

MINERIA

# Naturaleza y distribución de las menas que constituyen el yacimiento de Aznalcóllar, provincia de Sevilla (España)

Por JOSEFINA SIERRA

RESUMEN

En este trabajo se estudia la distribución de los minerales, tanto principales como accesorios, que constituyen el yacimiento de Aznalcóllar, provincia de Sevilla (España), los cuales dan lugar a cuatro de los 10 tipos de menas de la clasificación de Strauss (1970). Asimismo se analiza la falta de zonalidad que caracteriza al yacimiento, tanto desde el punto de vista geoquímico como del referente a la morfología, textura y situación de los minerales principales, a partir de los datos obtenidos de 105 sondeos de investigación.

SUMMARY

In this paper we study the distribution of principal and accessory minerals that constitute the Aznalcollar Ore deposit, Seville Province, Spain. These minerals form four of the ten types of Ore from the Strauss classification (1970). From the 105 drillings performed, we analyze the lack of zoning that characterizes this deposit as much from the geochemical point of view as the morphological one, texture and situation of the main minerals.

I. INTRODUCCION

El yacimiento de Aznalcóllar pertenece a la Faja Pirítica Hispano Portuguesa, situada al SO de la Península Ibérica. Es un yacimiento *ingenético*, *volcano sedimentario* y masivo. Yacimiento estratiforme constituido en su mayor parte por pirita masiva y con cantidades muy inferiores de esfalerita, calcopirita y galena.

Presenta una forma alargada de Este a Oeste con un buzamiento norte de más o menos 45°, una longitud mayor de 1.500 m. y un espesor que decrece hacia los bordes.

El yacimiento de Aznalcóllar, al igual que los restantes de la Faja Pirítica, es concordante con las rocas encajantes y presenta pasos graduales entre las zonas mineralizadas y las estériles.

La masa mineral alcanza espesores de hasta 60 m. y los sondeos la han localizado continuamente hasta una profundidad de 250 a 300 m., profundidad a la que aún continúa la mineralización, pero estrechándose sensiblemente, lo que hace suponer que la masa mineral se debe cerrar a relativa corta distancia.

El yacimiento de Aznalcóllar puede clasificarse

dentro de los yacimientos muy grandes de la clasificación de FERNÁNDEZ ALVAREZ (1975). En la foto núm. 1 puede verse una panorámica de la corta de Aznalcóllar desde el Cerro de la Felsita. Al fondo de la fotografía, mirando hacia el oeste, se ven: arriba, el mioceno, y debajo, a la izquierda, las pizarras carbonosas, que cubren estratigráficamente a la formación volcano-sedimentaria donde arma la mineralización; en el centro, la masa de sulfuros, y a la derecha, las rocas piroclásticas del techo. La corta, de forma elíptica, presenta una longitud de 1.500 m. para el eje mayor, y de 700 m. para el menor. Sus dimensiones son:

- Longitud máxima: 1.370 m.
- Anchura máxima: 700 m.
- Profundidad máxima: 300 m.
- Altura de banco: 15 m.

II. SITUACION Y PROPORCIONES DE LOS DIFERENTES MINERALES

En J. SIERRA (1984), hemos descrito la mineralogía de la mena y de la ganga. En este trabajo

vamos a describir las variaciones cualitativas y cuantitativas de los diferentes minerales con su situación en el yacimiento.

Para este trabajo hemos seleccionado 140 muestras, tomadas de cinco de los 105 sondeos realizados por A.P.I.R.S.A. y consideradas representati-

vas del yacimiento. En las tablas siguientes se representan los hábitos más comunes de los minerales principales (pirita, esfalerita, calcopirita y galena), las proporciones en que se presentan los diferentes minerales y su situación en función de la profundidad.

TABLA 1  
SONDEO 92. FORMAS DE PRESENTARSE LA PIRITA  
(Cp= calcopirita; G= galena; Bour= bournonita; Sl= esfalerita)

Prof.	Idiomorfo	Caries en Cp.	Caries en G.	Caries en Bour.	Idiomor. o atoll. en SL.	Masiva	Zonada	Brechificada	Coloidal	Frambue-sas
170,9	...	+	+	-	-	-	-	+	x	-
172,2	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-
173,4	...	+	+	-	-	+	-	+	x	-
173,5	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-
184,2	...	+	+	-	-	+	+	+	-	-
193,6	...	+	-	-	-	+	+	+	x	+
195,9	...	+	-	-	-	-	+	+	-	-
199,2	...	+	-	-	-	-	+	+	-	-
206	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-
206,4	...	+	+	-	-	-	-	+	-	-
208	...	+	+	-	-	+	-	+	-	-
212,25	...	-	-	-	-	+	-	+	-	+
238,1	...	+	+	-	-	-	+	-	x	-
240,8	...	+	-	-	-	-	+	-	x	-
243,5	...	-	-	-	-	+	-	+	-	-
244,4	...	+	+	-	-	-	-	+	x	+
245,4	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-
247,5	...	-	-	+	-	+	-	-	-	-
254,2	...	-	-	-	-	+	-	-	x	-
256,8	...	-	+	+	-	+	+	-	-	+
258,6	...	-	idio. en Cp.	-	-	+	+	-	-	-
264,3	...	+	-	-	-	+	-	-	-	-
266,5	...	+	-	-	-	+	-	-	-	-
270,2	...	+	-	-	-	+	-	-	x	-
273,6	...	+	-	-	-	+	+	-	x	-
274,3	...	-	-	+	-	+	+	-	-	-
278,8	...	+	-	-	-	+	+	-	x	+
280,3	...	+	+	-	-	+	-	-	-	-
281,3	...	+	-	-	-	-	+	+	-	-
284,2	...	+	-	-	-	-	-	-	x+	+
286,9	...	-	+	-	-	+	-	-	-	+
289,2	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-

**Pirita**

Es el mineral más abundante y presenta hábitos variados. Dada su gran energía de formación es muy común el hábito idiomorfo. Cuando se encuentra dentro de calcopirita, galena o bournonita presenta textura en «caries» y si aparece en esfalerita muestra textura «atoll». Sin embargo, la forma más común de presentarse es masiva, debido a los efectos de la diagénesis y del metamorfismo. Al mismo tiempo, como es un mineral frágil muchas veces aparece fracturado. Por último, y como reliquia de su hábito inicial, se observan piritas coloidales y framboidales.

En las tablas núms. 1, 2, 3, 4 y 5 se distinguen estos tipos de pirita en cinco sondeos seleccionados y en función de la profundidad.

**Esfalerita-galena**

Ambos minerales presentan un comportamiento semejante, la galena va asociada a la esfalerita, esta última aparece en mucha mayor proporción que la primera.

La esfalerita se presenta rellenando huecos de la pirita (textura en mosaico) o de forma masiva

**TABLA 2****SONDEO 91. FORMAS DE PRESENTARSE LA PIRITA**

(Cp=calcopirita; G=galena; Bour=bournonita; Sl=esfalerita)

Prof.	Idiomorfo	Caries en Cp.	Caries en G.	Caries en Bour.	Idiomor. o atoll. en SL.	Masiva	Zonada	Brechificada	Coloidal	Frambue-sas
79,2	...	+	-	-	-	-	-	+	-	-
79,8	...	+	-	-	-	-	-	+	x	-
81,75	...	+	-	-	+	-	-	+	-	-
89,55	...	+	+	-	+	+	-	-	x	-
100	...	+	+	-	-	+	-	-	x	-
103,7	...	+	+	-	+	+	+	+	x	-
104,5	...	+	-	-	+	+	+	-	-	-
108,3	...	+	-	-	-	+	-	-	-	-
111,3	...	+	+	-	-	+	-	+	-	-
117	...	+	+	-	+	+	-	+	-	-
118,6	...	+	+	-	+	+	-	+	x	-
119,5	...	+	-	-	-	+	-	-	x	-
126,1	...	+	-	-	-	+	+	+	x	-
127,6	...	+	+	-	-	+	+	+	-	-
143,2	...	+	+	-	-	+	+	+	x	-
154	...	+	-	-	-	-	+	+	x+	-
160,2	...	+	-	-	-	-	-	+	x+	-
165,3	...	+	-	-	-	+	-	+	x+	-
171,25	...	+	-	-	-	+	+	+	x+	-
172	...	+	+	-	-	+	-	+	x	-
173,5	...	+	-	+	+	+	-	+	-	-
174	...	+	-	-	+	+	-	-	-	-
176,3	...	+	-	-	Framboi.	+	+	-	x+	+
179	...	+	-	-	+	+	+	-	x+	-
183,8	...	+	-	+	+	-	+	-	x+	+
186,3	...	+	-	+	+	+	+	-	-	-

y sólo rara vez aparecen reliquias de la esfalerita coloidal.

