

## METALOGENIA DE LAS MINERALIZACIONES FILONIANAS Pb-Sb DE «LEONOR» Y «ARAGON» (ATECA, ZARAGOZA)

R. Benito García\*, A. Gutiérrez Maroto\*\* y J. Guijarro Galiano\*\*

### RESUMEN

En este trabajo se estudian los caracteres geológicos, geoquímicos y metalogénicos de algunas mineralizaciones Pb-Sb de la zona de Ateca (Zaragoza), en la Rama Occidental de la Cordillera Ibérica.

La paragénesis incluye heteromorfito, galena, esfalerita, bournonita y baritina, principalmente.

Los análisis geoquímicos de las rocas encajantes revelan la inexistencia de anomalías en elementos metalogénicos en las mismas.

Por último, podría establecerse la hipótesis de un origen hidrotermal de la mineralización relacionado con el magmatismo calcoalcalino de edad pérmica de la Cordillera Ibérica.

**Palabras clave:** *Metalogenia, sulfuros, sulfosales, Pb-Sb, Cordillera Ibérica.*

### ABSTRACT

The geological, geochemical and metallogenetic features of some Pb-Sb mineralizations, were studied in this paper. These ore deposits are located in the Ateca region (Zaragoza, Spain), in the west part of the Iberian Range.

The parageneses include mainly heteromorphite, galena, sphalerite, bournonite and baryte.

The geochemical analyses of the host rocks show the lack of anomalies of Pb, Zn, Cu and Ba.

The hypothesis of an hydrothermal origin could be established for these mineralizations in relation with the permian calc-alkaline magmatism of the Iberian Range.

**Key words:** *Metallogeny, sulphides, sulphosalts, Pb-Sb, Iberian Range.*

### Introducción

Las mineralizaciones de «Leonor» y «Aragón» se localizan en la Rama Occidental del Zócalo de la Cordillera Ibérica, dentro del área delimitada por Castejón de las Armas, Carenas y Valtorres, al sur de Ateca (Zaragoza), comprendida en la Hoja 437 (Ateca) del M.T.N. a escala 1:50.000.

Los indicios constan de pozos con escombreras en las que hay gran cantidad de sulfuros, que en el siglo pasado se explotaron para la obtención de antimonio y plomo. La mineralización se dispone en filones cortando la estratificación de las rocas encajantes (Benito, 1985).

En esta Rama de la Cordillera Ibérica existen mineralizaciones que se extienden desde la Alameda (Soria) hasta Pardos (Zaragoza) y que no presentan aparentemente relación genética alguna con manifestaciones magmáticas (Gutiérrez Maroto, 1979).

### Encuadre geológico regional

El área de trabajo se encuadra en las formaciones paleozoicas del Cámbrico-Ordovícico de la Rama Occidental de la Cordillera Ibérica, situándose las mineralizaciones en la formación Valconchán, dentro de la Serie Ibérica (fig. 1) (IGME, 1983).

Los materiales de esta formación, también denominada horizonte B<sub>1</sub> de las Cuarcitas de Barrera, son capas medianas a gruesas de cuarcitas y areniscas de grano fino con intercalaciones abundantes de capas limolíticas (Schmitz, 1971; Josopait, 1972).

La Serie Ibérica constituye un conjunto monoclinial con direcciones NW-SE y buzamientos hacia el SW. El plegamiento fundamental es hercínico, detectándose al menos dos fases (Riba y Ríos, 1960-62), con desarrollo de una esquistosidad de plano axial dominante y pliegues erguidos de dirección NW-SE vergentes hacia el NE.

\* Departamento de Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.). José Gutiérrez Abascal, 2. 28006-Madrid.

\*\* Departamento de Química Agrícola y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco. 28049-Madrid.

