

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS MINERALIZACIONES Pb-Zn DEL TIPO REOCIN EN EL SECTOR OESTE DE CANTABRIA

M. Bustillo Revuelta (*)

RESUMEN

En este trabajo se hace un estudio de las mineralizaciones Pb-Zn del tipo Reocín en Cantabria, principalmente desde un punto de vista petrológico y geoquímico. Las rocas encajantes de las mineralizaciones son dolomías mesozoicas que poseen algunas características remarcables: aspecto cavernoso, estratificación difusa, distribución irregular, cristales de gran tamaño, textura relictiva con existencia de fantasmas y "cloudy centers" y un bajo contenido en estroncio (50 ppm.) y alto en hierro y manganeso (4% y 1.200 ppm., respectivamente). Estas características permiten clasificarlas como originadas por procesos de dolomitización diagenéticos tardíos.

Las mineralizaciones primarias están constituidas por esfalerita, galena, pirita y marcasita y, en ocasiones, baritina. Estos minerales rellenan cavidades y otros espacios abiertos, siendo la textura más importante la compuesta por bandas alternantes de esfalerita de diferente tonalidad ("textura colomorfa") con cristales dispersos de galena, pirita y marcasita. La morfología general es típicamente "stratabound" y no estratiforme. Los minerales secundarios, producto de la alteración, incluyen smithsonita a partir de la esfalerita, cerusita de la galena y goethita de la pirita y marcasita.

Las características de las rocas encajantes y de las mineralizaciones muestran que éstas se formaron epigenéticamente, con existencia de una roca madre, migración de soluciones mineralizantes y deposición de éstas en una roca caja de carácter dolomítico.

PALABRAS CLAVE: Yacimiento Pb-Zn, Dolomitización, Cantabria.

ABSTRACT

The lead-zinc mineralizations from Western Cantabria are studied in this paper, mainly from a petrological and geochemical point of view. The host rocks are mesozoic dolomites which present some outstanding evidences: cavernous aspect, irregular distribution, coarse-grained, relict texture with ghosts and cloudy centers, and low geochemical content in Sr (50 ppm) and high in Mn and Fe (1200 ppm and 4%, respectively). These characteristics allow classify them as originated by late diagenetic dolomitization processes.

The primary ores are sphalerite, galena, pyrite, marcasite, and sometimes barite. These minerals fill cavities and other open spaces, being the most important texture composed by alternating bands of sphalerite of different colour ("colloform texture") with scattered crystals of galena, pyrite, and marcasite. The general morphology is typically stratabound and not stratiform. The secondary minerals, product of weathering, include smithsonite from sphalerite, cerussite from galena, and goethite from pyrite and marcasite.

The characteristics of the host rocks and mineralizations show they were formed epigenetically, with existence of a source rock, migration of mineralizing solutions and deposition of them in a host rock of dolomitic character.

KEY WORDS: Pb-Zn Ore deposit, Dolomitization, Cantabria.

Introducción

Las mineralizaciones de Pb-Zn estudiadas han permitido que durante muchos años la provincia de San-

tander figurase en el primer lugar de España en cuanto a producción de mineral de zinc, por lo que su importancia económica es notable. Al igual que sucede con este tipo de yacimientos en otros lugares del