La galena aparece en huecos de la pirita o en menor proporción (Pb: Zn; 1: 2), asociada a la esfalerita masiva y rara vez como galena coloidal.

En las tablas núms. 6, 7, 8, 9 y 10 se sitúan la esfalerita y la galena, tanto coloidales (I), como recristalizadas (II) en los diferentes sondeos y a las profundidades determinadas.

**Calcopirita**

La calcopirita, alotriomorfa, se presenta por todo el yacimiento, si bien normalmente no pasa de los límites de mineral accesorio. Suele ocupar huecos en la pirita, o al ser el sulfuro más móvil, se moviliza a las fracturas en masas de mayor tamaño, y también aparece como finas exoluciones en la esfalerita, que no se presenta de forma masiva. No se observa calcopirita coloidal.

En las tablas núms. 11, 12, 13, 14 y 15 aparecen

**TABLA 3****SONDEO 66. FORMAS DE PRESENTARSE LA PIRITA**

(Cp=calcopirita; G=galena; Bour=bournonita; Sl=esfalerita)

Prof.	Idiomorfo	Caries en Cp.	Caries en G.	Caries en Bour.	Idiomor. o atoll. en SL.	Masiva	Zonada	Brechificada	Coloidal	Frambue-sas
175	...	+	+	-	+	+	-	+	-	x+
179	...	+	+	-	-	+	-	-	-	x
182	...	+	-	-	-	+	+	+	-	x
183,4	...	+	+	-	-	+	-	+	-	x
187	...	-	+	-	-	+	-	-	-	x
190,5	...	+	-	-	-	+	-	-	-	-
193	...	+	-	-	-	+	+	+	-	-
197	...	+	-	+	-	-	+	+	-	-
198,2	...	+	-	+	-	+	+	+	-	x
198,8	...	+	-	+	-	+	+	-	-	-
202,8	...	+	-	-	-	-	+	-	-	x
206	...	+	-	+	-	+	-	+	-	x+
210	...	+	-	-	-	+	+	+	-	-
212,5	...	-	-	-	-	+	-	-	-	-
215,6	...	+	-	+	-	+	-	+	-	-
218,5	...	-	-	-	-	+	-	-	-	-
219,5	...	-	+	-	-	+	-	+	-	-
222,5	...	-	-	-	-	+	-	+	-	-
223,5	...	+	-	-	-	+	-	-	-	-
229	...	+	+	+	-	+	+	-	-	x
233	...	+	+	-	-	+	+	+	-	-
235,6	...	+	-	+	-	+	-	-	+	-
241,3	...	-	-	-	-	+	-	+	-	-
233	...	+	-	+	-	+	+	-	-	-
243,4	...	+	+	-	-	-	-	-	-	-

las diferentes calcopiritas, con sus proporciones y a la profundidad a que se encuentran.

**Minerales accesorios**

Aparte de estos cuatro minerales, en el yacimiento de Aznalcóllar se encuentran otros muchos, si bien nunca pasan de los límites de mineral accesorio. Son: arsenopirita, cobres grises, bournonita, meneghinita, pirrotina, plata, bismuto, marcasita, estannina, ilmenita, rutilo, melnicovita, gudmundita y nagyagita; muy localmente: calcosina, covellina y bornita. Con todos ellos he-

mos elaborado una serie de tablas conjuntas, números 16, 17, 18, 19 y 20, con su presencia o no en cada uno de los sondeos y en función de la profundidad.

Todos suelen formar parte de la textura en mosaico, tan característica de este tipo de mineralizaciones.

**III. TIPOS DE MENAS**

El yacimiento de Aznalcóllar está constituido por un yacimiento de pirita masiva con conteni-

**TABLA 4**

**SONDEO 26. FORMAS DE PRESENTARSE LA PIRITA**

(Cp=calcopirita; G=galena; Bour=bournonita; Sl=esfalerita)

Prof.	Idiomorfo	Caries en Cp.	Caries en G.	Caries en Bour.	Idiomor. o atoll. en SL.	Masiva	Zonada	Brechi-ficada	Coloidal	Frambue-sas
115	+	-	-	-	+	+	-	-	x	-
116,2	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
117	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
119	+	-	+	-	+	-	-	-	x	-
120,3	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
131,3	+	-	-	-	-	+	-	+	x+	+
132,4	+	-	-	-	-	+	+	-	x	-
134,5	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
136	-	-	-	-	-	+	-	-	x	-
139	-	-	-	-	-	+	-	-	x	-
141,1	-	-	+	-	+	+	-	-	x	-
144,1	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
146	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
149	+	-	-	-	+	+	-	-	x	-
150	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
154	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
155	+	-	-	-	-	+	-	+	x	-
158	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
159,4	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
161,4	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
162,8	+	+	+	-	+	+	-	-	x	-
164	+	+	+	-	+	+	-	-	x	-
164,3	+	-	-	-	-	-	+	+	x	+
164,8	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
165,8	+	-	-	-	-	-	-	+	x	-
166	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-

dos muy inferiores de otros sulfuros y un yacimiento diseminado como tránsito entre la mena y el estéril.

yacimiento muestran variaciones cuantitativas, de unas zonas a otras del yacimiento. STRAUSS (1970) al estudiar la mina de Lousal basándose en el predominio de un mineral metálico o no metá-

lico, divide el yacimiento en 10 tipos de menas:

**TABLA 5**

**SONDEO 21. FORMAS DE PRESENTARSE LA PIRITA**

(Cp=calcopirita; G=galena; Bour=bournonita; Sl=esfalerita)

Prof.	Idiomorfo	Caries en Cp.	Caries en G.	Caries en Bour.	Idiomor. o atoll. en SL.	Masiva	Zonada	Brechi-ficada	Coloidal	Frambue-sas
176,4	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-
185,2	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
186	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
190	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193,2	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
195,5	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
199,8	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
206	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-
209	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
211	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
221,14	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-
214	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-
216	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
218	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
218,6	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-
226,9	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
228,8	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
233,9	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
237,6	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
244,3	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-
247,5	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
251	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-
251,9	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
253	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
254,9	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
260,5	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
261,4	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
267	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-
270	+	-	-	-	+	+	+	-	++	-
275,2	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
276	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
279	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
282	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-

TABLA 6

SONDEO 91. PORCENTAJES  
DE ESFALERITA (SL) y GALENA (G)(P: mineral principal; A: mineral accesorio;  
I: textura primaria; II: textura  
de recristalización)

Profundidad	SL I	SL II	G-I	G-II
170,9	P	P	—	—
172,2	—	A	—	—
173,4	—	A	—	—
173,5	—	A	—	—
184,2	—	A	—	—
193,6	—	A	—	—
195,9	—	A	—	A
199,2	—	A	—	—
206	—	A	—	A
206,4	—	A	—	—
208,5	—	—	—	A
212,2	—	A	—	A
238,1	A	A	—	—
240,8	—	A	—	—
243,5	—	A	—	A
244,4	—	A	—	—
245,4	—	A	—	—
247,5	—	A	—	—
254,2	—	P	—	A
256,2	—	A	—	A
264,3	—	A	—	A
266,5	—	A	—	A
270,2	—	P	—	A
273,6	—	P	—	A
274,3	—	P	—	A
278,8	—	P	—	A
280,35	—	A	—	A
281,3	—	A	—	A
284,2	—	P	—	A
286,9	A	A	A	A
289,2	—	P	—	A

Py: 45-51% S, 0,5-0,7% Cu=RYUKAKO

Py cobriza: 43-45% S, 0,8-5% Cu=OKO

Mena mezclada 1-20% Zn, 0,5-10% Pb, 0,5-5% Cu=  
=KUROKOMena fajeada hasta 50% S<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Mena Silícea hasta 50% SiO<sub>2</sub>

Mena de Po hasta 20% S Fe

Mena carbonatada hasta 30% CO<sub>3</sub> (Mg, Fe)

TABLA 7

SONDEO 91. PORCENTAJES  
DE ESFALERITA (SL) y GALENA (G)(P: mineral principal; A: mineral accesorio;  
I: textura primaria; II: textura  
de recristalización)