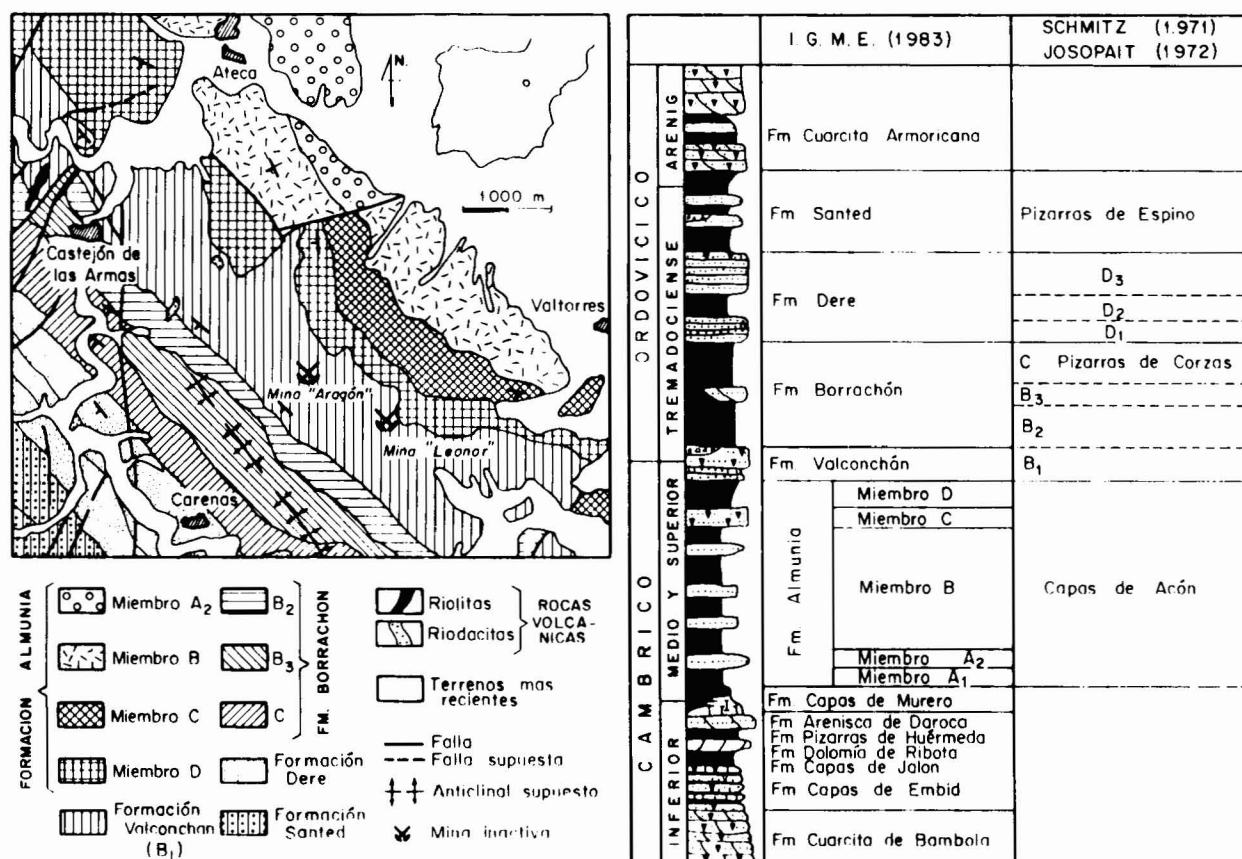


Fig. 1.—Esquema geológico y columna estratigráfica.

A finales del Carbonífero la tectónica tardihercínica se manifiesta con la formación de desgarres según fallas longitudinales (NW-SE) y transversales (NE-SW), siendo las últimas más numerosas pero menos importantes que las primeras (Desparmet, 1967; Desparmet, 1968).

A comienzos del Pérmico algunas fallas se mueven en régimen distensivo con formación de fallas normales de gran salto por reactivación de las anteriores (NW-SE, NE-SW dominantes y N-S y E-W), produciéndose por estas fracturas emisiones volcánicas de tipo intermedio-ácido.

En general, la Cordillera Ibérica se caracteriza por la ausencia de metamorfismo y por la falta casi total de una actividad magmática posthercínica (Julivert, Fontbote, Ribeiro y Conde, 1974). Las únicas rocas ígneas observadas en la zona son:

- Un nivel de tufitas hacia el techo de la formación Borrachón.
- Una capa volcano-sedimentaria masiva, interestratificada en las pizarras rojas del Tremadociense, en el barranco de Valderoque (entre Cuatro Mojones y Muela Grande), considerada como una colada de lodo que remueve elementos de cenizas volcánicas y de rocas ígneas (Desparmet, 1968).
- Pequeños afloramientos de rocas volcánicas posttectónicas de

edad pérmica: riolitas asociadas a fallas tardihercínicas de dirección NE-SW, al NW de Castejón de las Armas y riolitas, de carácter subvolcánico, en forma de diques que engloban bloques de la pizarra encajante, al SE, en los alrededores del Barranco de las Minas y en el curso alto del Valmayor (Josopait, 1972).