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

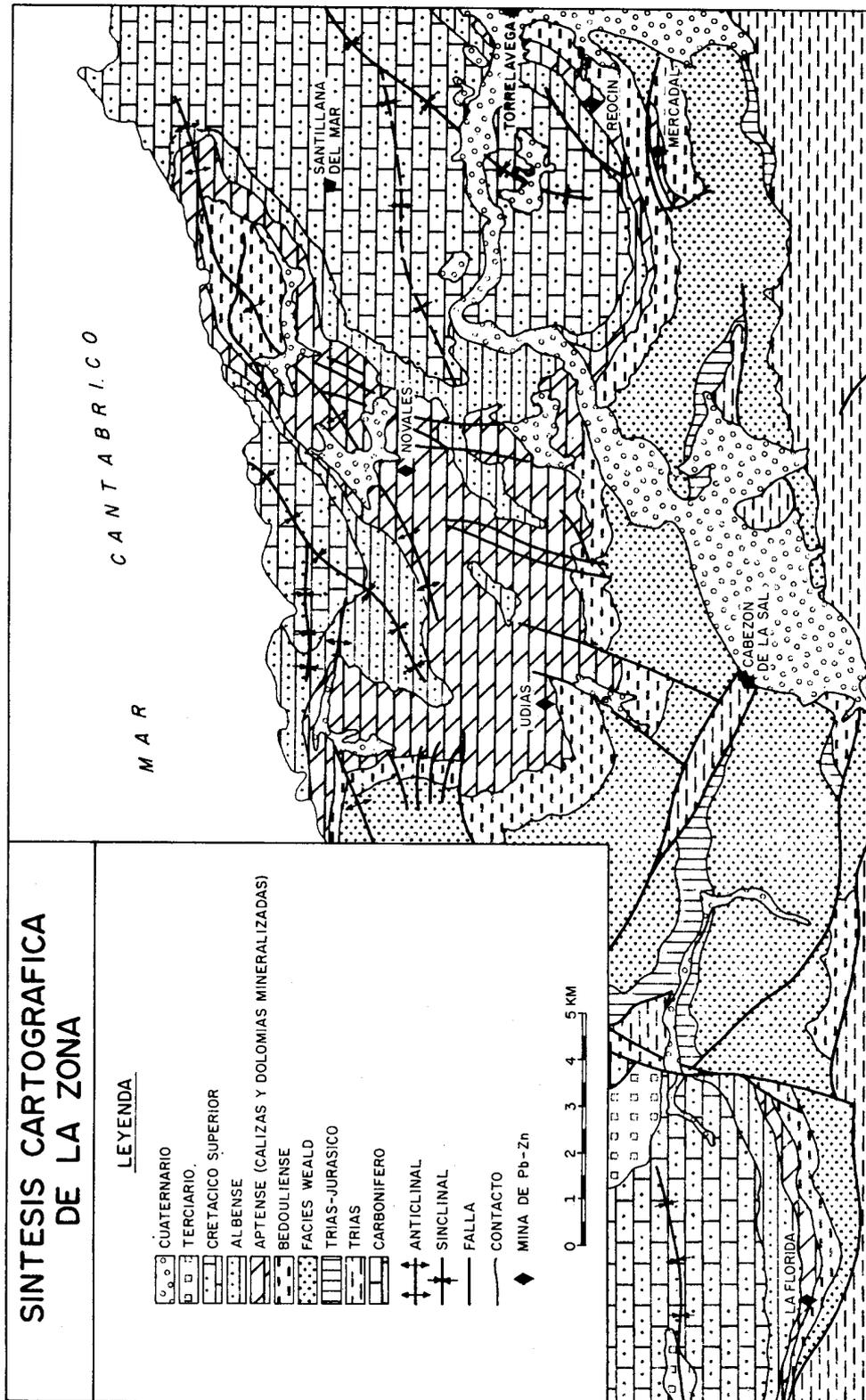


Fig. 1.—Esquema geológico de la zona estudiada.

mundo, su génesis no está todavía resuelta y, desde su descubrimiento a mediados del siglo pasado, han sido propuestas múltiples teorías: plutónicas (Maestre, 1864), metamórficas (Villar, 1908) y, más modernamente, modelos singenéticos (Monseur, 1967) y epigenéticos (Bustillo y Ordóñez, 1980; Vadala, 1981), pudiéndose estas últimas encuadrarse dentro de la discusión general singenesis-epigénesis existente en la actualidad sobre los yacimientos de Pb-Zn en rocas carbonatadas.

El objetivo fundamental de este trabajo es establecer una serie de consideraciones que nos permitan construir un modelo genético para intentar explicar el origen de los yacimientos.

Situación geológica y zonas consideradas

La zona en la que se localizan los yacimientos queda ubicada dentro de la gran cuenca de sedimentación cantábrica en la que afloran, principalmente, materiales mesozoicos y terciarios suavemente plegados por la orogenia alpina (fig. 1). Dentro de este grupo de materiales mesoterciarios (Rat, 1959a), define el Complejo Urganiano, constituido por una alternancia de rocas detríticas-rocas carbonatadas de edad aptiense-albiense. A su vez, García-Mondéjar y Pascal (1978) muestran la existencia de cuatro secuencias deposicionales en el Complejo Urganiano (fig. 2), siendo la unidad carbonatada de la segunda secuencia la que sufre los procesos de dolomitización y mineralización.