Profundidad	SL I	SL II	G-I	G-II
79,2	—	A	—	A
79,8	A	A	—	A
81,7	—	A	—	A
89,5	A	A	—	—
100	A	A	—	A
103,7	—	A	—	A
104,5	—	A	—	A
108,3	—	A	—	A
111,3	—	P	—	A
117	—	P	—	A
118,6	—	A	—	A
119,5	—	A	—	A
126,1	—	—	—	A
127,6	—	A	—	—
143,2	—	A	—	—
154	—	A	—	—
160,2	—	A	—	—
165,3	—	A	—	—
171,25	—	A	—	A
172	—	A	—	A
173,5	—	P	—	A
174	—	P	—	A
176,3	—	P	—	A
179	—	P	A	A
183,8	—	P	—	P
186,3	—	P	—	A

Mena Barítica hasta 30% SO<sub>4</sub>Ba

R. verde cuprífera 1-3% Cu

R. E. mineralizada hasta 90% Si O<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.*Mena de Pirita*

Se caracteriza por un elevado porcentaje de pirita y pequeños contenidos de galena, esfalerita y calcopirita. Constituye la mayor parte del yacimiento y se comporta como una roca (foto número 2), ya que forma una mena masiva, dura, compacta y con fractura concoidea. Presenta tex-

TABLA 8

SONDEO 66. PORCENTAJE  
DE ESFALERITA (SL) y GALENA (G)(P: mineral principal; A: mineral accesorio;  
I: textura primaria; II: textura  
de recristalización)

Profundidad	SL I	SL II	G-I	G-II
175	P	P	—	—
179	—	P	—	A
182	—	P	—	A
183,4	—	A	—	—
187	—	A	—	A
190,5	—	A	—	A
193	—	A	—	A
197	—	A	—	A
198,2	—	A	A	A
198,8	A	A	—	A
202,8	—	A	—	—
206	—	P	A	P
210	—	A	—	A
212,5	—	A	—	A
215,6	—	P	—	A
218,5	—	A	—	—
219,5	—	A	—	A
222,5	—	A	—	A
223,5	—	A	—	A
229	—	A	—	A
233	—	P	—	A
235,6	—	P	—	P
241,3	—	A	—	A
243	—	A	—	A
243,4	—	A	—	A

tura fina granuda, y la ganga está escasamente representada.

Es una pirita muy limpia, en su mayor parte está recristalizada, y en sus huecos se sitúan los demás minerales (foto núm. 3).

En la figura núm. 1 puede verse, de una forma esquemática, su representación en los sondeos seleccionados.

*Mena de pirita cobriza*

Al aumentar los contenidos de calcopirita, STRAUSS define este tipo, que junto con la mena

TABLA 9

SONDEO 26. PORCENTAJE  
DE ESFALERITA (SL) y GALENA (G)(P: mineral principal; A: mineral accesorio;  
I: textura primaria; II: textura  
de recristalización)

Profundidad	SL I	SL II	G-I	G-II
115	A	A	—	A
116,2	—	P	—	A
117	P	P	A	A
119	P	P	A	A
120,3	—	A	—	A
131,35	—	A	A	A
132,47	—	—	A	A
134,5	—	P	A	A
136	—	A	—	A
139,2	A	A	A	A
141,1	P	P	A	P
144,1	—	A	A	A
146	—	A	—	A
149	P	P	—	A
150	—	A	—	A
154	—	A	—	A
155	—	A	—	—
158	—	A	—	A
159,4	—	A	—	A
161,4	—	A	—	A
162,8	P	P	—	A
164	—	P	—	A
164,3	—	A	—	A
164,8	—	A	—	A
165,8	A	A	—	A
166,2	—	A	—	A

de pirita suele constituir la parte central del yacimiento.

En Aznalcóllar no se ha observado, y sólo aparecen concentraciones mayores de calcopirita; en fracturas o en la zona superior del yacimiento, en el «emborrascado» y sólo localmente (foto número 4).

*Mena mezclada o mixta*

Se caracteriza porque aumenta la proporción de galena y esfalerita, rara vez la calcopirita, decreciendo al mismo tiempo la pirita.

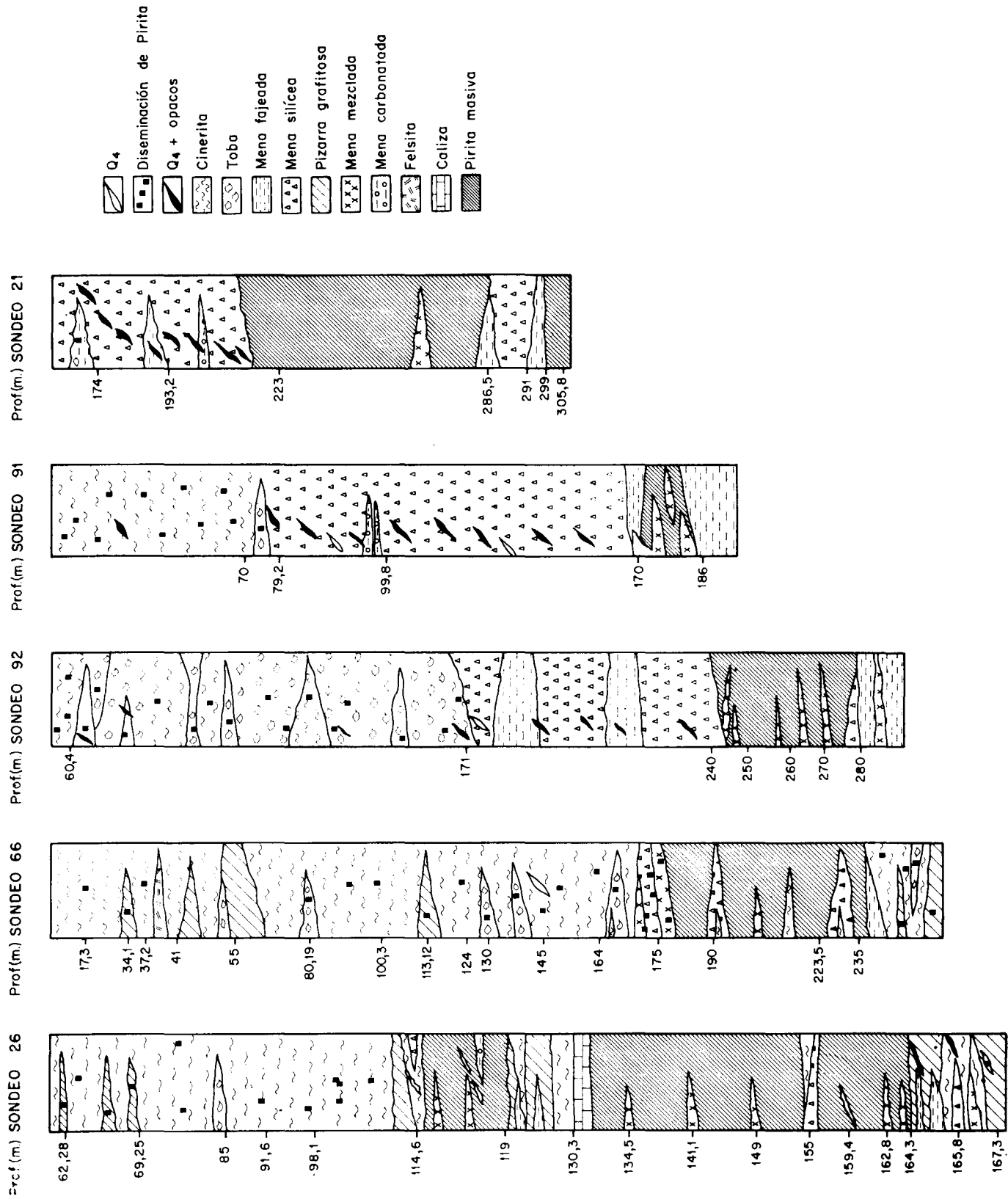


Figura 1.—Distribución de los tipos de mena en los sondeos seleccionados.

Foto núm. 1.—Panorámica de la corta de Aznalcóllar, desde el llamado «Cerro de la Felsita».



Foto núm. 2.—Secc. Pol. LN  $\times$  200 A. Pirita masiva, en la que se observan restos de un gran nódulo de pirita.

