



Estudio de la mineralización y rocas encajantes en la mina Lomero-Poyatos (Huelva) (*)

Por Casilda RUIZ GARCIA (**)

RESUMEN

El yacimiento Lomero-Poyatos está situado al norte de la provincia de Huelva, en la zona septentrional de la Faja Pirítica. Estratigráficamente está dentro del Complejo Volcánico Sedimentario.

Es una mineralización estratomorfa volcanogénica de sulfuros masivos. Se localiza en el flanco norte del anticlinal Lomero-Poyatos de eje E-O.

De muro a techo los materiales son los siguientes: Vulcanismo inferior, representado por tobas y lavas de composición dacítica y cineritas. Serie de transición, en cuya base se localiza la mineralización y sobre la que se encuentran tobas cineríticas gruesas, cineritas y pizarras tufficas. Vulcanismo superior, formado principalmente por tobas cineríticas.

Tanto a muro como a techo de la mineralización hay abundancia de minerales filicos (clorita y moscovita) de disposición bandeada alternante. Las cloritas tienen una composición comprendida entre pycnoclorita, ripidolita, clinocloro y sheridanita.

La mineralización masiva está formada por dos lentejones.

La paragénesis de la mineralización es de pirita esencialmente y en proporciones muy inferiores de tennantita, galena, esfalerita, calcopirita, arsenopirita, hematites, baritina, oro y eléctrum.

El yacimiento no presenta zonación vertical ni lateral bien definidas.

El carácter de la mineralización es más distal que proximal.

ABSTRACT

The deposit of Lomero-Poyatos is located in the province of Huelva, at the northern part of the Pyrite Belt. Stratigraphically it is in the Volcanic-Sedimentary-Complex.

The orebody is volcanogenic stratiform of massive sulphides. It occurs in the North branch of the anticline of Lomero-Poyatos which axis is E-W.

From footwall to hanging-wall, the materials are: Lower volcanism: tuffs, lavas (dacites), and fine ash tuffs. The «Serie de Transición» are coarsed ash tuffs, ash tuffs and tuffitic shales. At the bottom of the «Serie de Transición» is located the orebody. The upper volcanism consists mainly of ash tuffs.

There is an abundance of chlorite and moscovite with rhythmic layering as footwall as hanging-wall. The chlorites have a composition ranging from pycnoclorite, to clinocllore and ripidolite and sheridanite.

The massive sulphides are formed by two lenses.

The paragenesis is, mainly pyrite, and tennantite, galena, sphalerite, chalcopryrite, arsenopyrite, hematites, barite, gold and electrum in minor proportions.

The deposit is neither well-defined vertically nor lateral zonation.

The character of mineralization is more distal than proximal.

SITUACION

El yacimiento Lomero-Poyatos está al norte de la provincia de Huelva, en el cuadrante NE de la Hoja topográfica a escala 1:50.000 número 937 (El Cerro de Andévalo), dentro de los términos municipales de El Cerro de Andévalo y Cortegana (fig. 1).

(*) Este trabajo forma parte del «Estudio Geológico Minero del yacimiento Lomero-Poyatos», realizado por Américo Santos Bonaño y Casilda Ruiz García para el IGME. Corresponde a la parte del estudio de rocas y mineralización, ampliados en parte.

(**) Instituto Geológico y Minero de España

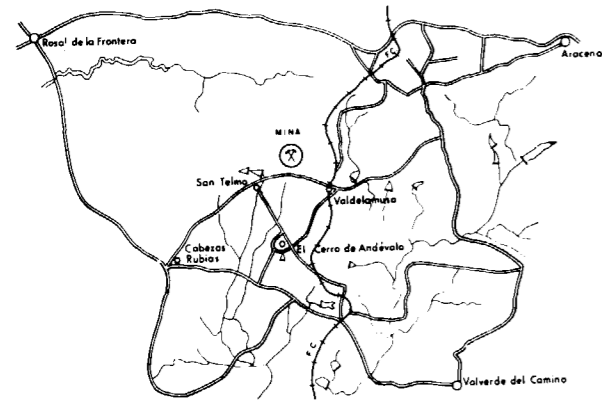
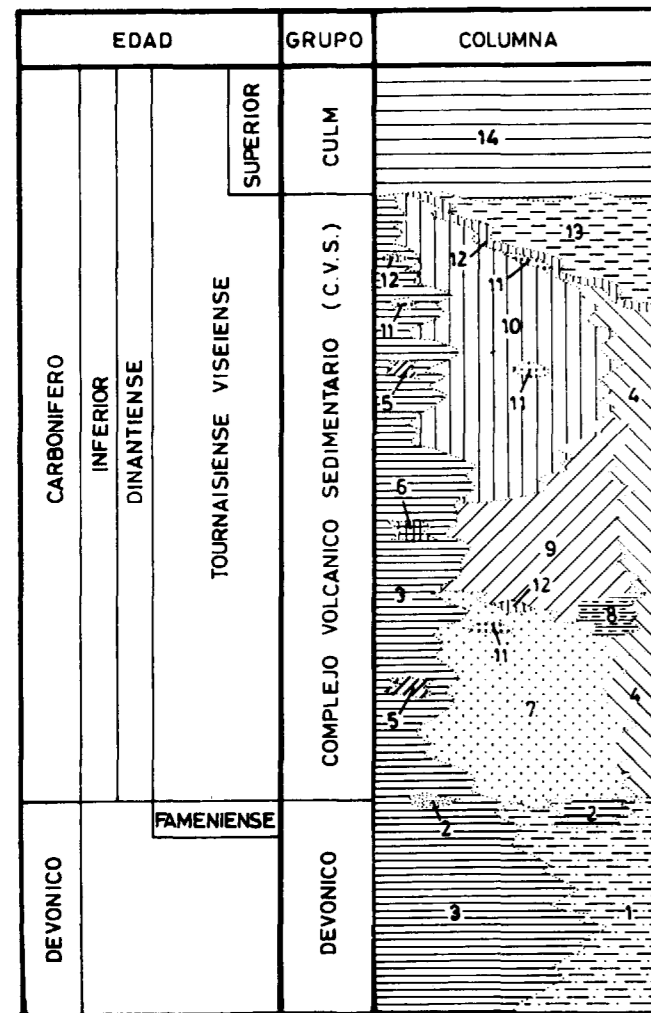


Figura 1.—Plano de situación.

Según la clasificación tradicional del macizo Hespérico (LOTZE, 1945) corresponde al dominio septentrional de la zona sudportuguesa, y concretamente a la Faja Pirítica Hispano-Portuguesa formada por materiales devónico-carboníferos.

ENCUADRE GEOLOGICO

El yacimiento Lomero-Poyatos, estratigráficamente está dentro del Complejo Volcánico Sedimentario (C.V.S.) (fig. 2), donde se presentan las mineralizaciones de sulfuros complejos de la Faja Pirítica. Este depósito está situado en la zona septentrional de dicha Faja Pirítica.