### El medio encajante

Los materiales encajantes de las mineralizaciones son cuarcitas, areniscas y pizarras procedentes de materiales depositados en una plataforma somera en ambiente intermareal, entre los que se reconocen varias secuencias negativas relacionadas con ascensos epirogenéticos de las áreas fuentes.

Las principales características paleogeográficas son: cambios laterales de facies bruscos, estructuras sedimentarias mostrando una dirección de transporte de sedimentos E-W e implicando un medio nerítico, alternancias de arenisca-pizarra y sucesiones de pizarras conteniendo niveles poco potentes de turbiditas (Schmitz, 1971) y estructuras de alfondo que han provocado biseles de condensación en otras zonas de esta Rama Sur (Gutiérrez Maroto, 1979).

La serie virtual local en los alrededores de las antiguas explotaciones, está formada por los siguientes tipos litológicos:

— 1. Cuarzitas: Roca masiva de textura cuarcítica-puzzolítica, con un 95% de cuarzo de 200-300  $\mu\text{m}$  y algunas pequeñas zonas con sericita intergranular.

— 2. Psammocuarzitas: Roca masiva de textura cuarcítica-reticulada, con un 80-85% de cuarzo subredondeado de 80-200  $\mu\text{m}$  y finas películas de sericita entre el cuarzo. A veces existen micas, óxidos-hidróxidos y opacos.

— 3. Psammitas: Roca masiva de textura reticulada, con un 70% de cuarzo de 60-110  $\mu\text{m}$ , minerales pesados (circón, turmalina), y micas, materia carbonosa y óxidos-hidróxidos marcando la estratificación.

— 4. Psammitas-Psammoilitas: Roca con estructura bandeada y textura reticulada con bandas pizarrosas empaquetadas. Contiene un 45-50% de cristales de cuarzo subangulosos y heterogéneos de 40-90  $\mu\text{m}$ . Las bandas empaquetadas tienen un 15-30% de cuarzo de 15-70  $\mu\text{m}$ . Algunas son rocas muy ferruginosas con un alto contenido en óxidos-hidróxidos, que se disponen en cordones junto a materia carbonosa y opacos.

— 5. Micropsammoilitas: Roca pizarrosa de textura empaquetada, con un 20-30% de cuarzo subredondeado y relativamente homogéneo de 20-40  $\mu\text{m}$ . Normalmente presentan estratificación marcada por el alineamiento de micas y resaltada por los óxidos-hidróxidos, la materia carbonosa y los opacos. Se pueden observar horizontes y zonas areniscosas.

— 6. Micropsammoilitas finas: Roca pizarrosa de textura empaquetada, con un 10% de cuarzo subredondeado y homogéneo de 15-20  $\mu\text{m}$ .

### Morfología de la mineralización

La mina «Aragón» consta de un pozo en el que se corta un filón de ganga cuarcítica que atraviesa oblicuamente los distintos horizontes estratigráficos. La orientación del filón es N 92° E, frente a N 164° E que es, aproximadamente, la orientación de la esquistosidad. Existen escombreras medias con gran cantidad de muestras minerales. En la mina «Leonor» hay dos pozos con escombreras débiles y mucho menos ricas en mineralización.

La mineralización se presenta en diversas estructuras:

— En filones lenticulares zonados simétricamente que arman en pizarras o areniscas. Dentro de éstos se distinguen varias zonas, colocándose desde la roca encajante hacia el centro:

a) Carbonatos escasos y óxidos-hidróxidos de hierro en capas muy finas (2 mm.).

b) Cuarzo oscuro debido a la presencia intergranular de mineralización y/o a la existencia de finas agujas de óxidos en agregados arborescentes.

c) Bandas de mineralización separadas por cuarzo lechoso. La anchura máxima de cada banda es de un centímetro, aproximadamente.

d) Masa central de baritina en contacto con la última zona mineralizada.