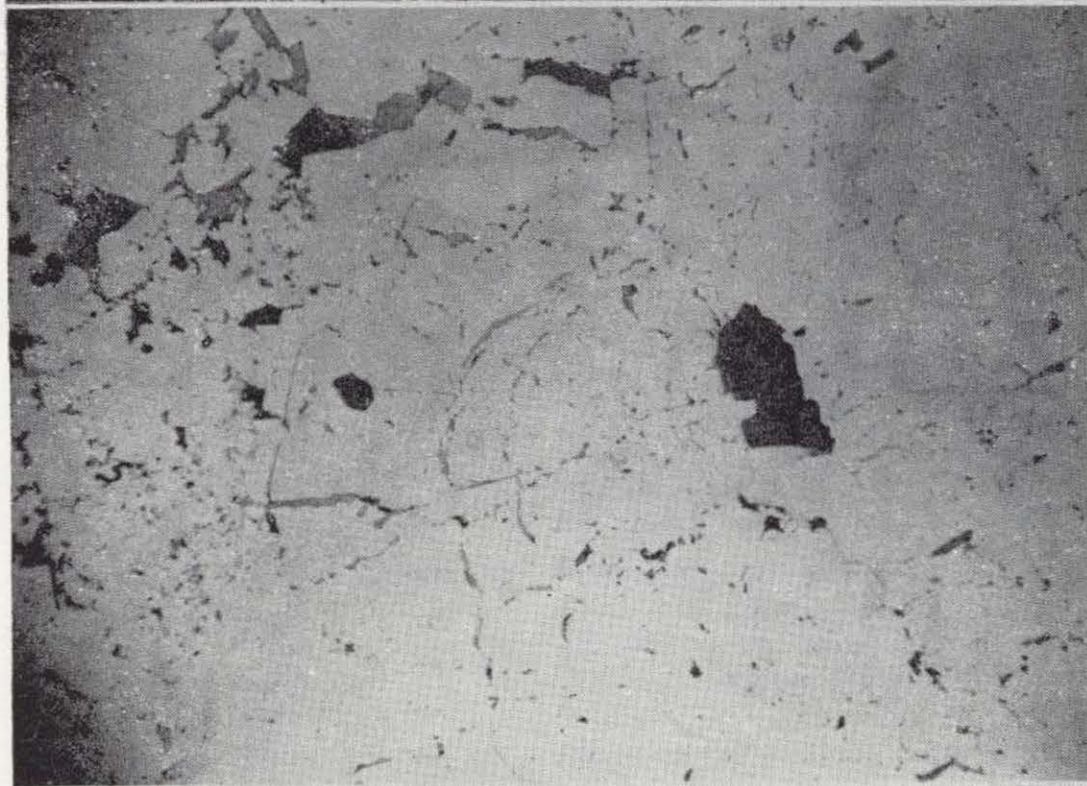


Foto núm. 3.—Secc. pul. LN  $\times$  200 A. Detalle de una textura en mosaico de la pirita. Los sulfuros de hierro, idiomorfos, de la mitad izquierda de la figura han recristalizado a partir de la pirita framboidal, y en sus huecos se han concentrado la calcopirita (amarilla), esfalerita (gris oscuro), cobres grises (gris claro), meneghinita (gris azulado) y galena (blanco grisáceo).

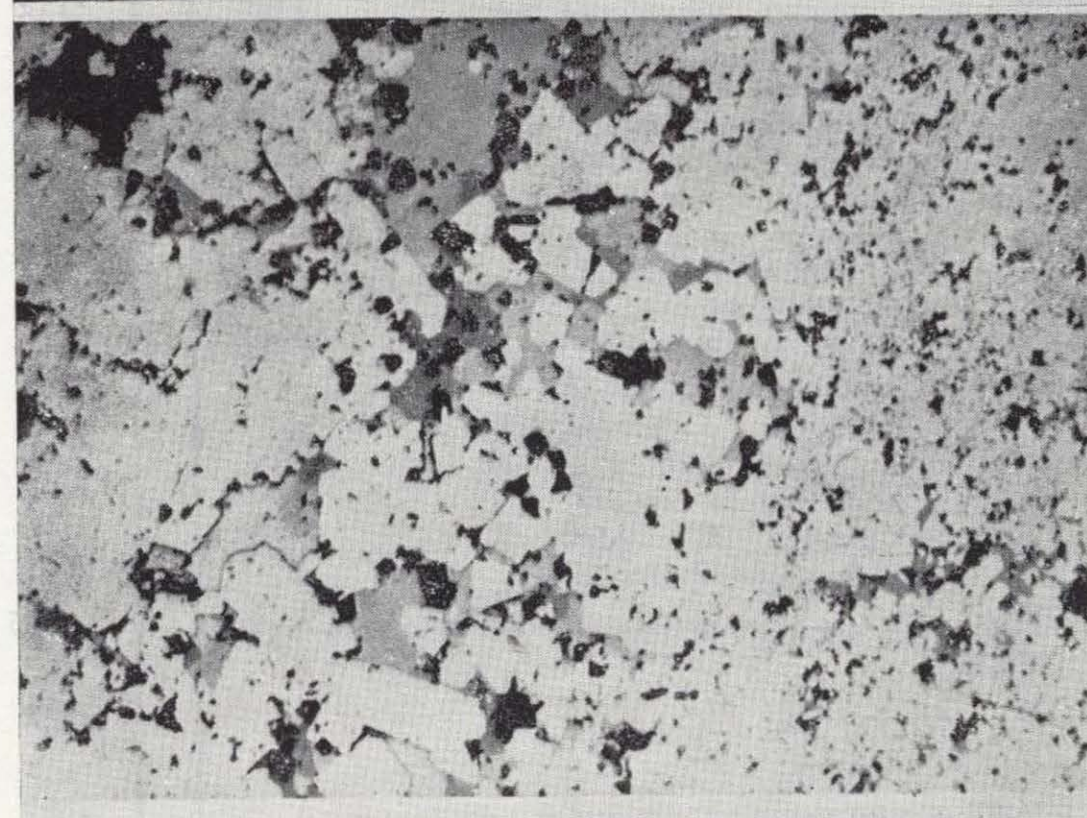
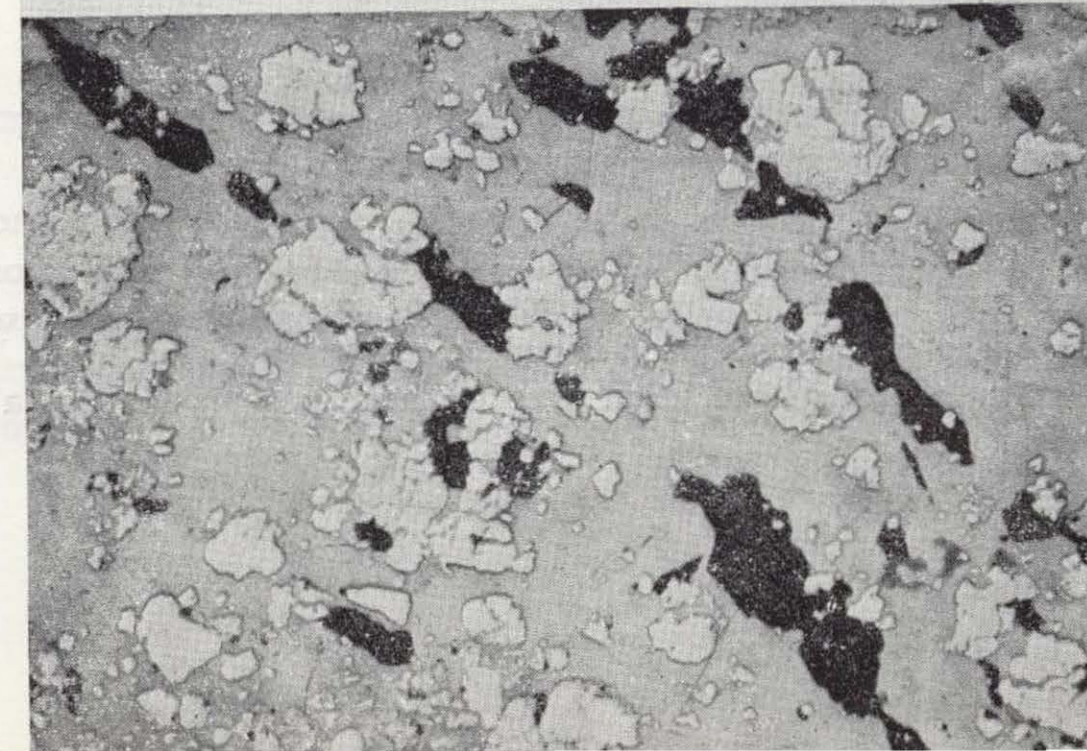


Foto núm. 4.—Secc. pul. LN  $\times$  200 A. Aspecto del llamado «piroclasto cuprífero», la zona más rica en cobre del yacimiento. Aquí, la calcopirita se ha concentrado a partir del cobre del «emborrascado» situado a techo del filón Silillos.



