carolina (Prov. Jaen, Spanien)». *Münstersche Forschungen zur Geologie un Paläontologie*, Heft 6, Münster, 125, p. 1 carte, 1 dépliant.
- CABANAS, R. (1956).—«Notas estratigráficas de la provincia de Jaén». *Est. Geol.*, núm. 31-32 (1956), pp. 267-272, Instituto «Lucas Mallada», Madrid.
- CHALON, P. F. (1903).—«Contribution a l'étude des filons de Galéne de Linares (Espagne)». *Revue Universelle des Mines*, París, Liege, t. III.
- DOMERGUE, Cl., & TAMAIN, G. (1967-1968).—«Note sur le district minier de Linares-La Carolina (Jaen-Espagne)». Livre en hommage a A. Varagnac.
- ENGLISH, G. (1902).—«Un sondeo de Linares». *B. G. M. Mapa Geológico de España*, t. XXVI.
- FABREGA, P. (1929).—«Génesis de los criaderos metalíferos. Teoría termosifoniana». *B. C. Mapa Geol.*
- FERNANDEZ SOLER, R. (1954).—«Reseña histórica de la minería del plomo en la zona de Linares-La Carolina. *Actas conmemorativas de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas*, Madrid.
- FOUCAULT, S. (1965).—«Mouvements tectoniques d'age paleocretacique dans la region de haut Guadalquivir». *C. R. S. G. France*, Fac. 5/1965.167.
- FUGANTI, A. (1967).—«Ricerca Geologica e mineraria nella parte orientale della Sierra Morena (Andalusia, Spagna)». *Bol. Soc. Geol. Ital.*, 86, pp. 703-713, 9 ff.
- FUGANTI, A., y SERPAGLI, E. (1968).—«Geological remarks on urban Limestone and evidence for its upper Ordovician age by means of conodonts (Eastern Sierra Morena, South Spain)». *Instituto di Geologia*, núm. 69.
- GARCIA ARAUS, F. (1874).—«Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén». *Bol. I. G. M. E.*, t. 1.
- GONZALEZ DONOSO, J., y LOPEZ-GARRIDO, A. (1970).—«El Mioceno pretectónico del extremo oriental de la Depresión del Guadalquivir». *Cuad. Geol. I. G. M. E.*
- GROTH, J. (1913).—«Sur la bordure meridionale de la Meseta Ibérique». *Compl. Rend. Acad. Scienc.*, París, 1914.
- (1914).—«Les schistes a Goniatites de Guadalmez». *Compt. Rend. Acad. Scienc.*, París, 1914.
- (1914).—«La Sierra Morena». *Comp. Rend. Acad. Scienc.*, París, 1914.

- (1914).—«La tectonique de la Sierra Morena». *Comp. Rend. Acad. Sciencs.*, París, 1914.
- HABERFELNER, E. (1913).—«Revisión de los Graptolites de Sierra Morena. Publ. extr. sobre Geol. Espa.». *C. S. I. C.*, Madrid, t. VI, pp. 41-105.
- HENKE, W. (1926).—«Aportación a la geología de Sierra Morena en la parte norte de La Carolina (Jaén)». *Publ. Extr. sobre Geol. Esp.*, *C. S. I. C.*, Madrid, t. VII, pp. 71-99, 1953.
- HENKE, W., & HUNDT, R. (1926).—«Informe sobre algunos hallazgos de Graptolitos en Sierra Morena». *Publ. Extr. sobre Geol. Esp.*, *C. S. I. C.*, t. VI, pp. 27-39 (1952).
- HENKE, W. (1926).—«Explicación del Mapa Geológico de los alrededores de La Carolina (Jaén)». *XIV Congr. Int. Geol. Excursión A*, 3, Los Guindos.
- HEREZA, J. (1926).—«Les gisements metalliferes de Linares et Huelva par J. Hereza y A. Alvarado». *XIV Congr. Geol. Int.*, Madrid, 1926.
- HERNANDEZ PACHECO, E., & PUIG DE LA BELLACASA, N. (1926).—«Guide Geologique de Despeñaperros (Sierra Morena)». *XIV Congr. Int. Geol.*, Madrid (versión franc.), pp. 20-21.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1911).—«Elementos geográficos y geológicos de la Península Ibérica». *Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias, Congreso de Granada*.
- (1924).—«La Sierra Morena y la llanura bética». Trabajo mecanografiado.
- HERRERA, A. (1877).—«Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. IV.
- LEAL ECHEVARRIA, G. (1974).—«Génesis de las mineralizaciones del área Pedroches-Linares en relación con la evolución geotectónica del cinturón hercínico de Sierra Morena Oriental».
- LOPEZ-GARRIDO, A. C. (1971).—«Geología de la zona prebética al NE. de la provincia de Jaén». *Tesis doctoral. Universidad de Granada*.
- LOPEZ-GARRIDO, A. C., y JEREZ MIR, F. (1971).—«La serie estratigráfica de Navalperal. Serie tipo del Mesozoico Prebético en la región Orcera-Siles». *Act. Geol. Hisp.*, t. VI, pp. 15-18.
- LOTZE, F. (1945).—«Observaciones respectivas a la división de los Variscides de la Meseta Ibérica». *Publ. Extr. sobre Geol. Esp.*, *C. S. I. C.*, Madrid, t. V, pp. 149-166, 1950.
- MACPHERSON, J. (1897).—«Descripción petrográfica de los materiales arcaicos de Andalucía». *Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. XVI, Madrid.
- (1888).—«Del carácter de las dislocaciones de la Península Ibérica». *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XVII, Madrid, 1888.
- MALLADA, L. (1884).—«Reconocimiento geológico de Jaén». *Bol. Mapa Geol. de Esp.*, t. XI, Madrid, 1884.
- (1902).—«Memoria descriptiva de la cuenca carbonífera de Bélmez». *Bol. Cm. Mapa Geol.*