— En masas cuarcíticas que se dan como filones entre pizarras y cuyo interior presenta una estructura fluidal con franjas mineralizadas (1 mm.) que se sitúan en el contacto entre fenocristales y microcristales de cuarzo, preferentemente con el mineral intergranular entre los fenocristales. A veces separando ambas generaciones de cuarzo se halla una fina capa de carbonato.

— En brechas con clastos subangulosos de pizarras alteradas o areniscas verdosas y en cuya matriz interclastos se dispone la mineralización, separada por cuarzo de 3-4 mm. de textura «en peine» y que presenta contactos netos con los clastos. En esta morfología es donde suele aparecer también la baritina, englobando los clastos e incluyendo mineralización.

— En pizarras areniscosas de color verdoso que se presentan con vetas rellenas de cuarzo de recristalización y algo de mineralización.

### Mineralogía

La mineralogía general para toda la mineralización es la siguiente:

— Minerales primarios: heteromorfitas, galena, esfalerita, bournonita, calcopirita, piritas, ullmanita y tetraedrita.

— Minerales de alteración: óxidos de antimonio, covellina y óxidos de hierro.

— Minerales de la ganga: cuarzo, baritina y carbonatos.

**Heteromorfitas:** Es el mineral principal y aparece casi siempre aislada en bandas de agregados policristalinos (tipo mosaico) en los cuales algunos granos presentan maclas polisintéticas. En alguna muestra se ha podido observar en relación con galena, formando intercrecimientos o incluida en ella.

Se ha identificado por difracción de rayos X y por análisis de microscopio electrónico con EDAX; dando los siguientes resultados en porcentajes moleculares:

	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	PbS
1	38,35	61,65
2	37,19	62,81
3	36,59	63,41
4	36,24	63,76

coincidentes con los de la heteromorfitas Pb<sub>7</sub>Sb<sub>8</sub>S<sub>19</sub> (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>=36,36 y PbS=63,64), como puede verse en la figura 2 (Kostov y Stefanova, 1981).

En las bandas de heteromorfitas, asociados a fracturas que las atraviesan, existen algunos pequeños cristales algo más claros cuyo análisis (fig. 2, nº 5) es Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>=24,64 y PbS=75,36, aproximadamente como la boulangerita (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>=28,57 y PbS=71,43).

**Galena:** Se presenta como galena masiva con textura «en caries» y contactos netos con el cuarzo encajante. En las zonas de brechas se encuentra más diseminada, relleno de fisuras y recubriendo clastos pizarro-areniscosos. Puede encontrarse aislada o asociada con esfalerita, con bournonita o con heteromorfitas y calcopirita.

**Esfalerita:** Se presenta en granos alotriomorfos muy fracturados generalmente asociados a la galena, reemplazándola y/o englobándola. Se trata de una esfalerita pobre en hierro, de color claro, gran cantidad de reflexiones internas y poder de reflexión bajo (16,5-17,5%).

Pequeños cristales de esfalerita han podido verse en fracturas de la heteromorfitas, entre los óxidos de antimonio que han comenzado a formarse.

**Bournonita:** Se localiza intercrecida con la galena, caracterizándose por su anisotropía y su maclado «en

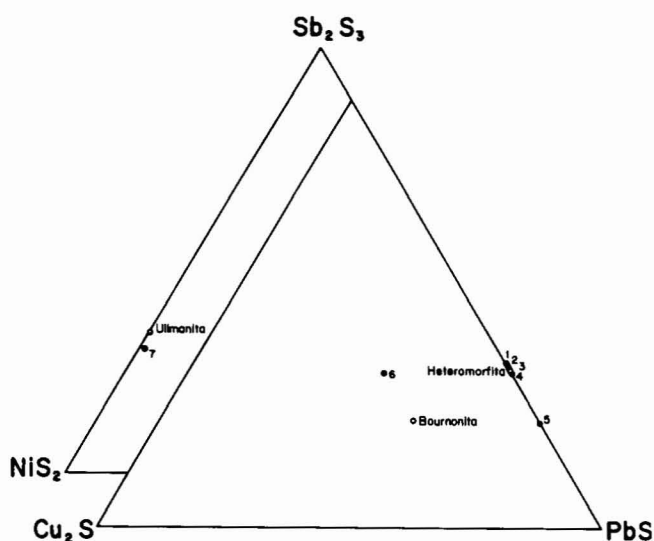


Fig. 2.—Representación de los sulfoantimoniuros en los sistemas  $Sb_2S_3$ - $PbS$ - $Cu_2S$  y  $Sb_2S_3$ - $PbS$ - $NiS_2$  (en porcentajes moleculares).

parquet». Normalmente presenta alteraciones a covellina arborescente a lo largo de fracturas. En algunas brechas se encuentra como pequeñas inclusiones en galena.