**TABLA 10**

SONDEO 21. PORCENTAJES DE ESFALERITA (SL) y GALENA (G)

(P: mineral principal; A: mineral accesorio; I: textura primaria; II: textura de recristalización)

Profundidad	SL I	SL II	G-I	G-II
176,4	—	A	—	—
185,2	—	A	—	—
186	—	A	—	—
190	—	A	—	—
191	—	A	—	—
193,2	—	A	—	—
195,8	—	A	—	—
199,8	—	A	—	—
206	—	A	—	—
209	A	A	—	—
211,14	—	A	—	—
214	—	A	—	—
216	—	A	—	—
218	—	A	—	—
218,6	—	A	—	—
226,9	—	A	—	A
228,8	—	A	—	A
230	—	A	—	A
233,9	—	A	—	A
237,6	—	A	—	A
244,3	—	A	—	A
247,5	—	A	—	A
251	—	A	—	A
253	—	A	—	—
254,9	—	A	—	A
260,5	—	P	—	A
261,4	—	A	—	A
267	—	P	—	A
270	—	P	—	A
275,22	—	A	—	A
276	—	A	—	A
279	—	A	—	A
282	—	P	—	A
286,5	—	A	—	A
288	—	A	—	—
340,6	—	A	—	A

En Aznalcóllar no forma grandes masas, como sucede en los yacimientos Kuroko, en los «black ore», sino que forma bandas más o menos paralelas en la pirita (foto núm. 5), originadas por un

**TABLA 11**

SONDEO 92. CARACTERISTICAS DE LA CALCOPIRITA

(I: coloidal; II: recristalizada; P: mineral principal; A: mineral accesorio)

Profundidad	Abundancia	Forma de presentarse	Tipo
170,9	P	Huecos en pirita	I-II
		Masas en pirita	—
172,2	A	Huecos en pirita	II
		Masas en pirita	—
173,4	A	Huecos en pirita	—
		Masas en pirita	I-II
173,5	A	Huecos en pirita	II
184,2	P	Masas	II
193,6	A	Huecos en pirita	II
195,9	A	Huecos en pirita	II
199,2	A	Huecos en pirita	II
206	A	Huecos en pirita	II
206,4	A	Huecos en pirita	II
		Masas con Q	—
208,5	P	Masas	II
212,5	A	Huecos en pirita	II
238,1	P	Masas	I-II
240,8	P	Masas	I-II
243,5	A	Huecos en pirita	II
244,4	A	Masas	II
245,4	A	Huecos en pirita	II
247,5	A	Huecos en pirita	II
254,2	A	Huecos en pirita	II
256,8	A	Huecos en pirita	II
264,3	A	Huecos en pirita	II
270,2	A	Huecos en pirita	II
273,6	A	Huecos en pirita	II
278,8	A	Huecos en pirita	II
280,35	A	Huecos en pirita	II
281,3	A	Huecos en pirita	II
284,2	A	Huecos en pirita	—
		Masas con Q	—
286,9	A	Masas	—
		Huecos en pirita	II
289,2	A	Huecos en pirita	II

aumento de galena y esfalerita (Pb: Zn de 1:2). En estos casos, la esfalerita aparece masiva y no lleva exoluciones de calcopirita (foto núm. 6).

En la figura 1 se observa cómo forma peque-

**TABLA 12**

SONDEO 91. CARACTERISTICAS DE LA CALCOPIRITA

(I: coloidal; II: recristalizada; P: mineral principal; A: mineral accesorio)

Profundidad	Abundancia	Forma de presentarse	Tipo
79,2	P	Masas	—
		Huecos en pirita	II
79,8	A	Masas	II
81,75	A	Huecos en pirita	II
		Masas	—
89,5	P	Masas	I-II
100	P	Masas	I-II
103,7	P	Masas	—
		Huecos en pirita	II
104,5	A	Inclusiones	II
108,3	A	Masas	—
		Huecos	II
111,3	P	Huecos en pirita	—
		Masas	II
117	P	Masas	II
118,6	A	Masas	I-II
119,5	A	Huecos en pirita	—
		Masas	II
126,1	A	Masas	—
		Fracturas en pirita	II
127,6	A	Huecos en pirita	—
		Masas	II
143,2	P	Huecos en fracturas	—
		Masas	I-II
154	P	Masas	—
		Huecos en fracturas	I-II
160,2	A	Huecos en pirita	II
163	A	Masas	—
		Huecos en pirita	II
165,3	P	Masas	—
		Huecos en pirita	II
171,25	P	Masas	I-II
172	A	Masas	—
		Huecos en pirita	—
		Huecos en fracturas	I-II
173,5	A	Huecos en fisura	II
174	A	Huecos en fisura	II
176,3	A	Huecos en pirita	II
179	A	Masas	—
		Huecos en fisura	II
183,8	A	Huecos en pirita	II
186,3	A	Huecos en pirita	II

ñas intercalaciones en la pirita masiva; en la foto núm. 5 una muestra de mano, y en la foto número 6 este tipo de mena al microscopio.

**TABLA 13**

SONDEO 66. CARACTERISTICAS DE LA CALCOPIRITA

(I: coloidal; II: recristalizada; P: mineral principal; A: mineral accesorio)

Profundidad	Abundancia	Forma de presentarse	Tipo
175	A	Masas en fracturas	I-II
		Huecos en pirita	—
179	A	Masas en fracturas	II
		Ausente en pirita	—
182	A	Masas en fracturas	II
		Huecos en pirita	—
183,4	A	Huecos en pirita	II
187	A	Masas alotriomorfas	II
		Huecos en pirita	—
190,5	A	Huecos en pirita	II
193	A	Huecos en pirita	II
197	A	Reliquias en galena	II
198,2	A	Reliquias en galena y cobres grises	II
198,8	A	Reliquias en galena	II
202,8	A	Diseminada en fractur.	II
206	A	Huecos en pirita	I-II
210	A	Huecos en pirita	II
212,5	A	Huecos en pirita	II
215,6	A	Huecos en pirita	II
218,5	A	Huecos en pirita	II
219,5	A	Huecos en pirita	II
222,5	P	Huecos en pirita	II
223,5	A	Huecos en pirita	II
		Huecos en pirita	—
229	A	Masas con pirita	II
		Huecos en pirita	—
233	A	Diseminada en fractur.	II
		Escasa en la mena	—
235,6	A	Agujas en esfalerita	—
241,3	A	Huecos en pirita	II
243	A	Huecos en pirita	II
243,4	P	Masas en fracturas	II
		Huecos en pirita	—

*Mena Fajeada*

Viene definida por una importante participación del material pizarro-arcilloso (foto núm. 7), alternando con bandas de pirita. Se forma por reducción de la mena y aumento del estéril. Se presenta tanto a muro como a techo (fig. 1), y forma parte de la zona de transición entre la mena y la roca estéril.