LITOLOGIA

- 14 Pizarras y grauvacas con Posidonomyas, Goniatites y Archaeocalamites.
- 13 Lavas, aglomerados, brechas, tobas y tufitas ácidas e intermedias (a veces básicas) (V₃).
- 12 Pizarras y tufitas violetas «Pizarras moradas».
- 11 Jaspes.
- 10 Tobas finas, tufitas y pizarras. Lavas, aglomerados, brechas y tobas de composición ácida y localmente intermedias, con jaspes y lentejones calcáreos (V₂).
- 9 Lavas, tobas, brechas y aglomerados de composición básica. Localmente tobas verde-violetas o abigarradas (Vb).
- 8 Pizarras, cuarcitas y areniscas con nódulos finos y niveles de óxidos de hierro y manganeso.
- 7 Brechas, aglomerados, tobas y tufitas de composición ácida, ácida-intermedia y localmente básicas (V₁).
- 6 Lentejones de lavas y tobas básicas.
- 5 Lavas, tobas y tufitas ácidas e intermedias.
- 4 Pizarras, tobas y tufitas con lentejones de jaspes.
- 3 Pizarras, cuarcitas, cuarzovacas y grauvacas con interestratificaciones locales de volcanitas, pizarras moradas y jaspes. Nódulos esporádicos de hierro y manganeso.
- 2 Pizarras con nódulos y lentejones calcáreos.
- 1 Pizarras y cuarcitas.

Figura 2.—Esquema litoestratigráfico de la zona Sudportuguesa.

Los materiales están afectados por la Orogenia Hercínica.

El yacimiento se localiza en el anticlinal Lomero-Poyatos, de eje E-O, correspondiente a la primera fase de plegamiento, que es coincidente con la segunda.

La tercera fase de plegamiento es aproximadamente normal a las anteriores.

Dentro del anticlinal, se sitúa en el flanco norte, con buzamiento entre 20° y 50° al N.

ESTUDIO DE LAS ROCAS ENCAJANTES

En la mina Lomero-Poyatos se ha establecido la serie litoestratigráfica correspondiente a la figura 3.

Las denominaciones de los diferentes tramos se han dado en parte por su aspecto mesoscópico, aunque no corresponda exactamente a su clasificación propiamente dicha, como se va a ver.

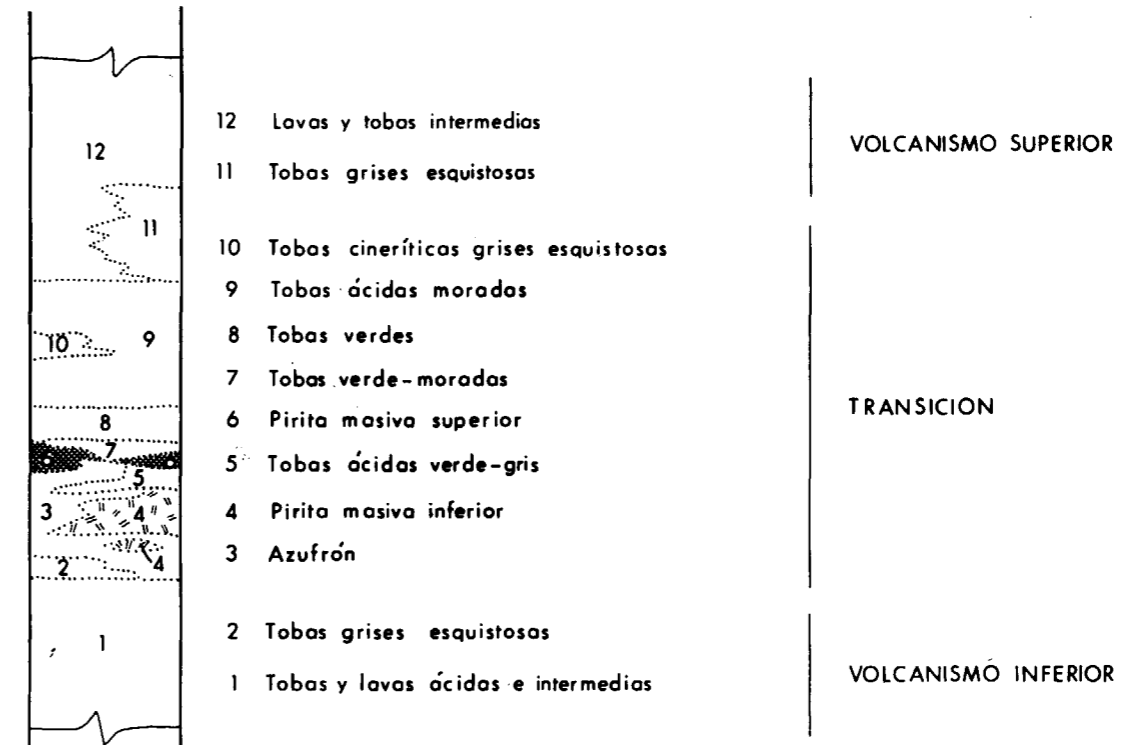


Figura 3.—Esquema litoestratigráfico de la Mina

Asimismo, una sola denominación puede englobar varios tipos de rocas.

De muro a techo aparecen las siguientes rocas:

VOLCANISMO INFERIOR O INICIAL

Tobas y lavas inferiores

Tobas

Presentan color gris verdoso. Corresponden a tobas cristalinas de composición dacítica. La textura es porfidoclástica esquistosa, marcada tanto por la disposición de la matriz como de los porfidoclastos. La matriz es microcristalina de composición dacítica, en algunos puntos con cuarzo y sericita; se reconoce su procedencia a partir de vidrio desvitrificado y en algunos niveles es cinerítica.

Los porfidoclastos no sobrepasan los 2 mm, de diámetro medio como máximo, excepcionalmente pueden llegar a él; se pueden encuadrar, por tanto, dentro de las tobas cineríticas gruesas



Foto 1.—Porfidoclastos de plagioclasa y cuarzo en tobas cineríticas inferiores (luz transmitida, $\times 36$, N X).

(I. U. G. S., 1981), a lo que nosotros preferimos denominar simplifícadamente tobas.

Los fenoclastos son de plagioclasa y cuarzo, más abundantes los primeros y de mayor tamaño los segundos. Los fenoclastos de plagioclasa son idiomorfos, maclados y preferentemente frescos, aunque los hay parcialmente transformados a epidota y puntualmente a prehnita. Los fenoclastos de cuarzo a veces tienen golfos de corrosión. Tanto los fenoclastos de cuarzo como los de plagioclasa muestran tectonización con doblamiento de maclas de plagioclasa, láminas de Böehm en el cuarzo, extinción ondulante, fracturas (con frecuencia rellenas de calcita o clorita), etcétera (foto 1).

Estas rocas presentan niveles sericíticos según el bandeo y otros de cuarzo microcristalino.

Es frecuente que estos niveles alternen con otros ricos en clorita. Esta disposición rítmica no parece que sea de origen metamórfico.

Los minerales accesorios son: sulfuros, esfena, apatito, circón y rutilo por este orden. Puntualmente mineral de epidota, calcita y materia orgánica.

Los sulfuros, finamente diseminados, normalmente se distribuyen con una cierta orientación según el bandeo, más acusada en los niveles fílicos, aunque no de una forma continua, sino más bien rítmica y polarizada. Corresponden a pirita y, en cantidad, más accesoria todavía, a calcopirita, esfalerita, galena, cobre gris y arsenopirita. Los cristales de pirita varían desde 0,015 milímetros a 0,3 mm. de diámetro, son idiomorfos con caras generalmente no simétricas res-



Foto 2.—Fenocristales de plagioclasa y cuarzo en lava dacítica inferior (luz transmitida, $\times 36$, N X).

pecto a la esquistosidad; muestran colas de presión asimétricas de cuarzo plumoso, cuyo eje de fibra es paralelo a la esquistosidad. Parece deducirse, pues, que la piritita sería pre-tectónica; la cola, silíceo sintectónica.

Lavas

Son rocas de color gris. Corresponden a dacitas. Tienen textura porfídica con matriz microcristalina.

Los fenocristales son abundantes, foto 2; corresponden a plagioclasa, cuarzo y ferromagnésico cloritizado. Los fenocristales de plagioclasa An 38, a veces albitizada, en proporción mucho menor que los de cuarzo, son euhedrales prácticamente inalterados, salvo de forma incipiente a sericita y sausruta y en algún punto a mineral de epidota, prehnita o carbonato que pone de manifiesto el zonado.

La matriz es microcristalina de plagioclasa y cuarzo.

Minerales accesorios son: esfena, opacos, circón y apatito por este orden de abundancia.

Estas lavas presentan una cloritización manifiesta en algunas zonas y silicificación puntual poco desarrollada.

Tobas esquistosas inferiores

Tienen color gris y son concordantes con las inmediatamente inferiores.

Son rocas ácidas que corresponden a cineritas tobáceas cristalinas, basándonos para esta denominación en que gran parte de los porfidoclastos tienen sus tamaños inferiores a 1/16 mm., por lo que las clasificamos como tobas cineríticas finas (I. U. G. S., 1981), a lo que hemos denominado simplícidamente cinerita; pero como una pequeña parte de los porfidoclastos sobrepasan los 1/16 mm., la clasificación completa quedaría como cinerita tobácea, teniendo en cuenta lo ya acordado de denominar toba a las tobas cineríticas gruesas.

Presentan textura esquistosa y están compuestas principalmente por sericita, cuarzo, clorita y sulfuros. Los minerales fílicos que marcan la esquistosidad se disponen de forma rítmica alter-

nante, siendo la sericita mucho más abundante que la clorita; también hay algunos niveles intercalados de cuarzo microcristalino.

Los porfidoclastos son de cuarzo, muchos de ellos claramente de origen volcánico; respecto a su tamaño nos remitimos a lo ya dicho para la clasificación; los de mayor diámetro suelen presentar sombras de presión.

Minerales accesorios son circón y apatito; calcita según zonas.

Los sulfuros aparecen en cristales idiomorfos diseminados, con diámetro medio de 0,075 mm. Son más abundantes que en las tobas inferiores. Se localizan en niveles discontinuos paralelos a la esquistosidad. Estos niveles alternan con los niveles fílicos de una forma rítmica. Su distribución es polarizada, aumentando progresivamente hacia el techo, lo que excluirá un origen metamórfico.

Los cristales de sulfuros, al igual que ocurría en las tobas inferiores, presentan frecuentemente colas de presión de cuarzo plumoso con eje de fibra paralelo a la esquistosidad, con la diferencia de que en estas rocas al ser los cristales de sulfuros más abundantes se enlazan las colas de presión de unos cristales con las de otros.

La potencia media de estas tobas esquistosas es de 5 m.

SERIE DE TRANSICION

Azufrón

Se denomina así a las zonas de piritita diseminada en las tobas, así como a los lechos de piritita masiva intercalados en dichas tobas que no alcanzan a las leyes mínimas explotables.

La piritita diseminada aparece en cineritas tobáceas ácidas. Estas cineritas tienen disposición bandeada, incluyendo niveles alternantes de piritita idiomorfa con frecuentes colas de presión, asociada a lechos cloríticos con cuarzo, en los que la clorita aparece en láminas bien desarrolladas (foto 3).

Las láminas de clorita son de color verde muy pálido, casi incoloro, en la posición de mayor absorción y claramente incolora en la posición de

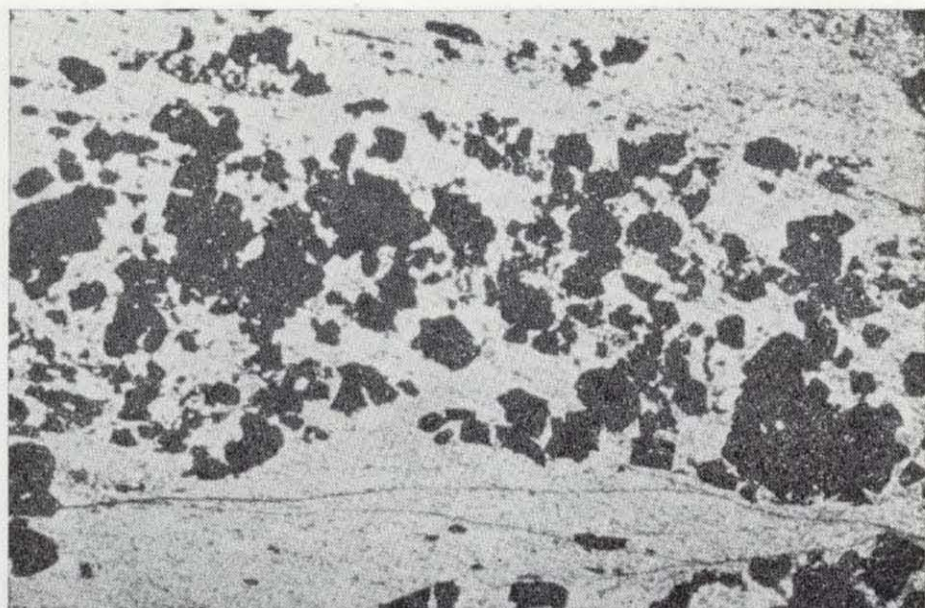


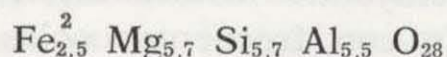
Foto 3.—Niveles de pirita diseminada en azufrón.
(Luz transmitida, ×36, N II).

menor absorción. Se han realizado tres análisis de la misma en una microsonda electrónica ARL SEMQ con 15 Kv. y 25 nA. (*), cuyos resultados son:

FeO	14,341	14,851	14,605
MnO	0,364	0,361	0,395
Cr ₂ O ₃	0,060	0,106	0,019
SiO ₂	28,438	28,498	28,555
Al ₂ O ₃	23,434	24,231	24,160
ZnO	0,139	0,054	0,048
NiO	0,026	0,105	0,036
TiO ₂	0,052	0,059	0,027
CaO	0,071	0,039	0,034
K ₂ O	0,255	0,076	0,056
Na ₂ O	0,041	0,025	0,006
MgO	19,121	19,619	19,413
Total	86,344	88,025	87,413

En estos análisis no se contabiliza el agua.

A partir de la media de estos análisis se ha calculado la fórmula sobre la base de 28 oxígenos equivalentes, no considerando el H₂O⁺, según DEER, HOWIE y ZUSSMAN (1962). La fórmula resultante es:



que proyectada en el diagrama de HEY (fig. 4) se sitúa en el punto 1, que corresponde a una com-

(*) Análisis realizados en el Laboratorio de Microsonda de la Facultad de Ciencias Físicas de Lausana (Suiza) por el Dr. Fernández González, del IGME.

posición entre pycnoclorita, ripidolita, clinocloro y sheridanita.

Estas cineritas tienen una pasta microcristalina de sericita, cuarzo y clorita sobre la que se disponen finos fenoclastos de origen volcánico con frecuentes sombras de presión. Minerales accesorios son apatito, circón, rutilo y prehnita.

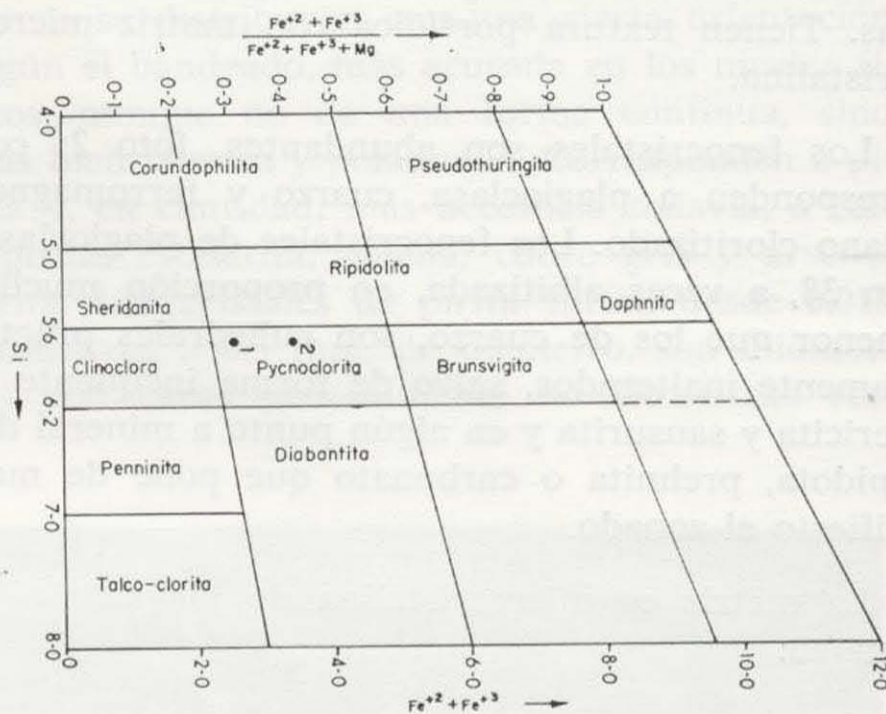


Figura 4.—Diagrama de Hey.

1. Composición media de las cloritas en azufrón.
2. Composición media de las cloritas en rocas sin sulfuros.

La pirita, al igual que ocurría en las tobas inmediatas inferiores, muestra abundantes colas de presión de cuarzo que aquí, al aumentar la proporción de pirita, todavía acusan más el proceso de unión de las colas de unos cristales de pirita con los adyacentes.

Cuando la pirita no está en tan estrecha relación con rocas piroclásticas, aparece en niveles sericíticos cuarzosos con abundante cuarzo plumoso en colas de presión de la pirita.

Minerales metálicos asociados a la pirita, pero en proporción muy accesorio y posteriores a ella, son arsenopirita, cobre gris, galena y calcopirita por este orden de deposición. La potencia media de azufrón es de 50 m.

Pirita masiva inferior

Se presenta en lechos de 10 m. de potencia y longitud superior a 100 m. (ver estudio de la mineralización).

Tobas ácidas verde-grises

Localizadas a techo de la pirita masiva inferior con potencia de 1 a 5 m. y superior en la zona Poyatos.

Son tobas cineríticas gruesas (I. U. G. S., 1981), ya que el diámetro medio de los porfidoclastos no sobrepasa los 2 mm., a lo que hemos acordado denominar como toba. Son, por tanto, tobas cristalinas de composición ácida.

Su textura es esquistosa. La pasta está compuesta por clorita, serícita y cuarzo microcristalino y en menor cantidad plagioclasa; opacos pulverulentos, rutilo y calcita son accesorios.

Los minerales filicos se disponen según la esquistosidad. Hay un bandeado alternante formado por niveles con predominio cuarzo-clorítico con otros con predominio cuarzo-sericítico.

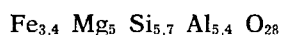
Al estar localizadas estas rocas a techo de la masa pirítica inferior y a muro de la masa pirítica superior hemos considerado importante conocer la naturaleza de la clorita.

La clorita aparece en cristales tabulares de color verde en la posición de mayor absorción a incoloro prácticamente en la posición de menor absorción. Los resultados de los tres análisis que se han efectuado por microsonda electrónica son los siguientes:

FeO	18,739	19,363	19,500
MnO	0,571	0,466	0,528
Cr ₂ O ₃	0,000	0,000	0,023
SiO ₂	27,287	27,197	27,887
Al ₂ O ₃	21,081	21,631	22,011
ZnO	0,076	0,110	0,128
NiO	0,039	0,040	0,141
TiO ₂	0,004	0,058	0,077
CaO	0,158	0,145	0,192
K ₂ O	0,125	0,079	0,109
Na ₂ O	0,040	0,053	0,054
MgO	15,992	16,474	16,346
Total	84,113	85,615	86,997

En estos análisis no se contabiliza el agua.

De la media de los tres análisis y de la misma forma, ya explicada, la fórmula resultante en este caso es:



que proyectada en el diagrama de la figura 4 se

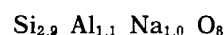
sitúa en el punto 2, que corresponde a una composición entre pycnoclorita y ripidolita.

Los porfidoclastos son de plagioclasa y cuarzo, muchos de ellos claramente de origen volcánico, correspondiendo, por regla general, los de mayor tamaño a plagioclasa.

Se han analizado por microsonda electrónica varios cristales de plagioclasa de estas rocas y el resultado medio de los mismos es el siguiente:

FeO	0,090
MnO	0,007
Cr ₂ O ₃	0,013
SiO ₂	67,195
Al ₂ O ₃	20,830
ZnO	0,014
NiO	0,006
TiO ₂	0,025
CaO	0,654
K ₂ O	0,059
Na ₂ O	11,826
MgO	0,008
Total	100,727

A partir del cual hemos obtenido la fórmula siguiente:



que corresponde a una albita pura.

Se presenta esta plagioclasa en cristales idiomorfos maclados, según CARLSBAD, y albita, y prácticamente inalterada, extinción ondulante; con cierta frecuencia aparece en agregados de forma lenticular, cuyo eje es paralelo a la esquistosidad con sombras de presión cuarzo-filíticas enlazadas.

No presentan metalización diseminada, pero sí una diseminación de minerales titanados.

Pirita masiva superior

Forma un nivel continuo y es concordante con las tobas ácidas verde-gris infrayacentes o con los azufrones (ver estudio de la mineralización).

Tobas verde moradas

Están a techo de la pirita masiva superior y concordantes con ella; presentan lentejones de pirita masiva y de jaspes hematíticos.

Corresponden a tobas cineríticas (en el límite entre toba cinerítica gruesa y fina), cineritas y pizarras tufíticas.

Tienen textura esquistosa coincidente con el bandeo marcado por los componentes filicos, que son muy abundantes: clorita y sericita-moscovita, en lechos alternantes. Asimismo, el bandeo también lo marcan las variaciones cuantitativas e incluso de tamaño de los porfidoclastos.

Los porfidoclastos son esencialmente de cuarzo elongado según la esquistosidad, con fuerte extinción ondulatoria y sombras de presión. Componentes accesorios son minerales metálicos, apatito, rutilo y biotita.

Hay finas fracturas oblicuas a la esquistosidad, en las que se depositó primero clorita y posteriormente en la zona central calcita en mosaico.

En estas rocas no es fácil distinguir si la fracción fina corresponde a cenizas volcánicas o a un sedimento pelítico; dada la esquistosidad que presentan y la abundancia de materiales filicos (moscovita y clorita) no se puede excluir, en parte, una fuente sedimentaria.

Sus potencias están comprendidas entre 0,5 y 2 m.

Tobas verdes

A techo de las tobas verdes moradas o en cambio de facies con ellas, aparecen estas tobas verdes grisáceas con menos lentejones piríticos que aquéllas y sin jaspes hematíticos.

Se diferencian, además, por la presencia de porfidoclastos de plagioclasa.

Tobas ácidas moradas

Son tobas ácidas cristalinas. La pasta está formada por la alternancia de niveles predominantemente cloríticos, sericíticos o de cuarzo microcristalino, con mayor o menor cantidad de cristales de plagioclasa. Minerales accesorios son: opacos, esfena, material carbonoso, apatito, rutilo y mineral de epidota.

Los porfidoclastos no suelen rebasar los 1,3 milímetros de diámetro, por lo que correspondería a una toba cinerítica gruesa, es decir, a lo que hemos denominado toba.

Los porfidoclastos son de cuarzo y plagioclasa, en proporciones similares y bastante abundantes; ocasionalmente aparecen fragmentos de roca pelítica.

Los porfidoclastos pueden estar formados por un solo cristal o por un mosaico de plagioclasa y/o cuarzo.

Los porfidoclastos de plagioclasa son albiticos, idiomorfos y maclados; aparecen frescos o algo transformados a prehnita; se disponen siguiendo la dirección de la esquistosidad en $\pm 30^\circ$.

Los porfidoclastos de cuarzo tienen golfos de corrosión.

Los porfidoclastos muestran sombras de presión principalmente de clorita.

Existen bandas de calcita en mosaico, así como de material carbonoso pulverulento, más o menos congruentes con la esquistosidad; hay removilizaciones de calcita, a veces con cuarzo asociado, en fracturas perpendiculares a la esquistosidad.

Estas rocas en algunas zonas son claramente piroclásticas, pero en otras parecen epiclásticas, componente que aunque no se puede descartar, no creemos esté en cantidad suficiente para considerarlas tufitas.

Tienen una potencia de 10 m.

Tobas cineríticas grises esquistosas

Se presentan interestratificadas con las tobas ácidas moradas. Corresponden a cineritas con algunos porfidoclastos de cuarzo.

La textura es esquistosa, plegada por la segunda fase, bandeada, con alternancia de lechos silíceos (predominantemente cuarzo microcristalino), con otros ricos en sericita-moscovita. Ocasionalmente hay alguna banda rica en calcita recristalizada. Minerales accesorios son apatito y circón.

Los porfidoclastos de cuarzo presentan golfos de corrosión, así como sombras de presión; acusan la fuerte tectonización, mostrando extinción ondulante intensa y fracturas que están rellenas por material removilizado, principalmente calcita.

Hay bandas alternantes donde se concentran cristales de pirita idiomorfos de tamaño alrede-

dor de 0,18 mm. Generalmente tienen colas de presión de cuarzo simples que suelen ser rectas y en ocasiones curvas.

Estas rocas tienen una potencia máxima de 10 m.

VOLCANISMO SUPERIOR

Tobas grises esquistosas superiores

Están formadas esencialmente por minerales filicos (clorita y sericita) y en mucha menor proporción por cuarzo microcristalino, constituyendo todo una matriz esquistosa alternante sobre la que se disponen porfidoclastos de cuarzo volcánicos con golfos de corrosión.

Las bandas filicas acusan una esquistosidad que crenula a la principal.

Sobre la pasta cinerítica, que constituye el mayor volumen de estas rocas, se disponen cristales idiomorfos de pirita con colas de presión de cuarzo.

Entre los lechos filicos hay calcita microcristalina.

Hay algunos finos niveles que parecen epiclásticos, pero pensamos que, en conjunto, no tendrán importancia en cuanto a su cantidad.

La potencia de estas tobas grises es de 1 a 5 m.

Tobas y lavas superiores

Corresponden a tobas y lavas de color verde y gris. Su composición varía de intermedia a ácida.

A techo del segundo episodio volcánico hay pizarras, tobas finas y tufitas que afloran en la zona meridional de las concesiones Lomero-Poyatos.

Resumen estudio de las cloritas

Hemos visto que la clorita que aparece en las zonas de mineralización (azufrón) es menos ferrífera que la de los niveles no mineralizados entre pirita masiva superior e inferior, lo cual corresponde con los caracteres ópticos, es decir, con el color, que es más verde cuanto más hierro tiene.

Estas determinaciones de las cloritas están muy próximas a las que dan SOLER, E. (1974); WILLIAMS, D. et al (1973) y ROUTHIER, M. P., AGE et al (1981) para la Faja Pirítica, que las identifican como ripidolitas.

Estas cloritas son propias de la facies de los esquistos verdes, que es la facies metamórfica correspondiente a las rocas estudiadas y la misma de las provincias de Japón y Canadá.

ESTUDIO DE LA MINERALIZACION

Ya hemos visto que la mineralización está a techo del volcanismo inicial en los niveles basales de la serie de transición.

La mineralización explotable tiene forma lentejonar, en dos masas, como ya se ha dicho. La masa inferior, «Poyatos» (a Poniente), se localiza entre azufrones o bien entre tobas grises esquistosas, a muro, y tobas ácidas verde gris, a techo.

La masa superior, «Lomero» (a Levante), está entre azufrón o tobas ácidas verde gris, a muro, y tobas verdes moradas o tobas verdes, a techo.

Hay una fracturación transversal sincrónica con la tercera fase y otra fracturación longitudinal de dirección coincidente con primera y segunda fase de plegamiento.

Componentes minerales de la mineralización

En la mineralización han sido reconocidas las siguientes especies minerales:

Pirita:

Aparece en dos tipos principales: pirita diseminada y pirita masiva.

La pirita diseminada se presenta en cristales idiomorfos y está presente sobre todo en los azufrones. Se localiza principalmente siguiendo un bandeo que coincide con S₁.

La pirita masiva se presenta desde pirita en mosaico cristalino a cristales idiomorfos o subidiomorfos, entre cuyos finos intersticios aparecen otros sulfuros o ganga. Esta pirita se hace a veces brechoide. Se ha visto pirita deformada y recristalizada orientadamente. Hay cristales de

pirita con la zona central idiomorfa rodeada de un anillo de crecimiento posterior recristalizado, incluso a veces dos anillos concéntricos. Estos anillos ocasionalmente pueden marcarse por una fina película de cobre gris.