Su análisis (fig. 2, nº 6) da los siguientes resultados:  $Sb_2S_3=35,85$ ,  $PbS=38,72$  y  $Cu_2S=25,43$ , ligeramente distintos a los de la bournonita  $CuPbSbS_3$  ( $Sb_2S_3=25$ ,  $PbS=50$  y  $Cu_2S=25$ ).

**Calcopirita:** Se presenta solamente en brechas poco mineralizadas, bien aislada o en relación con galena y heteromorfitas. Contiene normalmente pequeñas inclusiones de pirita y tetraedrita.

**Pirita:** Se ha encontrado en las brechas con galena y esfalerita, presentándose como inclusión en este último mineral, y normalmente suele estar alterada a óxidos de hierro. También hay pequeños cristales de pirita en la calcopirita, la baritina y el cuarzo.

**Ullmanita:** Se han identificado pequeños cristales blancos, con alto poder de reflexión (46,6%), incluidos en galena. Su análisis (fig. 2, nº 7) da el siguiente resultado:  $Sb_2S_3=29,47$ ,  $NiS_2=69,50$  y  $PbS=1,03$ , que parece coincidir con la ullmanita  $NiSbS$  ( $Sb_2S_3=33,33$ ,  $NiS_2=66,67$ ).

**Tetraedrita:** Se presenta como pequeños cristales de color gris introducidos en huecos de la calcopirita.

**Oxidos de antimonio:** Gran parte de la heteromorfitas se presenta muy alterada a óxidos de antimonio. En algunas zonas la alteración está muy avanzada tomando el mineral un color gris sucio a manchas. Sin embargo, lo más normal es encontrar estas alteraciones limitadas a fracturas en las bandas de heteromorfitas. Por el contrario, otras veces, la alteración es prácticamente total, no existiendo más que algún resto de la heteromorfitas y dando unos tonos amarillo-verdosos muy llamativos.

**Covellina:** Aparece como alteración en agregados arborescentes sobre calcopirita, bournonita o galena.

**Baritina:** Cuando se presenta lo hace en el centro de lentejones o masas brechificadas y el resto de la mineralización se dispone a su alrededor. Se asocia con galena, algunos de cuyos cristales quedan englobados en la masa de baritina. También se incluyen en ella pequeños granos de esfalerita, pirita y óxidos de hierro.

**Cuarzo:** Es la ganga predominante en la mineralización. Se trata de un cuarzo lechoso, que a veces está oscurecido por la presencia de cristales de heteromorfitas o la existencia de agujas de óxidos. Se han podido identificar al menos tres generaciones de cuarzo: 1) Fenocristales (300-800  $\mu m$ , a veces hasta 1.500  $\mu m$ ), que se presentan cementados entre sí y algunos con coronas de crecimiento diagenético remarcadas por materia carbonosa y tectonizados en la zona más externa. 2) Cristales medios (100-200  $\mu m$ ), que se cementan entre sí y albergan algo de mineralización intergranular. 3) Microcristales (20-40  $\mu m$  y 7-10  $\mu m$ ), que se colocan entre los cristales de tamaño medio y los fenocristales.

Se han realizado sobre el cuarzo algunas medidas de temperaturas de formación de inclusiones fluidas obteniéndose 175-158°C (en platina Leitz sin corrección de presión).

**Carbonatos:** Se trata de calcita, normalmente escasa, que aparece en finas capas (2 mm.) que rodean al cuarzo o asociada con la mineralización en filoncillos de brechas.

### Paragénesis y sucesión mineral

La paragénesis de estas mineralizaciones es parecida al tipo c.q. $Pb$ - $Ag$ - $Sb$  de Gumiel (1983), aunque presenta diferencias importantes: la ganga no es de carbonatos y cuarzo accesorio sino a la inversa, el mineral mayoritario no es la galena sino los sulfoantimoniuros de  $Pb$  (heteromorfitas), los dos minerales anteriores presentan invertido el orden de deposición, no se han encontrado sulfosales de  $Ag$ - $Sb$  ni estibina y en cambio se han observado esfalerita y baritina.