TABLA 14

SONDEO 21. CARACTERISTICAS  
DE LA CALCOPIRITA(I: coloidal; II: recristalizada; P: mineral  
principal; A: mineral accesorio)

Profundidad	Abundancia	Forma de presentarse	Tipo
176,4	A	Huecos en pirita	II
185,2	P	Huecos en pirita	II
186	A	Masas en pirita	II
190	P	Masas en fracturas Huecos en pirita (A)	II —
191	P	Masas en fracturas Huecos en pirita	II —
193,2	A	Huecos en pirita	II
195,8	P	Huecos en pirita (A) Masas en fracturas	II —
199,8	P	Masas en fracturas Huecos en pirita	II —
206	P	Masas en fracturas Cp porosa	I-II —
209	P	Masas en fracturas Huecos en pirita	I-II —
211,4	P	Masas en fracturas Huecos en pirita	II —
214	P	Masas en fracturas	II
216	P	Masas en fracturas Huecos en pirita	II —
218	P	Masas en fracturas Huecos en pirita (A)	II —
218,6	P	Huecos en pirita	I-II
226,9	P	Huecos en pirita	II
228,8	A	Huecos en pirita	II
230	A	Huecos en pirita	II
233,9	A	Huecos en pirita	II
237,6	A	Huecos en pirita	II
244,3	A	Huecos en pirita	II
247,5	A	Huecos en pirita	II
251	A	Huecos en pirita	II
251,9	A	Huecos en pirita	II
253	P	Huecos en pirita	II
254,9	A	Huecos en pirita	II
260,5	A	Huecos en pirita	II
261,4	A	Huecos en pirita Masas en fracturas	II —
267	A	Huecos en pirita	II
270	A	Huecos en pirita	II
275,2	A	Huecos en pirita	II
276	A	Huecos en pirita	II
279	A	Huecos en pirita	II
282,27	A	Huecos en pirita	II
286,25	A	Huecos en pirita	II
288	A	Masas en fracturas	II
340,6	A	Huecos en pirita	II

TABLA 15

SONDEO 26. CARACTERISTICAS  
DE LA CALCOPIRITA(I: coloidal; II: recristalizada; P: mineral  
principal; A: mineral accesorio)

Profundidad	Abundancia	Forma de presentarse	Tipo
115	A	Huecos en pirita	II
116,2	A	Huecos en pirita	II
117	A	Huecos en pirita Masas	II —
119	A	Masas con pirita	II
120,3	A	Huecos en pirita	II
131,3	A	Masas en fracturas	II
132,47	A	Huecos en pirita	II
134,5	A	Huecos en pirita	II
136	A	Huecos en pirita	II
139,2	A	Masas	II
141,1	A	Huecos en pirita Masas	II —
144,1	A	Masas	II
146	A	Huecos en pirita	II
149	A	Masas en grandes huecos en pirita	II
150	A	Huecos en pirita	II
154	A	Huecos en pirita Masas con pirita	II —
155	A	Masas en fracturas Huecos en pirita	II —
158	A	Huecos en pirita	II
159,4	A	Huecos en pirita	—
161,4	A	Huecos en pirita Masas en fracturas	II II
162,8	A	Huecos en pirita	II
164,3	A	Masas	II
164,8	A	Masas en fracturas Huecos en pirita	— II
165,8	A	Inclusiones en pirita Huecos en pirita Masas en fracturas	— — II
166,2	A	Huecos en pirita	II

*Mena Silíce*

Esta mena contiene como mineral esencial el cuarzo, unas veces diseminado en la mena y otras formando capas alternantes con la pirita (foto número 8). Presenta espesores variables y es probablemente la más abundante (fig. 1).

Se debe a una fumarola ascendente en un medio en gran parte submarino, que produce una saturación en sílice del agua y da lugar a una silicificación masiva.

Foto núm. 5.—Detalle de la mena mixta, del filón sur, formada por una mezcla de pirita, que constituye la mayor parte del mineral, y esfalerita y galena, especialmente la primera, que dan lugar al bandeo claramente observable.



Foto núm. 6.—Secc. pul. LN  $\times$  50. Aspecto de la mena mixta (foto núm. 5), consistente en una mezcla de pirita, esfalerita y galena. En ella se aprecia claramente el bandeo sedimentario, indicado por los lechos de esfalerita y galena, y una incipiente sedimentación graduada de los clastos de pirita, poco recristalizados.

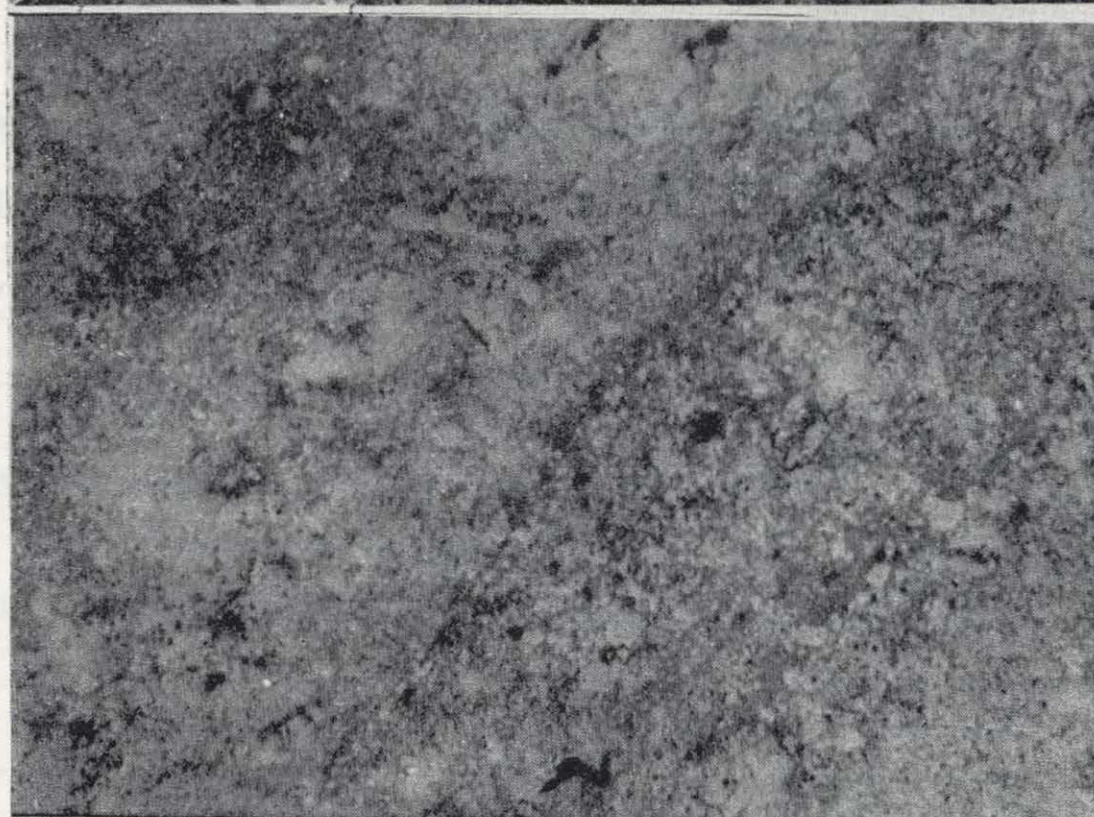


Foto núm. 7.—Mena fajeada. Pizarra negra y pirita en lechos (abundante materia carbonosa).

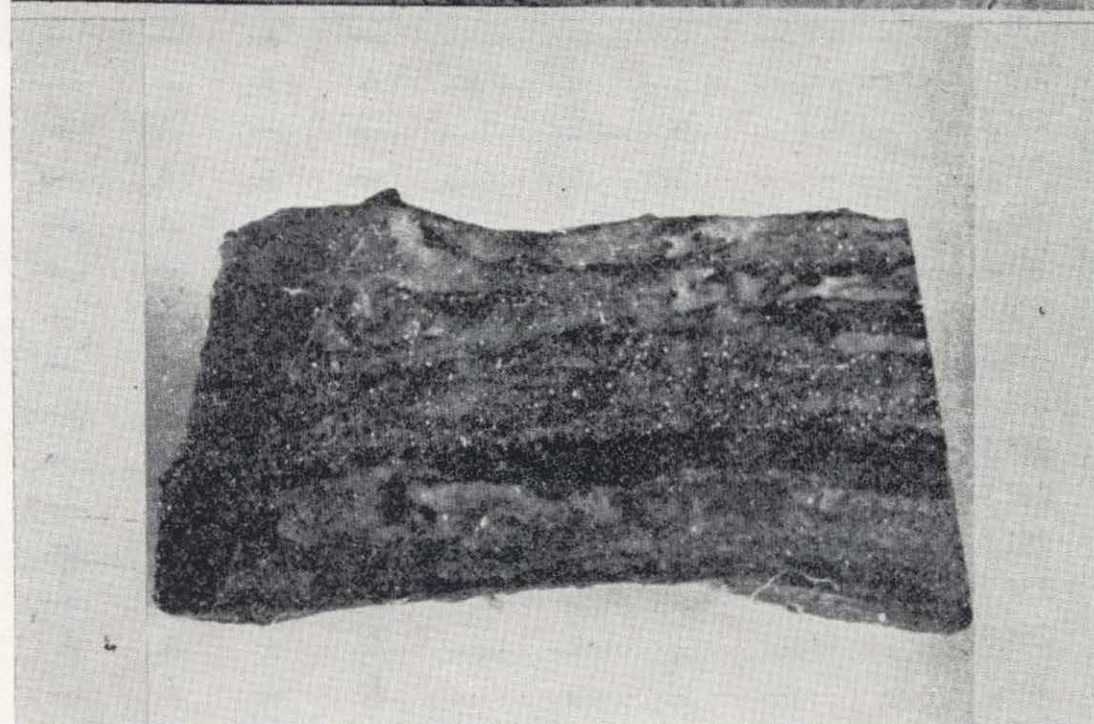


Foto núm. 8.—Mena silícea. Secc. trans. LN  $\times$  25.