La pirita masiva también puede presentarse como pirita de textura colomorfa (menos frecuente que el tipo anterior), textura que se hace en ocasiones patente al estar marcada por otros sulfuros. Se han reconocido, en estas zonas, framboides de pirita, que destacan sobre todo cuando están marcados por un punteado de galena y/o tetraedrita.

Algunas veces se ha visto pirrotina en pequeños cristales incluidos en pirita. Dado que aparece en cantidades tan ínfimas y, sobre todo, que nunca se ha reconocido siguiendo direcciones de cruce de pirrotina, no creemos que, en nuestro caso, la pirita procediera de la pirrotina, como algunos autores creen posible para otras minas de la Faja Pirítica, HOFSTETTER, J. P. (1980).

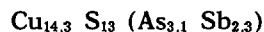
De la misma forma que pirrotina ha sido vista calcosina.

Se ha observado sedimentación gradada marcada por la pirita.

Tetraedrita-Tennantita:

En la Faja Pirítica la familia de los cobres grises está representada frecuentemente por términos próximos al extremo del Antimonio (tetraedrita, propiamente dicha) más que por los términos arsenicales. Esta mineralización no sigue la regla general, ya que los «tetraedritas» analizadas por microsonda corresponderían a tennantitas.

Los resultados de los análisis, en tanto por ciento, son los siguientes: Cu-38,4; As-12,0; Sb-14,5; S-21,6; Fe-3,0; Zn-5,6; Ag-0,6, a partir de los cuales resulta la fórmula:



Al igual que todos los componentes de la mineralización, a excepción, lógicamente, de la pirita, su proporción en la misma es baja. Se presenta en finos lechos bandeados continuos (a veces con galena asociada) o en fina diseminación. Cuando los lechos son lo suficientemente gruesos aparecen cristales idiomorfos de pirita sobre la tennantita, dispuestos con un cierto bandeo. Otra for-

ma de presentarse es en cristales intersticiales que rodean a los de pirita (foto 4), y en este caso también puede ir asociada a galena. Presenta algo de removilización.

Galena:

Se presenta generalmente rodeando a la pirita de forma intersticial. También puede aparecer en cristales sobre la pirita o finamente diseminada sobre ella.

Esfalerita:

Presenta pocas reflexiones internas.

Aparece bandeada o en masas irregulares sobre las que se disponen cristales idiomorfos de pirita. Localmente puede estar algo removilizada.

Calcopirita:

Muy poco abundante, aunque se ha encontrado tanto en las zonas masivas como en los azufrenes. Es el sulfuro que primero se removiliza, aunque no mucho, reconcentrándose siguiendo direcciones S_3 de microfacturas.

Arsenopirita:

Poco abundante, siempre en cristales rómbicos característicos. Algunas veces asociada a galena y «tetraedrita».

Hematites:

Se presenta en cristales tabulares dispuestos en finas bandas en la pirita masiva o bien intersticialmente entre los cristales de pirita.

Ha sufrido un proceso de magnetización (foto 5) bastante desarrollado, pudiéndose llegar a originar bellos cristales de magnetita pseudomórficos de hematites. Este proceso, cuando no aparece en relación con el metamorfismo de contacto, es difícil de explicar (RAMDORF, P., 1980).

Baritina:

ROUTHIER, M. P., AYE, F., et al (1980) en su completísimo trabajo sobre la Faja Pirítica afirman que en la mina Lomero-Poyatos no hay baritina; nosotros, sin embargo, la hemos encontrado, aunque bien es verdad que en muy pequeña cantidad, presentándose en cristales de tamaño muy reducido.

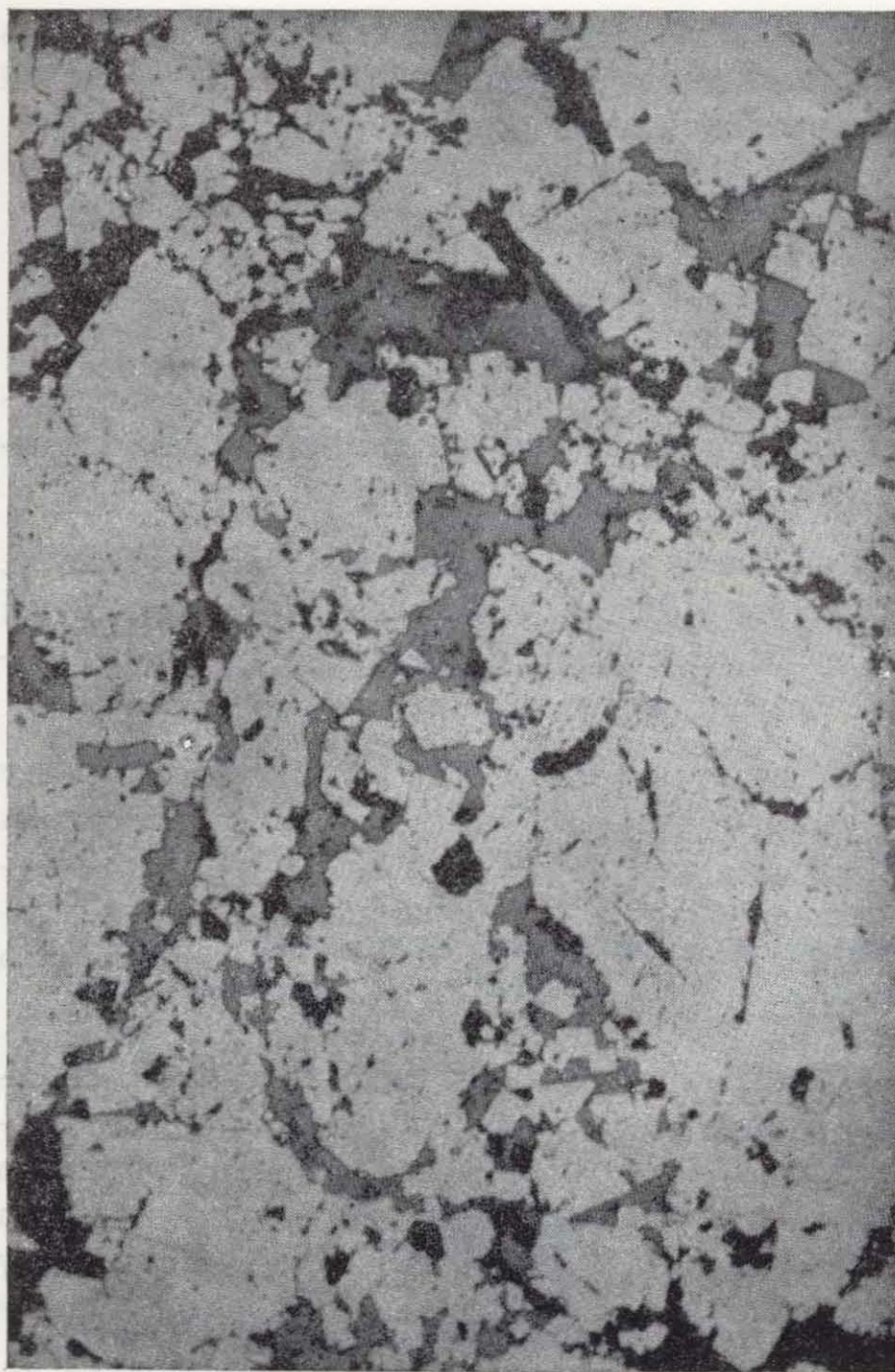


Foto 4.—Tennantita dispuesta de forma intersticial en pirita (luz reflejada, aceite, $\times 350$, N II).

Oro nativo:

Aparece en pequeñísimos granos, pero han sido varias las muestras donde se ha visto.

Electrum:

Al igual que el oro, en pequeñísimos granos. El análisis por microsonda es el siguiente: Ag-43,5; Au-33,89; Hg-22,74; Fe-0,32, que corresponde a un electrum con un poco de mercurio.

CARACTERES DE LA MINERALIZACION

Ya hemos visto que, en conjunto, la mineralización presenta un carácter bandeado. Este ca-

rácter se acusa más en tanto en cuanto menos masiva sea la mineralización; por ello, en las zonas de azufrón es muy patente (ver foto 4). Asimismo, los sulfuros diseminados aparecen en disposición tanto más bandeada cuanto mayor sea la cantidad de componentes filicos en el nivel donde se presenten.

El orden cronológico de deposición de los minerales en la mineralización, aunque prácticamente se pueden considerar simultáneos, puede establecerse así: Pirita colomorfa - Pirita cristalina - Arsenopirita - Esfalerita - Tennantita - Galena - Calcopirita.

La ganga se puede considerar prácticamente inexistente en las zonas masivas, donde la pirita forma una masa compacta; pero en las zonas



Foto 5.—Cristales de hematites en proceso de magnetización (luz reflejada, aceite, $\times 350$, N II).

donde esto no es así la ganga está formada por clorita, moscovita, cuarzo e incluso algo de calcita en zonas intersticiales.

Cuarzo y calcita se remobilizan algo, avanzando más la remobilización en la segunda que en el primero.

A partir de las probetas pulidas estudiadas, y sobre todo a partir de los análisis químicos de los principales elementos metálicos de esta metalización que aparecen en el trabajo realizado por el IGME en 1981 sobre el aprovechamiento de las piritas de esta mina, se puede llegar a las siguientes conclusiones sobre la zonación:

La mineralización no presenta una zonación vertical definida; no obstante, parece que en la zona de Poniente hay un enriquecimiento a muro del Cu (que coincidiría con la disposición clásica para este tipo de depósitos), aunque no de una forma muy constante. En cuanto a otros elementos como Pb, Zn, Au y Ag no se reconoce una zonación vertical. Respecto a la correlación entre Cu y Ag tal y como la observan STOW, S. H., y TULL, J. F. (1982), para los depósitos de Alabama, parece reconocerse una cierta correlación en «Lomero», aunque no así en «Poyatos».

No se reconoce zonación lateral propiamente, aunque hay que advertir una especial concentración de Pb y Zn en la zona oriental, como ya citaba PINEDO VARA, I. (1963).

Respecto a la proximalidad o distalidad de este depósito, RAMBAUD, F. (1978), habla de una erupción fisural N-60-70-O, localizando el foco al este de S. Telmo, por lo que al yacimiento de Lomero-Poyatos lo clasifica como distal.

Del estudio que hemos realizado podemos pensar ciertamente más en una situación distal que proximal, dado que el depósito de Lomero-Poyatos es bandeado, con forma lentejonar-planar, pirita dominante y pirrotina prácticamente ausente, zonación metálica muy pobre, casi inexistente, y presencia de materiales volcánicos mezclados con sedimentarios, caracteres todos ellos, según LARGE, R. R. (1977), propios de depósitos distales. Asimismo, PLIMER, I. R. (1978), afirma que la pirita framboidal suele presentarse en los depósitos distales, y por último, el barrio, que aunque en pequeñísima cantidad, ha sido reconocido en forma de baritina en esta mineralización, se deposita hacia las zonas distales.

Por todo ello, la mineralización Lomero-Poyatos parece tener un carácter más hacia un tipo distal que proximal.

CONCLUSIONES

- El yacimiento de Lomero-Poyatos es singenético y presenta una mineralización estratomorfa volcánica de sulfuros masivos.
- Las rocas, tanto a muro de la mineralización, correspondientes al volcanismo inferior, como las de techo, son de composición ácida o intermedia, nunca básicas.
- Mientras que a muro de la mineralización hay lavas, tobas y cineritas, a techo la serie es piroclástica y a veces, incluso, los componentes epiclásticos (principalmente sedimentos pelíticos) pueden estar presentes haciéndola algo tufítica.
- Tanto las rocas de la serie a muro de la mineralización, como a techo, son ricas en componentes filicos (clorita y sericita) y presentan un bandeo alternante de los mismos, con predominio sericítico en la serie de muro y clorítico en la de techo.
- Las cloritas asociadas a la mineralización disseminada (azufrón) tienen una composición entre pycnoclorita, ripidolita, clinocloro y sheridanita; las cloritas de la roca sin sulfuros corresponden a pycnoclorita-ripidolita. Cloritas todas ellas propias de la facies de metamorfismo de los esquistos verdes, que es el que corresponde a las rocas encajantes.
- Las rocas, tanto de techo como de muro (no así las comprendidas entre las dos bandas mineralizadas, que están enriquecidas en minerales titanados), pueden presentar sulfuros disseminados que suelen ir asociados a un enriquecimiento silíceo. La disposición de estos sulfuros es tanto más bandeada cuanto mayor sea la cantidad de componentes filicos, y tanto más irregular cuanto más porfidoclastica sea.
- La mineralización tiene carácter bandeado, incluso en las zonas masivas, donde se puede marcar por las finas bandas de los otros sulfuros dispuestos sobre ella.
- El orden de deposición de la mineralización

dentro de la general simultaneidad sería: pirita colomorfa, pirita cristalina, arsenopirita, esfalerita, tennantita, galena, calcopirita.

- La zonación vertical es muy débil, apareciendo sólo un cierto enriquecimiento de Cu a muro en la zona oriental. En cuanto a Pb, Zn, Au, Ag no presentan zonación vertical. Parece reconocerse una cierta correlación entre Cu y Ag.
- La zonación lateral no existe propiamente, sólo una especial concentración de Pb y Zn en la zona oriental.
- La mineralización tiene un carácter más hacia un tipo distal que proximal, como lo prueban los siguientes datos: Mineralización bandeada, forma lentejonar planar de la misma, pirita dominante y pirrotina prácticamente ausente, presencia de pirita framboidal y colorme, pirita con sedimentación gradada, zonación metálica pobre, materiales volcánicos mezclados con sedimentarios y presencia de Ba en forma de baritina.

BIBLIOGRAFIA

- ALBOUY, L.; CONDE, L. N.; FOGLIERNI, F.; LECA, X., y MORIKIS, A.: *Le gisement de sulfures massifs polymétalliques de Neves-Corvo (Baixo Alentejo, Sud Portugal)*. Chroniq. de la recherche minière, núm. 460, pp. 5-27 (1981).
- ANDERSON, C. A.: *Massive sulphide deposits and volcanism*. Econ. Geol., vol. 64, núm. 2, pp. 129-146 (1969).
- BARD, J. P.: *Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie occidentale: sa place dans le segment hercynien sud-ibérique*. Thèse, Université de Montpellier, 398 pp. (1969).
- BERNARD, A. J., y SOLER, E.: *Aperçu sur la province pyriteuse sud-ibérique. Centenaire de la Société Géologique de Belgique. Gisements stratiformes et provinces cuprifères*. Liege, pp. 287-315 (1974).
- BERNARD, A. J., y SOLER, E.: *Problèmes géologiques et métallogéniques en province de Huelva - Espagne*. Mem. XXVI Congr. Geol. Inter. Paris, 54 pp. (1980).
- DEER, HOWIE and ZUSSMAN: *Rock forming minerals*, v. III, Longmans, 1962.
- GARCÍA PALÓMERO, F.: *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de las mineralizaciones del «Anticlinal de Riotinto»*. Acta Salmanticensia, Salamanca (1977).
- GARCÍA PALÓMERO, F.: *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del «Anticlinal de Riotinto»*. Inst. Est. Onubenses, Huelva, 262 pp. (1980).
- HOFSTETTER, J. P.: *L'amas sulfure a Cu-Pb-Zn d'Aznalcóllar (Seville), Espagne. Géologie, paléogéographie et métallogénie de l'extrémité sud-orientale de la ceinture Sud-Iberica*. Tesis doctoral (1980).
- HUTCHINSON, R. W.: *Volcanogenic sulphide deposits and their metallogenic significance*. Econ. Geol., vol. 68, núm. 8, pp. 1223-1246 (1973).
- I. G. M. E.: *Estudio del aprovechamiento de las piritas del yacimiento Lomero-Poyatos (Huelva)* (1981).
- I. U. G. S.: *Descriptive nomenclature and classification of Pyroclastic Deposits and Fragments*. Geol. Rundschau, vol. 70, núm. 2, pp. 794-799 (1981).
- KERSABIEC, A. M., y ROGER, G.: *Sur la distribution de quelques éléments en traces dans l'encaissant des amas pyriteux de la partie centrale de la province de Huelva (Espagne)*. Bull. du B. R. G. M. (2.ª serie). Sect. II, núm. 5, pp. 439-485 (1976).
- LARGE, R. R.: *Chemical Evolution and Zonation of Massive Sulfide Deposits in Volcanic Terrains*. Economic Geology, vol. 72, pp. 549-572 (1977).
- LECA, X.: *Cadre Géologique des mineralisations de Neves Corvo Baixo-Alentejo, Portugal*. Mémoire du B. R. G. M., núm. 121 (1983).
- LECOLLE, M.: *Les gisements sulfurés massifs de la Province de Huelva (Espagne); essai de typologie comparée avec d'autres amas liés au volcanisme*. Mém. h. sér. Soc. Geol. Fr., núm. 7, pp. 127-131 (1976).
- LECOLLE, M., y ROGER, G.: *Metamorphisme régional hercynien de «faible degré» dans la province pyrite-cuprifère de Huelva (Espagne). Conséquences pétrologiques*. Bull. Soc. Geol. France, t. XVIII, núm. 6, pp. 1687-1698 (1976).
- LECOLLE, M.; ROGER, G.; AYE, F., y MOLIÈRE, P.: *Amas sulfurés volcano-sédimentaires. La ceinture sud-ibérique a amas sulfurés dans sa partie espagnole médiane*. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 387 pp. (1977).
- PINEDO VARA, I.: *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa, Madrid (1963).
- PLIMER, I. R.: *Proximal and Distal Stratabound Ore Deposits*, Mineral Deposita 13, pp. 345-353 (1978).
- RAMBAUD PÉREZ, F.: *El sinclinal carbonífero de Riotinto y sus mineralizaciones asociadas*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., vol. 71, p. 229 (1969).
- RAMBAUD PÉREZ, F.: *Distribución de focos volcánicos y yacimientos en la banda piritica de Huelva*. Boletín Geológico y Minero, t. 89-III, pp. 223-233 (1978).
- RAMDOHR, P.: *The ore minerals and their intergrowths*, 2.ª edición. Pergamon Press (1980).
- ROUTHIER, M. P.; AYE, F. et al.: *Hétérogénéités et anisotropies de la distribution des gisements au sein d'une*

- province métallogénique: la ceinture pyriteuse sud-ibérique.* C. R. Acad. Sc. Paris, t. 282, pp. 5-8 (1976).
- ROUTHIER, M. P.; AYE, F. et alt.: *La ceinture sud-ibérique a amas sulfurés dans sa partie espagnole médiane.* Mem. BRGM, núm. 94, 265 pp. (1980).
- SANTOS BONAÑO, A., y CONTRERAS VÁZQUEZ, F.: *Memoria explicativa de la Hoja geológica 1:50.000 de El Cerro de Andévalo* (núm. 937), 2.ª serie. IGME (1982).
- SANTOS BONAÑO, A., y RUIZ GARCÍA, C.: *Estudio Geológico Minero del yacimiento Lomero-Poyatos (Valdelamusa, Huelva).* IGME (1983).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *The deposition of volcanics and pyrite in the Iberian Pyrite Belt.* Miner. Depos., vol. 5, pp. 273-279 (1970).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt.* Bol. Geol. Min. Madrid, vol. 82-84, pp. 239-268 (1971).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *Pumpellyite facies metamorphism in the Spanish Pyrite Belt,* *Pétrologic*, t. 1, número 1, pp. 71-86 (1975).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *Volcanism and Metallogenesis.* *Geologie en Mijnbouw*, vol. 55 (3-4), pp. 205-210, Rotterdam (1976).
- SILLITOE, R. H.: *Environments of formation of volcano-genic massive sulphide deposits.* *Econ. Geol.*, vol. 68, núm. 8, pp. 1321-1325 (1973).
- SOLER, E.: *Les chlorites liées aux mineralizations pyritocuprifères de la Province de Huelva (SW Espagne).* *Sci. Terre*, Nancy, XIX, núm. 2, pp. 181-189 (1974).
- SOLOMON, M.; WALSH, J. L., y GARCÍA PALOMERO, F.: *Formation of massive sulphide deposits at Riotinto, Spain.* *Inst. Mining and Metallurgy*, London, pp. 16-24 (1980).
- STOW, S. H., y TULL, J. F.: *Geology and Geochemistry of the Strata-Bound Sulfide Deposits of the Pyriton District, Alabama.* *Economic Geology*, vol. 77, pp. 322-334 (1982).
- STRAUSS, G. K., y MADEL, J.: *Geology of massive sulphide deposits in the Spanish-Portuguese pyrite-belt.* *Geol. Rundschau*, vol. 63, pp. 191-211, Stuttgart (1974).
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: *Geología, Metalogenia y Metodología de la Investigación de Sulfuros Polimetálicos del Suroeste de España.* 1.º Curso Rosso de Luna. Area II. IGME.
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F.: *Depósitos minerales de España.* *Temas Geológico Mineros.* I. G. M. E. (1978).
- WILLIAMS, D.; STANTON, R. L., y RAMBAUD, F.: *The Planes-S. Antonio pyritic deposit of Río Tinto, Spain: its nature, environment and genesis.* *Min. Metal*, pp. B-73, B-82 (1975).

Recibido: Septiembre 1983.