La sucesión mineral puede verse en la figura 3, en la que se han diferenciado cuatro etapas metalogénicas: la primera con deposición de pirita, ullmanita, calcopirita y tetraedrita de carácter accesorio, la segunda con heteromorfitas mayoritaria, la tercera con galena, bournonita y esfalerita y finalmente la cuarta con baritina.

Por último, hay una fase con reemplazamiento supergénico de la heteromorfitas por óxidos de antimonio, la calcopirita, bournonita y galena por covellina y la pirita por óxidos de hierro.

La heteromorfitas se presenta principalmente en los filones lenticulares de bandeado simétrico y en las

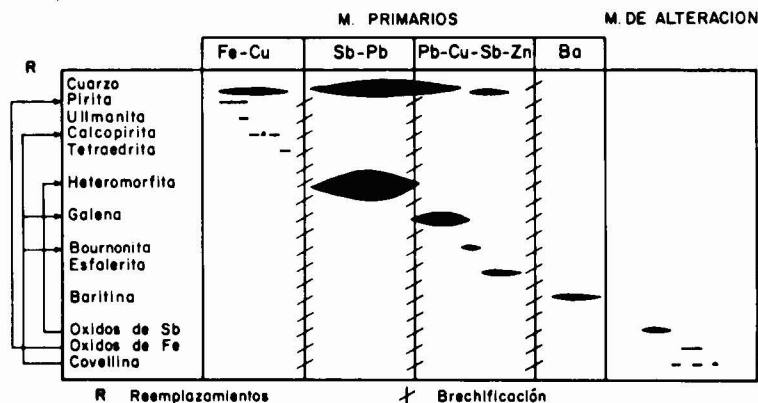


Fig. 3.—Paragénesis y orden de cristalización.

masas cuarcíticas en finas bandas mineralizadas, aunque ocasionalmente aparece en brechas, normalmente poco mineralizadas.

La galena, bournonita y esfalerita se introducen en una fase posterior de brechificación. Se presentan en el centro de los filones simétricos, a veces junto con baritina, aunque abundan sobre todo en brechas de clastos pizarro-areniscosos y redes de fracturación en areniscas.

La baritina se introduce en la última etapa de brechificación, situándose en el centro de los filones lenticulares rodeada de galena, o en brechas englobando clastos del encajante y mineralización de galena y esfalerita, principalmente, y heteromorfito, ocasionalmente.

### Caracteres geoquímicos

Al objeto de determinar la presencia de posibles acumulaciones de los elementos metalogénicos en las rocas encajantes se ha efectuado un muestreo en los alrededores de las mineralizaciones. Los elementos analizados han sido Pb, Cu, Zn y Ba, quedando los resultados reflejados en la tabla 1.

Se observan ligeras anomalías de Pb (143-376 ppm), de Cu (129 ppm), de Zn (225-518 ppm) y de Ba (1.350 ppm) en algunos horizontes estratigráficos, pero su distribución es heterogénea, no dándose altas concentraciones de los distintos elementos en un mismo horizonte. Así pues, no parece existir un control geoquímico ligado a la litología, ni a los horizontes donde se encuentra la mineralización.

Se han analizado también dos muestras de rocas ígneas existentes en la zona: una tufita y una riocacita. Los resultados se dan en la tabla 2. La clasificación química de estas rocas es de riolitas potásicas.

### Discusión

Las mineralizaciones existentes en el zócalo de la Rama Occidental de la Cordillera Ibérica, desde La Alameda (Soria) hasta Pardos (Zaragoza) son:

#### Formación Dere:

- La Alameda (Peñalcazar): Pb, Zn (Cu, Ag, Sb).
- Embid de Ariza: Pb, Zn, Cu.
- Bubierca (La Pedraza): Pb, Zn, Cu.
- Pardos: Pb, Zn, Cu.

#### Formación Valconchán:

- Muñébrega: Ba.
- La Vilueña: Ba, Sb.
- Castejón de las Armas: Pb.
- «Leonor» y «Aragón»: Sb, Pb (Zn, Cu, Ba).

#### Formación Almunia:

- Carabantes: Cu.
- Carrascosa: Cu, Sb.

Gutiérrez Maroto (1979) agrupa estas mineralizaciones en dos tipos: I) Mineralizaciones con control tectónico (filones): Muñébrega, La Vilueña, Castejón de las Armas, «Leonor» y «Aragón» y Carrascosa (Sb). II) Mineralizaciones con control estratigráfico y tectónico. a) Con exudación de cuarzo reducida: La Alameda (Peñalcazar). b) Con exudación de cuarzo abundante: Embid de Ariza, Bubierca (La Pedraza), Pardos y Carrascosa (Cu).

La hipótesis propuesta para explicar las mineralizaciones Pb-Zn-Cu-(Ag) existentes en la formación Dere está basada en controles litológicos, paleogeográficos, geoquímicos y estructurales (Monseur *et al.*, 1978; Gutiérrez Maroto, 1979; Gutiérrez Maroto y Monseur, 1980). La concentración de la mineralización sería diagenética-epigenética, relacionada con las acciones tectónicas del ciclo orogénico hercínico, pero la fuente de los elementos metalogénicos serían determinados horizontes de los materiales encajantes.



Tabla 1.—Geoquímica y litología de las rocas encajantes (análisis en ppm). A, B y C representan diferentes perfiles estratigráficos; P son muestras próximas al pozo de la mina «Aragón».

	Pb	Cu	Zn	Ba	Litología
A1	17	84	166	390	4
A2	78	34	141	530	5
A3	78	129	65	480	5
A4	44	11	10	260	2
A5	48	5	18	80	1
A6	14	6	4	100	2
A7	61	3	8	410	6
A8	44	27	17	320	3
A9	99	8	17	640	6
A10	34	13	4	540	5
A11	51	71	35	600	5
A12	143	7	47	<50	1
A13	214	10	12	480	5
A14	350	49	225	330	4
Media A	91	33	55	372	
B1	376	40	518	670	5
B2	7	11	57	560	5
B3	14	129	87	660	6
B4	3	3	5	<50	1
B5	95	24	11	590	5
B6	10	60	21	690	6
B7	3	4	19	200	2
B8	17	6	34	660	6
B9	3	3	4	300	2
Media B	59	31	84	487	
C1	24	25	126	1.350	4
C2	7	27	11	700	4
C3	7	2	16	690	4
C4	10	16	93	690	5
C5	20	8	65	690	6
C6	37	20	6	670	5
Media C	18	16	53	797	
Media	66	29	63	496	
P1	27	1	2	450	6
P2	27	2	3	550	5
P3	27	8	94	600	5
P4	34	65	8	590	4

Por otro lado, en el Sistema Central se localizan mineralizaciones filonianas de tipo Pb-Sb-Bi-Ag, aunque en sus paragénisis aparece arsenopirita como mineral mayoritario. Para estas mineralizaciones, que no presentan relación directa con cuerpos intrusivos o extrusivos, se ha propuesto un aporte de los elementos metalogénicos relacionado con la actividad magmática calcoalcalina de edad carbonífero-pérmica, granitos al oeste y andesitas-dacitas al este (Martínez Frías, 1986).

Las mineralizaciones de «Leonor» y «Aragón», no presentan relación directa con manifestaciones magmáticas, aunque no lejos (1.600-2.700 m.) se encuen-

Tabla 2.—Geoquímica de rocas volcánicas. (Elementos mayores en porcentajes y trazas en ppm.)

	Tufita	Riodacita
SiO <sub>2</sub>	76,61	74,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,45	14,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,40	1,50
MnO	0,09	0,04
MgO	1,02	0,10
CaO	1,37	0,40
Na <sub>2</sub> O	0,27	0,10
K <sub>2</sub> O	3,03	4,68
TiO <sub>2</sub>	0,40	0,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,03
M.V.	4,59	4,45
Total	100,39	100,06
V	24	—
Rb	103	146
Ba	683	462
Pb	38	14
Sr	32	164
La	21	10
Ce	54	35
Y	63	6
Th	18	10
Zn	46	74
Cu	19	11
Ni	9	4
Cr	14	—
Zr	253	67

\* Todo el hierro como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

tran pequeños afloramientos de riodacitas subvolcánicas. La ausencia de control litológico y geoquímico, las temperaturas de homogeneización de inclusiones fluidas, superiores a los 100°C dados para el cuarzo de exudación, y la paragénisis, fundamentalmente distinta de la de las mineralizaciones de la formación Dere, indican que no las podemos encuadrar en el tipo II definido anteriormente.

## Conclusiones

Las mineralizaciones estudiadas pertenecen al tipo de mineralizaciones filonianas discordantes con los materiales encajantes cámbrico-ordovícicos y correspondientes a un relleno de fracturas. Atendiendo a su paragénisis no se encuadran exactamente en ningún tipo de los establecidos por Gumiel (1983), pudiéndose clasificar como de tipo q.Pb-Sb.

Del estudio litológico y geoquímico se desprende que no existe «contenido metal» en los materiales encajantes, por lo que se descarta la hipótesis de una removilización de los metales por fenómenos de secreción lateral.

Existe un control estructural con filones cuyas direcciones (E-W) coinciden con algunas fallas reactivadas a comienzos del Pérmico y que fueron acompañadas de emisiones volcánicas de tipo intermedio-ácido. La proximidad en la región de riolitas (3.600-4.700 m.) y riolitas (1.600-2.700 m.) nos confirma este control estructural. De acuerdo con los datos, la hipótesis más probable es que los fluidos hidrotermales sean los principales factores de la concentración mineral con una silicificación en varios impulsos que se aprecia en el bandeado de los filones.

Teniendo en cuenta las características del filón, su dirección, que varía con la dada para los cuarzos de exudación, la paragénesis y las temperaturas de inclusiones fluidas, la mineralización podría ser de tipo epitermal.

## Referencias

- Benito, R. (1985): *Estudio metalogénico y geoquímico de la mineralización Pb-Sb de «Leonor» y «Aragón» (Ateca, Zaragoza)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid, Fac. Cien., Dep. Geología y Geoquímica, 100 págs.
- Desparmet, A. (1967): *Etude géologique détaillée des environs du Monasterio de Piedra (Province de Saragosse, Espagne)*. Mémoire Fac. Sc. Dijon (D.E.S.), 105 págs.
- Desparmet, R. (1968): *Etude géologique de la région de Alhama de Aragón (Province de Saragosse, Espagne)*. Mémoire Fac. Sc. Amiens (D.E.S.), 70 págs.
- Gumiel, P. (1983): Metalogenia de los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. *Tecniterra*, 54, 120 págs.
- Gutiérrez Maroto, A. (1979): *Estudio metalogénico en la Rama Occidental del Zócalo de la Cordillera Ibérica (prov. Soria-Zaragoza)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Fac. Cien., Dep. Geología y Geoquímica, 257 págs.
- Gutiérrez Maroto, A. y Monseur, G. (1980): Altafondo de la Pedraza y mineralización asociada (Bubierca, Zaragoza, España). *Tecniterra*, 35, 32-43.
- IGME (1983): Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja 437 (Ateca).
- Josopait, V. (1972): Das Kambrium und das Tremadoc von Ateca (Westliche Iberische Ketten, NE-Spanien). *Münster. Forsch. Geol. Paläont. Münster*, 23, 121 págs.
- Julivert, M.; Fontbote, J. M.; Ribeiro, A. y Conde, L. (1974): *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. I.G.M.E., Madrid, 131 págs.
- Kostov, I. y Stefanova, J. M. (1981): *Sulphide minerals. Crystal chemistry, parageneses and systematics*. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Geology, 212 págs.
- Martínez Frías, J. (1986): *Mineralogía y metalogenia de las mineralizaciones de plata del sector oriental del Sistema Central*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 379 págs.
- Monseur, G.; Gutiérrez Maroto, A.; Morcillo López, E. y Guijarro Galiano, J. (1978): Control litoestratigráfico y tectónico de la mineralización plomo-argentífera de Peñalcazar (Soria-España). *Rev. Iber. Cristal. Miner. y Metalogenia*, 1, 77-99.
- Riba, O. y Ríos, J. M. (1960-62): Observations sur la structure du secteur Sud-Ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne). In: Livre Mém. P. Fallot, *Mém. Soc. Geol. France*, 1, 275-290.
- Schmitz, V. (1971): Stratigraphie und Sedimentologie im Kambrium und Tremadoc der Westlichen Iberischen Ketten nördlich Ateca (Zaragoza, NE-Spanien). *Münster. Forsch. Geol. Paläont., Münster*, 22, 123 págs.

Recibido el 11 de abril de 1988  
Aceptado el 5 de mayo de 1988