Aspecto de la toba cuarzo-clorítica mineralizada que separan al filón Silillos del llamado «Piroclasto cuprífero». En ellas se pueden apreciar las figuras de carga producidas por los cristales de cuarzo en la matriz cinerítica y los abundantes sulfuros de hierro que junto con el cuarzo hidrotermal, fue depositado durante los procesos fumarólicos.



Esta silicificación comenzó probablemente al depositarse la roca volcánica y continuó durante la tectónica que le favorece, es por tanto una evolución continuada, se asocia a los tramos más mineralizados que la amparan, y produce un enmascaramiento de la roca origen.

*Mena Carbonatada*

En Aznalcóllar no existe prácticamente, salvo en algunos puntos (fig. 1), en los que se observa una roca cuarzo feldespática carbonatada.

Es una mena compacta, masiva y poco bandeada.

**TABLA 16**

**SONDEO 92. SITUACION DE LOS MINERALES ACCESORIOS**

(Apy: Arsenopirita; Po: pirrotina; Cg: cobres grises; Bour: bournonita; Mene: meneghinita; Mc: marcasita; St: estannina; Ag: plata; Nagy: nagyagita; Meln: melnicovita; Gud: gudmundita)

Profundidad	Apy	Po	Cg	Bour	Mene	Mc	St	Ag	Nagy	Meln	Gud
170,9	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
172,2	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
173,4	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
173,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
184,2	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—	—
193,6	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
195,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
199,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
206	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
206,4	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
208,5	—	—	A	—	—	—	—	—	—	A	—
212,25	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
238,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240,8	—	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—
243,5	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
244,4	A	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—
245,4	A	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—
247,5	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	A
254,2	A	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
256,2	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
258,6	A	—	A	A	A	A	A	—	—	—	—
264,3	A	—	A	—	A	—	A	A	A	—	—
266,5	A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	A
270,2	A	—	A	—	—	A	—	—	—	—	A
273,6	A	—	A	A	A	A	—	—	—	—	—
274,3	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
278,8	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
280,3	A	—	A	—	A	A	—	—	—	A	—
281,3	A	—	A	—	A	—	—	A	—	—	—
284,2	A	—	A	A	A	—	—	—	—	A	—
286,9	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	A
289,2	A	—	A	A	A	—	A	—	—	—	—

*Mena de Pirrotina (Po)*

Relativamente rara, puede constituir por sí sola la parte principal de algunos yacimientos.

No existe en Aznalcóllar. La Pirrotina es omnipresente, pero en cantidades muy pequeñas.

*Mena de Baritina*

Mena con galena, esfalerita y sobre todo baritina, no aparece en Aznalcóllar.

**IV. ZONALIDAD**

Al estudiar un yacimiento volcano-sedimentario, suele observarse un claro zonado vertical con cobre a muro y plomo-cinc a techo, y un zonado lateral con yacimientos ricos en cobre y oro próximos al foco y otros ricos en plomo, cinc y plata situados lejos del mismo.

Un claro ejemplo de esta zonalidad se presenta en la región de las tobas verdes, en el Japón: El yacimiento Kuroko, rico en esfalerita y galena, se superpone al yacimiento Oko, rico en calcopirita, existiendo un contacto neto entre ambos.

**TABLA 17**

**SONDEO 91. SITUACION DE LOS MINERALES ACCESORIOS**

(Apy: Arsenopirita; Bour: bournonita; Mene: meneghinita; Po: pirrotina; Go: goetita; Ag: plata; Mc: marcasita; St: estannina; Ilm: ilmenita; Rut: rutilo; Meln: melnicovita).

Profundidad	Apy	—	Bour	Mene	Po	Go	Ag	Mc	St	Ilm	Rut	Meln
79,2	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79,8	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
81,75	—	A	—	—	A	—	A	—	—	—	A	—
89,55	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—	A	A
100	A	A	—	—	A	A	—	—	—	—	A	A
103,7	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
104,5	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
108,3	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	A	—
111,3	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
117	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
118,6	A	A	—	—	A	—	A	—	—	—	A	A
119,5	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
126,1	A	A	A	—	A	A	—	—	—	A	A	A
127,6	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	A	—
143,6	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
154	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
160,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	A
165,3	—	A	—	A	A	—	—	A	—	—	A	A
171,25	—	A	A	—	A	—	—	—	—	—	A	—
172	A	A	A	A	A	—	A	—	A	—	A	—
173,5	A	A	A	—	A	—	—	—	A	—	—	—
174	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	—	—
176,3	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	—	—
179	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	—	—
183,8	A	A	A	A	—	—	—	—	A	—	—	—
186,3	A	A	A	—	A	—	—	—	A	—	—	—

El Oko, a su vez, puede yacer en contacto cortante o penetrar dentro de venas de sulfuros en lavas alteradas. Estas venas presentan una zonalidad con piritita en bordes y calcopirita con o sin cuarzo en el centro.

La zonalidad es una característica primaria en este tipo de yacimientos y no se debe a efectos metamórficos posteriores, como lo demuestra el hecho de que existen yacimientos no metamorfiados, como los Kuroko, que presentan dicha zonalidad.

LUSK (1969) piensa que en estos yacimientos, al igual que en los hidrotermales epigenéticos,

la zonalidad se debe a un proceso de fraccionamiento metálico.

SATO (1973) achaca este fenómeno a la existencia de cambios en la fugacidad del oxígeno, la temperatura o el pH.

ROUTHIER (1977) observa que esta zonalidad está lejos de ser reconocida en el Cinturón Pirítico y STRAUSS (1970) lo supone debido a las modificaciones sufridas por las depresiones paleogeográficas coincidentes con las direcciones de la Hercínica.

En el caso del yacimiento de Aznalcóllar, una visión de las tablas núms. 6 a 15, en las que se

**TABLA 18**

**SONDEO 66. SITUACION DE LOS MINERALES ACCESORIOS**

(Apy: Arsenopirita; Po: pirrotina; Bour: bournonita; Cg: cobres grises; Mene: meneghinita; Ag: plata; Mc: marcasita; Gud: gudmundita; Ilm: ilmenita; Bi: bismuto; Go: goetita; St: estannina; Rt: rutilo; Meln: melnicovita)

Profundidad	Apy	Po	Bour	Cg	Mene	Ag	Mc	Gud	Ilm	Bi	Go	St	Rt	Meln
175	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	A
179	A	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—
182	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	A	—
183,4	A	A	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	A	—
187	A	A	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	—	A
190,5	A	A	A	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—
193	A	A	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	A	—
197	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
198,2	—	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	A	—
198,8	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
202,8	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
206	A	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
210	A	A	—	A	A	—	—	—	A	—	—	A	—	—
212,5	A	A	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—
215,6	A	A	—	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—
218,5	A	A	—	—	A	—	—	A	A	—	—	—	—	—
219,5	—	A	—	A	A	A	A	A	A	A	A	—	—	—
222,5	—	A	—	—	—	—	A	—	A	—	—	—	A	—
223,5	—	A	—	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
229	A	A	—	A	A	—	A	A	A	A	A	—	—	—
233	A	A	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
235,6	A	—	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
241,3	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
243	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	A	—
243,4	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	A	—

localiza la distribución de esfalerita, galena y calcopirita, así como el estudio geoestadístico de Zn, Pb y Cu realizado (SIERRA et al., 1984), nos indica la carencia absoluta de zonalidad en este yacimiento.

Vamos a intentar explicar algo más detalladamente esta falta de zonalidad. Para ello, nos basamos en el trabajo de SANGSTER y SCOTT (1976). Estos autores diferencian cuatro aspectos, bajo los cuales puede observarse la zonalidad: morfológico, mineralógico, textural y geoquímico.