- (1911).—«Explicación del mapa geológico de España. *Mem. Com. del Map. Geol. de España*, Madrid, 1890.
- MARIN, A. (1949).—«Criaderos de Linares-La Carolina». *R. A. Ciencias*.
- MESA, P. (1890).—«Memoria sobre la zona minera de Linares-La Carolina». *Rev. Min.*, Madrid, 1890.
- MESEGUER PARDO, J. (1942).—«Investigación de nuevas metalizaciones en el distrito de Linares-La Carolina, por José Meseguer Pardo y J. Figuerola». *Extracto de Not. y Com. del I. G. M. E.*
- NARANJO, E. (1875).—«Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén. Término de La Carolina». *Bol. Com. Mapa Geol. de Esp.*, t. 11.
- OVTRACHT, A., & TAMAIN, G.—«Tectonique, Migration des "Centres Chauds" et Mineralisations dans le Sud de la Meseta Ibérique (Espagne)».
- PAQUET, J. (1970).—«Le Jurasique dans la partie orientale des zones extremes des Cordilleres Betiques: Essaie de coordination». *Cuad. Geol. Iber.*, I. G. M. E.
- PENHA, M. H., y ARRIBAS, A. (1974).—«Datación geocronológica de algunos granitos uraníferos españoles». *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXXV-III (1974), pp. 271-273.
- PERAN, M., & TAMAIN, G. (1967).—«La "formation Capana" dans le Nord de la province de Jaén (Espagne)». *C. R. Acad. Sc.*, París, t. 265, pp. 884-847.
- PERCONIG, E. (1971).—«Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la Meseta». *Congr. Hispano-Luso-Americano de Geol. Econ.*, Madrid.
- PINTADO, F. (1927).—«Características de los criaderos de Linares y accidentes geológicos que los afectan».
- RAMIREZ COPEIRO, J.; CASTELLO, R., y ARMENGOT, J. (1973).—«Hoja geológica 1:50.000 de Córdoba». *I. G. M. E.*
- RECHENBERG, H. P. (1954).—«Zur Geologie und Mineralogie der Wolfram-lager stätten von Belalcazar und Vilches (Spanien)». *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 106, pp. 505-518, Hannover.
- RODRIGUEZ ROMERO, G. (1908).—«Bosquejo geológico-minero sobre algunos criterios de Andújar y Villanueva de la Reina». *Estadist. Minera*, p. 435.
- RUBIO, D. (1926).—«Préface au livre: Les gisements métallifères de Linares et Huelva, de Herez, J., & de Alvarado, A.». *XIV Cong. Int. Geol.*, Excursión A, 3, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Datos para la interpretación de la estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía». *Not. Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 78, p. 550.
- SANCHEZ CELA, V., y APARICIO YAGÜE, A. (1969).—«Estudio petrológico de los afloramientos graníticos de Santa Elena y Linares (Jaén)». *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXX-IV.
- SANDARS (1905).—«The Linares bas-relief and roman mining operations in Baetica». *Archaeologia*, 34-322.

- SANS HUELLIN (1943).—«Determinación de perfiles con el gravímetro electromecánico "Askania" núm. 25 en la zona de Linares-Bailén-Jabalquinto, por José M.<sup>a</sup> Espinosa de los Monteros.»
- TAMAIN, G. (1963).—«Esquisse metallogénique de la Sierra Morena Oriental (Espagne)». *C. A. Sec.*, París.
- (1964).—«Mise en évidence de soulevements tectoniques dans le Sud-Est de la Sierra Morena (Espagne)». *C. R. Acad. Sc.*, París, t. 258, pp. 977-979.
- (1966).—«Les écaillés du Centenillo (Jaén, Espagne). Contribution a l'étude structurale du rebord méridional de la Meseta Ibérique». *C. R. Acad. D.*, París, t. 263, pp. 1.355-1.358.
- TAMAIN, & PERAN, M. (1967).—«Geologie Fondamentale et appliquée de la Haute vallée du Rio Pinto (Ouest du Centenillo, Jaén, Espagne)». *Trav. Lab. Geologie des Grandes Régions du Globe*, fac. d'Orsay Ronéot., 52 p. 4 cartes dépl., 16 figs.
- TAMAIN, G. (1967).—«El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne)». *C. R. Acad. Sc.*, París, t. 265, pp. 389-392.
- (1968).—«Bosquejo metalogenético de Sierra Morena Oriental (España)».
- (1968).—«Le district minier de Linares-La Carolina et son cadre metallogénique en Sierra Morena Oriental (Espagne)». *Bol. Soc. Geol. de France*, 7.<sup>a</sup> serie, t. X, núm. 1.

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA