

MINERIA

# Los yacimientos Pb-Zn del tipo Reocín en el sector oeste de Cantabria: Estudio comparativo y aspectos genéticos (\*)

Por M. BUSTILLO REVUELTA (\*\*) y S. ORDÓÑEZ DELGADO (\*\*)

RESUMEN

Los yacimientos Pb-Zn de Santander (tipo Reocín) son uno de los más importantes depósitos de Pb-Zn de España. En este trabajo se establece un estudio comparativo entre estos yacimientos y los denominados tipo «Mississippi Valley» en base a tópicos tales como las características de las rocas encajantes, tipología de las mineralizaciones, etc. Por último, consideramos algunos aspectos genéticos para intentar determinar la génesis de las mineralizaciones en un sentido singenético o epigenético.

ABSTRACT

The lead-zinc ores from Santander (Reocín type) are one of the most important lead-zinc mineralizations of Spain. In this paper we establish a comparative study between these ores and those called «Mississippi Valley type» using topics like characteristics of the host rocks, types of ores, etc. Later, we consider some genetic aspects in view to determine the genesis of the mineralizations in a syngenetic way or epigenetic one.

INTRODUCCION

Los yacimientos Pb-Zn aptienses de Cantabria incluyen una serie de minas que, situadas principalmente al oeste de Santander, abarcan una franja de unos 25 Km. de largo por 10 Km. de ancho en la zona costera (fig. 1). Todas ellas presentan unas mismas características, por lo que pueden ser analizadas globalmente, y su génesis, desde su descubrimiento a mediados del siglo pasado, ha ido sufriendo diferentes interpretaciones, estando actualmente la controversia entre un posible origen singenético (MONSEUR, 1967) o epigenético (BUSTILLO y ORDÓÑEZ, 1980; VADALA, 1981).

El objetivo fundamental de este trabajo es, en base a las características presentes de los yacimientos, evaluar su posible calificación como ya-

cimientos del tipo «Mississippi Valley» y considerar algunos aspectos sobre su posible génesis.

ENCUADRE GEOLOGICO

La zona en la que se encuadran los yacimientos forma parte de la gran cuenca de sedimentación cantábrica, cuyos materiales aflorantes están suavemente plegados por la orogenia alpina. Los yacimientos estudiados abarcan desde representantes de los situados en zonas más externas de la cuenca (p. e., Reocín) hasta los localizados en las cercanías del continente durante la sedimentación cretácica (p. e., La Florida).

Desde el punto de vista estratigráfico, se sitúan en un conjunto carbonatado incluido en el denominado Complejo Urgoniano de edad Cretácico Inferior. Dentro de las diversas secuencias deposicionales que constituyen dicho complejo, constituida cada una de ellas por una sucesión de rocas detríticas-rocas carbonatadas, es el tramo carbonatado de la segunda secuencia, de edad Aptiense, la que constituye la roca encajante de las mi-



Figura 1.—Situación geográfica de las diferentes minas estudiadas.

neralizaciones. A su vez, las mineralizaciones encajan únicamente en aquellas zonas que presentan intensos procesos de dolomitización.

CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIENTOS

De las diversas características que presentan estos yacimientos, pensamos que existen una serie de ellas que son básicas a la hora de establecer un posible origen para las mineralizaciones. Consideramos las que poseen la roca encajante, la mineralización, así como algunos aspectos geoquímicos.

Rocas encajantes s.l.

Aunque tal como se comentó anteriormente, las dolomías son exclusivamente la roca encajante, también es importante considerar, de una forma más amplia, las calizas que sufren los procesos de dolomitización. Dichas calizas poseen como aspectos más relevantes sus características microfaciales (wackestones-packestones fosilíferos) que permiten clasificarlas como originadas en un medio de plataforma somera más o menos restringida, y sus relativamente altos contenidos en estroncio (aproximadamente 300 ppm.) y bajos en hierro y manganeso (0,3% y —) (tabla 1).

TABLA 1

Contenidos de las rocas calcáreas y dolomíticas en los elementos traza analizados

	Sr	Fe	Mn	Zn	Pb
Calizas ... ..	350 ppm	0,3 %	—	—	—
Dolomías ... ..	50 ppm	4,0 %	1.200 ppm	200 ppm	—

Por su parte, las dolomías presentan un aspecto homogéneo, contactos netos con las calizas y distribución irregular, siendo frecuente la existencia de restos calcáreos no dolomitizados incluidos en las dolomías. Microscópicamente están formadas por grandes cristales (400 micras), frecuentemente con «cloudy centers» o núcleos zonados y estando la textura original casi totalmente ocluida por el proceso de dolomitización; sólo en ocasiones se observan fantasmas o restos de la textura primitiva.

Un aspecto muy importante desde el punto de vista genético es la ausencia de depósitos evaporíticos relacionados, lo que impide su conexión con salmueras originadas a partir de este tipo de materiales. También es resaltable la no existencia de un paleokarst premineralización, aunque son frecuentes los procesos de karstificación más o menos actuales.

(\*) Un abstract de este trabajo, bajo el título «Lead and zinc ores from Santander (North Spain): Mississippi Valley-type?», fue presentado y defendido por uno de sus autores en el 27 Congreso Internacional de Geología celebrado en Moscú.

(\*\*) Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid.

Por último, y desde el punto de vista geoquímico, las rocas dolomíticas se caracterizan por sus bajos contenidos en estroncio (50 ppm.) y los muy altos en hierro (4%) y manganeso (1.200 ppm.) así como, en ocasiones, el alto fondo geoquímico en cinc (200 ppm.).

#### Mineralización

La mineralización primaria está constituida por esfalerita principalmente y cantidades menores de galena, pirita y marcasita. También está presente, en las minas de La Florida, la baritina y no existe ningún indicio de fluorita. Asociado con la mineralización aparece un cemento, muy característico por otra parte en los yacimientos de Pb-Zn en rocas carbonatadas, formado por grandes cristales de dolomita (2 mm.) que hemos denominado dolomita blanca y cuya génesis está relacionada con procesos de cementación tardíos (BUSTILLO, 1984 b).

Las texturas de las mineralizaciones son variadas (BUSTILLO, 1984 a), destacando las texturas colomorfas en la esfalerita y el carácter «cross cutting» de los cristales de galena. Estas mineralizaciones se disponen cementando cavidades de tamaño variable y porosidades intercrystalinas, siendo el proceso fundamental de precipitación la deposición en espacios abiertos, bien a favor de grandes niveles lenticulares de continuidades relativas o en forma de bolsadas de tamaño variable (fig. 2). También, en ocasiones, pueden aparecer mineralizaciones a favor de fallas y fracturas

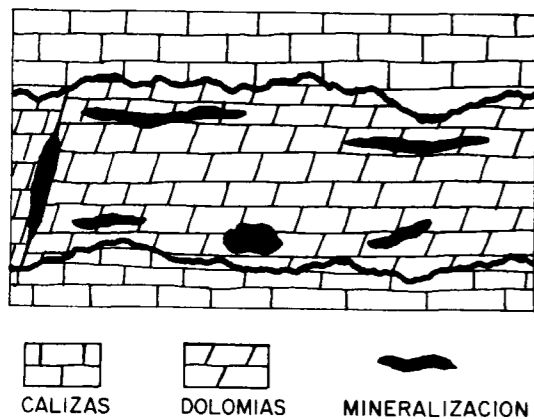


Figura 2.—Esquema de las diferentes configuraciones existentes en las mineralizaciones.

por removilizaciones posteriores. En general se pueden definir como configuraciones tipo «strata-bound».

#### Aspectos geoquímicos

Las proporciones relativas de los diferentes elementos en las calizas y en las dolomías resultan interesantes de comentar. Así, para el estroncio existe una fuerte disminución en el paso de calizas a dolomías (de 350 a 50 ppm.), lo que indica que el proceso de dolomitización lleva consigo una importante pérdida en este elemento. Por el contrario, dicha dolomitización genera un aumento considerable en los contenidos en hierro (0,3% en las calizas frente a un 4% en las dolomías), manganeso (— frente a 1.200 ppm.) y en ocasiones en cinc. Por ello, es necesario pensar en la existencia de un proceso de dolomitización en un estadio de la diagénesis en el cual el medio de sedimentación no condiciona apreciablemente la distribución de los elementos geoquímicos.

Los coeficientes de correlación entre los diferentes elementos reafirman esta apreciación, pues se han obtenido altos coeficientes entre elementos propios de los materiales calcáreos ( $Sr-OCa=0,8$ ), de las dolomías ( $Fe-Mn=0,9$ ) y la mineralización ( $Pb-Zn=0,7$ ), no existiendo pares de elementos en los que se produzca, de forma significativa, una mezcla entre los componentes característicos de cada población.

Por último, los datos isotópicos del azufre en la esfalerita y la galena también aportan datos significativos en cuanto a la génesis de las mineralizaciones. En muestras procedentes de Novales, el delta  $^{34}S$  adquiere un valor de +9,90 para la esfalerita y +3,80 para la galena, por lo que la diferencia entre ambas es de +6,10 y, aplicando las curvas de fraccionamiento de SAKAI (1968) (fig. 3), se obtienen temperaturas de formación de aproximadamente 120 °C para las mineralizaciones.

#### ESTUDIO COMPARATIVO

El estudio comparativo se realiza en base al trabajo de BROWN (1970), en el cual el autor establece, de forma sintética, once características que presentan los yacimientos del área del valle del Mississippi y que, por extensión, pueden conside-

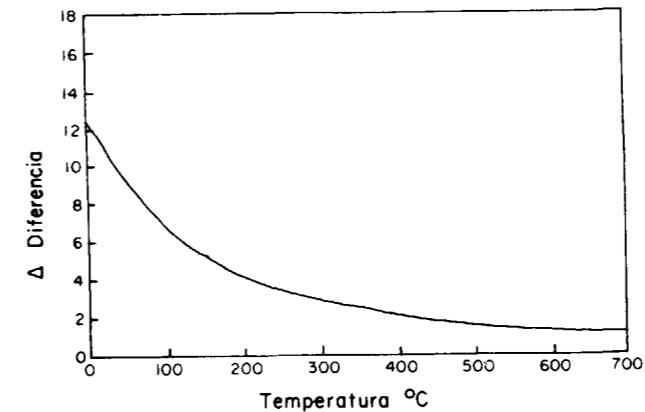


Figura 3.—Curva de fraccionamiento isotópico para la esfalerita-galena basada en las estimaciones de SAKAI (1968) (según BACHINSKY, 1969).

rarse más o menos representativas de los yacimientos tipo «Mississippi Valley».

- 1) «Las mineralizaciones se presentan, aunque no exclusivamente, en rocas carbonatadas, originalmente de carácter calcáreo o dolomítico. Predominantemente en dolomías, aunque pequeñas fracciones pueden impregnar areniscas asociadas». Los yacimientos del tipo Reocín aparecen, exclusivamente, en rocas dolomíticas y nunca en materiales calcáreos, pero excepcionalmente (Reocín) pueden presentarse en las arenas suprayacentes.
- 2) «Los minerales principales son los sulfuros de cinc y plomo, siendo el cinc predominante sobre el plomo. Los sulfuros de hierro son, en muchos casos, frecuentes, aunque con una distribución errática y presentándose, principalmente, en zonas marginales».

Los yacimientos estudiados poseen, como minerales principales, la esfalerita y la galena, siendo el primero ampliamente dominante sobre el segundo. En cuanto a los sulfuros de hierro (pirita-marcasita), existe una zonación a gran escala, con abundancia extrema en las minas situadas al este (Reocín), mientras que hacia el oeste va disminuyendo hasta casi desaparecer en La Florida.

- 3) «El plomo es marcadamente anómalo, del tipo J, con exceso de los tres componentes radiogénicos  $^{206}Pb$ ,  $^{207}Pb$  y  $^{208}Pb$ . Las proporciones isotópicas varían según los distri-

tos, depósitos e incluso dentro de los propios cristales.»

En nuestro caso, la ausencia de datos de este tipo nos impide corroborar o rechazar dicho aspecto.

- 4) «Las mineralizaciones son relativamente pobres en metales preciosos, pero con un alto contenido en elementos traza (Cu, Cd, Ge, Ga, Co, Ni, Hg, etc.), que varían según los depósitos. El cobre puede presentarse, en algunos casos, de forma visible y económica en forma de calcopirita.»

En base a los datos de ARRIBAS (1981) y BUSTILLO (1984 b) se puede afirmar que las mineralizaciones son relativamente ricas en elementos traza aunque, en ningún caso, llega a presentarse el cobre como fase mineral.

- 5) «La baritina aparece en cantidades comerciales en los depósitos o zonas cercanas a ellos, aunque también puede estar ausente. La fluorita es rara o no existe.»

De los diferentes yacimientos estudiados, tan sólo en La Florida se encuentra baritina en forma de nivel más o menos continuo a techo del segundo nivel mineralizado; en el resto (Udías, Novales, Punta Calderón, Reocín, etc.) está ausente. En ningún caso llega a aparecer fluorita.