*Zonalidad morfológica*

En los yacimientos constituidos por una mineralización masiva y otra diseminada. El yacimiento diseminado se presenta a muro del masivo.

En Aznalcóllar existe un tránsito gradual entre la mena y el estéril, mediante un yacimiento diseminado (mena fajeada y mena silíceas), que unas veces se presenta a techo y otras veces, la mayoría, tanto a muro como a techo (fig. 1).

*Zonalidad mineralógica*

Se manifiesta según el porcentaje de los sul-

**TABLA 19**

**SONDEO 26. SITUACION DE LOS MINERALES ACCESORIOS**

(Apy: arsenopirita; Cg: cobres grises; Bour: bournonita; Mene: meneghinita; Po: pirrotina; Go: goetita; Ag: plata; Mc: marcasita; St: estannina; Gud: gudmundita; Ilm: ilmenita; Rut: rutilo; Meln: melnicovita)

Profundidad	Apy	Cg	Bour	Mene	Po	Go	Ag	Mc	St	Gud	Ilm	Rut	Meln
115	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—
116,2	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
117	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	—	A	—
119	—	A	A	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
120,3	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
131,35	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
132,47	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
134,5	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
136	A	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139	A	A	—	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
141,1	A	A	A	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—
144,1	A	A	—	—	—	—	A	—	A	—	—	—	—
146	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
149	A	—	A	—	A	—	A	—	—	—	—	—	—
150	A	—	—	—	A	—	—	—	A	—	—	—	—
154	A	—	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—
155	A	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	A	—
158	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
159,4	A	A	—	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—
161,4	—	—	—	—	A	—	—	A	—	A	—	—	—
162,8	A	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—	—
164	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	A	—	—
164,3	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—	—
164,8	A	A	A	A	A	—	—	—	—	—	A	—	—
165,8	A	A	—	A	A	A	—	A	—	—	A	A	A
166,2	A	—	—	—	A	—	A	—	A	—	A	A	—

TABLA 20

## SONDEO 21. SITUACION DE LOS MINERALES ACCESORIOS

(Apy: arsenopirita; Cg: cobres grises; Bour: bournonita; Mene: meneghinita; Po: pirrotina; Ag: plata; Go: goetita; Mc: marcasita; St: estannina; Gud: gudmundita; Rut: rutilo; Meln: melnicovita)

Profundidad	Apy	Cg	Bour	Mene	Po	Ag	Go	Mc	St	Gud	Rut	Meln
176,4	—	—	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
185,2	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
186	—	A	—	—	A	—	—	A	A	—	A	A
190	—	A	—	—	—	—	A	—	—	—	A	A
191	—	A	—	—	A	—	A	A	—	—	A	—
193,2	—	—	—	—	A	—	A	A	—	—	—	A
195,8	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
199,8	—	A	—	—	A	—	—	A	—	—	A	A
206	—	A	—	—	—	—	A	—	—	—	A	A
209	A	A	—	—	A	—	—	A	—	A	A	—
211,14	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	A	A
214	A	A	—	A	A	—	—	A	—	—	A	—
216	—	A	—	—	A	—	A	—	—	—	—	A
218	—	A	—	—	A	—	A	—	—	—	—	—
218,6	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	—	A
226,9	—	A	—	A	A	—	A	A	—	—	—	—
228,8	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—
230	A	—	—	—	A	—	—	A	—	—	A	—
233,9	A	A	—	A	A	—	A	A	—	—	—	—
237,6	—	—	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—
244,3	—	A	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—
247,5	—	A	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—
251	A	A	—	—	A	—	A	A	—	—	—	—
251,9	A	—	A	A	A	—	—	A	—	—	—	—
253	—	A	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—
254,9	—	A	—	—	A	—	—	A	—	—	—	—
260,5	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
261,4	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
267	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
270	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
275,2	A	A	—	A	A	—	—	—	—	—	—	—
276	A	A	A	—	A	—	—	—	—	—	—	—
279	—	A	—	—	A	—	—	—	—	—	A	—
282	—	A	—	—	A	—	—	A	—	—	A	—
286,5	A	A	—	—	A	—	—	—	—	—	—	—
288	A	A	A	—	—	—	—	—	—	—	A	—
340,6	A	A	—	A	A	—	—	A	—	—	—	—

furos más abundantes: pirita, calcopirita, esfalerita y galena. La esfalerita es mucho más abundante en el yacimiento masivo que en el yacimiento diseminado. La galena sólo se presenta en el primero y la calcopirita y pirita en los dos.

Al mismo tiempo y dentro del yacimiento masivo la calcopirita suele presentar las mayores concentraciones a muro, mientras que la esfalerita y la galena a techo.

En la yacimiento de Aznalcóllar y como puede observarse en las tablas núms. 6 al 15, la calcopirita presenta una distribución homogénea, sin concentraciones mayores a muro. La esfalerita varía en proporción más que la calcopirita, pero no se observan tendencias de concentraciones mayores a techo. La galena, la más variable en cuanto a proporciones, cuando se presenta aparece asociada a la esfalerita, por tanto sin concentraciones mayores a techo.

## Zonalidad textural

Las zonas ricas en esfalerita y galena (techo), suelen estar bandeadas, mientras que la calcopirita nunca lo está.

En Aznalcóllar, y como puede observarse en la figura 1, el bandeo producido por el aumento en el porcentaje de esfalerita-galena, dentro de la pirita, sólo se observa como pequeñas intercalaciones y en niveles muy variables.

## Zonalidad composicional

De lo hasta aquí expuesto es fácil deducir que el cobre suele ser más abundante a muro y el plomo-cinc a techo. Sin embargo, existen yacimientos en los que las concentraciones de cobre son más homogéneas y lo que varía es la proporción de cinc, que aumenta hacia el techo.

La falta de zonalidad desde el punto de vista geoquímico ya ha sido descrita en SIERRA et al. (1984). Resumiendo, puede decirse que tras el estudio geoestadístico, a partir de 576 análisis químicos realizados por A.P.I.R.S.A., y considerando una distribución lognormal, se observa una población homogénea para el cobre, con una dispersión de valores muy baja, lo que confirma una

distribución geoquímica homogénea, sin ninguna tendencia visible de concentraciones mayores a muro.

El plomo, ligeramente más abundante que el cobre, presenta un coeficiente de variación mucho mayor, con un comportamiento geoquímico similar al cinc, que es el más abundante de los tres, y ambos no presentan tendencia de concentración mayor a techo.

En resumen, el yacimiento de Aznalcóllar, al igual que otros muchos yacimientos (Herrerías, Aljustrel, etc.) del Cinturón Pirítico Hispano-Portugués no presenta ninguna zonalidad.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la empresa Andaluzas de Pirita, propietaria de la mina.

## BIBLIOGRAFIA

- FERNÁNDEZ ALVAREZ GIL: *Los yacimientos de sulfuros polimetalíferos del SO Ibérico y sus métodos de prospección*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias (1974).
- LUSK, L.: *Base metal zoning in the Heath Steels B-1 Ore body, New Brunswick, Canada*. Econ. Geol., vol. 64, pp. 509-518 (1969).
- ROUTHIER, P. et al.: *Amas sulfures vulcano-sédimentaires. La ceinture sud-ibérique a amas sulfures dans sa partie espagnole médiane*. C. R. Univ. Pierre et Marie Curie, 378 pp., París (1977).
- SANGSTER, D. F., y SCOTT, S. D.: *Precambrian, Strata-bound. Massive Cu-Zn-Pb sulfide Ores of North America*. Woolf Vol. 6, Cap. 5, pp. 129-222 (1976).
- SATO, T.: *A chloride complex model for Kuroko mineralization*. Geochem. J. Japan, 7, pp. 245-270 (1973).
- SIERRA, J.: *Geología, mineralogía y metalogénia del yacimiento de Aznalcóllar (segunda parte: Mineralogía y Sucesión mineral)*. Bol. del IGME, t. XCV, pp. 553-568 (1984).
- SIERRA, J.; ASTUDILLO, J., y LUNAR, R.: *Estudio geoquímico del yacimiento de Aznalcóllar (Cinturón Pirítico Hispano-Portugués)*. I Congreso Español de Geología, tomo II, pp. 685-701 (1984).
- STRAUSS, G. K.: *Sobre la geología de la provincia pirítica del SO de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal)*. Memoria del IGME, tomo 77 (1970).

Recibido: Agosto de 1985