- 6) «La esfalerita, comúnmente es de bajo contenido en hierro, pero puede presentar un bandeo de color indicativo de variaciones composicionales menores.»

En las mineralizaciones del tipo Reocín la textura más frecuente es la constituida por sucesivas bandas de diferente tonalidad de esfalerita, siendo característico el variable contenido en hierro según las bandas (máximo en las oscuras y mínimo en las claras).

- 7) «Es característica la grosera cristalinidad de la esfalerita, galena y fluorita, especialmente en las mineralizaciones situadas en cavidades.»

La cristalinidad de la esfalerita en las mineralizaciones estudiadas es variable, oscilando entre las morfologías fibrosas y de pequeño tamaño de las bandas claras de esfalerita y los grandes cristales subeuhedrales

de las bandas oscuras. En aquellos casos en que no existe el bandeado de color, es común el gran tamaño de los cristales de esfalerita. En cuanto a la galena, se presenta en forma de cristales aislados, generalmente bien desarrollados, dispersos en el conjunto esfalerítico.

- 8) «Las rocas no han sufrido metamorfismo regional y los depósitos no muestran signos de modificaciones importantes salvo el "weathering".»

Los yacimientos del tipo Reocín no han sufrido, en ningún caso, metamorfismo regional y tan sólo han sido afectados por la orogenia alpina con desarrollo de suaves pliegues, así como, en algunos casos (Reocín), por importantes procesos de alteración superficial.

- 9) «Las mineralizaciones aparecen básicamente en ciertos horizontes o estratos preferentes de tal forma que, en general, pueden definirse como estratiformes o "stratabound".»

Las mineralizaciones de los yacimientos considerados se presentan en configuraciones tipo «stratabound» y nunca estratiformes.

- 10) «La actividad ígnea, en la mayor parte de las áreas mineralizadas, es poco importante o no existe y, en aquellos casos en que está presente, no existen evidencias que nos permitan conectarla con las mineralizaciones.»

En nuestro caso, la actividad ígnea está ausente, por lo que no es posible establecer ningún tipo de relación genética.

- 11) «Todas las evidencias geológicas indican que las mineralizaciones se formaron a bajas temperaturas y a partir de soluciones acuosas. Los minerales contienen gran cantidad de inclusiones fluidas rellenas parcialmente por salmueras equivalentes a un agua de mar de cinco a diez veces concentrada; estas inclusiones fluidas dan temperaturas de formación de 100 a 150 °C.»

No existen datos concluyentes en cuanto a las características de las soluciones mineralizantes, pero los valores obtenidos a partir de los datos isotópicos indican temperaturas de formación de alrededor de 120 °C.

Como se puede observar en la exposición y comparación de estas características generales de los yacimientos del tipo «Mississippi Valley», la mayoría son válidas o aplicables a los yacimientos del tipo Reocín de la zona oeste de Cantabria y, tan sólo en algunos casos, la ausencia de datos impide corroborar determinados aspectos. Por ello, los yacimientos estudiados pueden ser considerados, globalmente, como semejantes a los del tipo «Mississippi Valley» y ser incluidos en dicho grupo. Intentando especificar algo más, SANGSTER (1983) propone tres subgrupos dentro del gran grupo «Mississippi Valley»:

- 1) Subgrupo cratónico rico en plomo.
- 2) Subgrupo cuencal rico en cinc.
- 3) Subgrupo de plataforma rico en cinc. Si consideramos dichos subgrupos, los yacimientos del tipo Reocín entrarían dentro del tercer subgrupo por tratarse de depósitos con claro predominio del cinc y situados en rocas, a gran escala, originadas en un ambiente de plataforma.

#### ASPECTOS GENETICOS

Los yacimientos del tipo «Mississippi Valley», a nivel mundial, sufren un dualismo en cuanto a su posible génesis. Por un lado existen autores partidarios de un origen singenético muy ligado al medio de sedimentación y, por otra parte, otros autores piensan que su origen es epigenético, con existencia de una roca madre, migración de los componentes a través de salmueras mineralizantes y deposición de éstas en una roca almacén de tipo carbonatado. En los yacimientos del tipo Reocín en Cantabria dicho dualismo está representado por MONSEUR (1967) —origen singenético— y BUSTILLO y ORDÓÑEZ (1980) y VADALA (1981) —origen epigenético—. Obviamente no existen datos concluyentes, pero consideramos que pueden presentarse una serie de aspectos que ayuden a comprender su posible génesis:

- 1) Las rocas encajantes de las mineralizaciones son exclusivamente de carácter dolomítico, lo que unido al carácter básico de relleno de espacios abiertos para la mineralización, indica que dichas mineralizaciones fueron posteriores a la formación de las dolomías.

- 2) Las dolomías poseen una serie de características a la macro, meso y microescala que, en el estado actual de los conocimientos sobre los procesos de dolomitización, no pueden ser interpretadas como fruto de procesos de dolomitización sinsedimentarios o penecontemporáneos, sino más bien diagenéticos tardíos. Aspectos tales como su distribución irregular, grueso tamaño de los cristales, pérdida de las texturas primitivas, etc., pensamos que son definitivos a la hora de establecer su origen.
- 3) La ausencia de materiales evaporíticos asociados impide su caracterización como depósitos singenéticos, pues no existe, ligado al medio de sedimentación, ningún posible aporte de azufre en forma de sulfatos o sulfuros. Por otro lado, las características geoquímicas de las dolomías no concuerdan en absoluto con las correspondientes a las calizas, materiales éstos que representan el ambiente sedimentario en el Aptiense.
- 4) Las texturas cíclicas en las mineralizaciones no invocan necesariamente un origen singenético, pues este tipo de texturas no son exclusivas de los procesos sedimentarios y pueden generarse, bajo diferentes condiciones, en ambientes diagenéticos más o menos avanzados.
- 5) Los datos isotópicos de la esfalerita y galena indican temperaturas de formación de aproximadamente 120 °C, temperaturas éstas difícilmente obtenibles en la sedimentación, salvo la existencia de anomalías térmicas ligadas a procesos endógenos, procesos éstos que, si existieron, no han dejado huella en el registro geológico.

En base a estos aspectos pensamos que la hipótesis singenética no es la más adecuada para intentar explicar el origen de los yacimientos estudiados, siendo más factible un origen epigenético

que involucraría una roca madre para los componentes, una dolomitización de los materiales calcáreos en una etapa más o menos avanzada de la diagénesis y una posterior deposición de las mineralizaciones transportadas a través de soluciones mineralizantes (BUSTILLO, 1984 b).

#### BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A.: *Distribución geoquímica de los elementos en trazas de los yacimientos españoles del tipo B.G.P.C.* Fundación Juan March, Serie Universitaria, 146, 54 pp. (1981).
- BACHINSKY, D. J.: *Bond strength and sulfur isotope fractionation in coexisting sulfides.* Econ. Geol., 64, 56-65 (1969).
- BUSTILLO, M.: *Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico de la provincia de Cantabria.* I Congreso Español de Geología, tomo II, 435-446 (1984 a).
- BUSTILLO, M.: *Estudio petrológico y geoquímico de las mineralizaciones Zn-Pb del Cretácico Inferior (Aptiense) de Cantabria (zona oeste).* Tesis Doctoral, inédita, 403 pp. (1984 b).
- BUSTILLO, M., y ORDÓÑEZ, S.: *Posible origen diagenético de los sulfuros sedimentarios en facies carbonáticas (provincia metalogénica de Cantabria).* Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas, Univ. de Barcelona, vol. 34, 339-349 (1980).
- BROWN, J. S.: *Mississippi Valley type lead-zinc ores.* Mineral. Deposita, 5, 103-119 (1970).
- MONSEUR, G.: *Synthese des connaissances actuelles sur le gisement stratiforme de Reocin (province de Santander-Espagne).* Econ. Geol. Mon., 3, 278-293 (1967).
- SAKAI, H.: *Isotopic properties of sulfur compounds in hydrothermal processes.* Geochemical J., 2, 29-49 (1968).
- SANGSTER, D. F.: *Mississippi Valley-type deposits: a geological mélange.* En G. Kisvarsanyi et al. (Eds.), *International Conference on Mississippi Valley type lead-zinc deposits.* University of Missouri-Rolla, U. S. A., 7-19 (1983).
- VADALA, P.: *Le gite de ZnS-PbS a gangue ankeritique de Reocin (Santander, Espagne). Tectonique diapirique, phénomènes karstiques et mineralisations.* Université D'Orleans, 288 pp. (1981).

Recibido: Enero de 1985