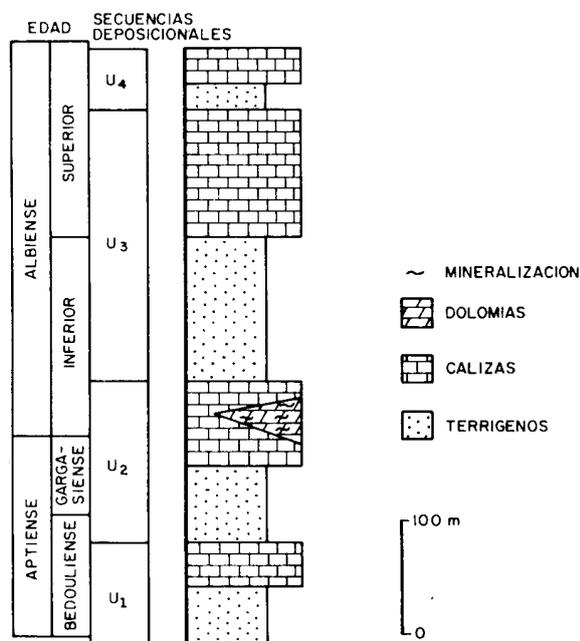


Fig. 2.—Sucesión litológica en el Complejo Urganiano (según García-Mondéjar y Pascal, 1978) con la situación estratigráfica de las mineralizaciones.

La región se ha dividido, para su estudio, en tres zonas más o menos separadas geográficamente (fig. 3), pero que presentan una continuidad geológica entre ellas (Bustillo, 1984c). Una primera zona es la de La Florida, situada en el flanco sur del sinclinal de

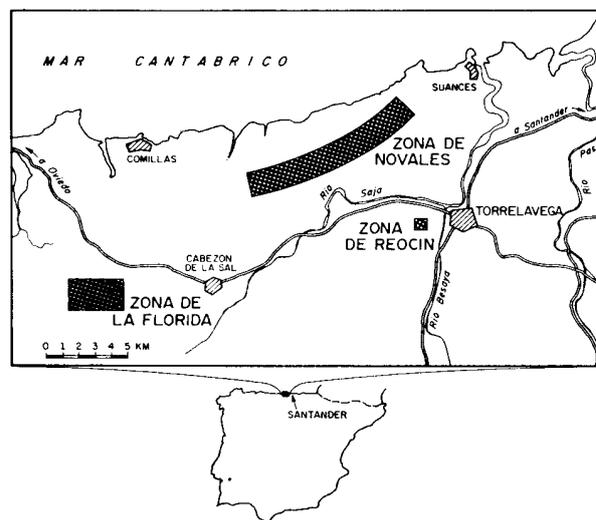


Fig. 3.—Localización de las zonas consideradas en el estudio de los yacimientos.

Bielba-Labarces y en la que los materiales más antiguos que afloran son la serie detrítica del Permo-trías. A través de un contacto que, probablemente, sea un despegue, aparece un conjunto arenoso y arcilloso en facies Weald que hacia techo pasa a lutitas margosas con abundantes orbitolinas. En contacto concordante con éstas se encuentra un conjunto calcáreo dentro del cual se localizan las dolomías del criadero. Posteriormente afloran, en sucesivos contactos concordantes, materiales calcáreos y detríticos que culminan con las calizas terciarias.

La segunda zona es la de Novalés, la más amplia y en la que se encuentran materiales que van desde las arcillas de un triás diapírico hasta las margas del Turoniense. Existe, en posición estratigráfica semejante a La Florida, un conjunto dolomítico muy bien representado donde se han realizado gran cantidad de minados, la mayor parte de ellos abandonados en la actualidad, salvo Novalés.

La tercera y última zona considerada es la de Reocín, con materiales que incluyen desde las facies Weald hasta las calcarenitas del Cenomaniense medio-superior. En esta zona afloran dos niveles dolomíticos, repetición producida por una falla, siendo el nivel situado más al norte el que posee las mineralizaciones de Reocín que son, con gran diferencia, las más importantes de todo el conjunto de yacimientos.

Dada la similitud obtenida en los resultados de las diversas zonas, la descripción se va a hacer en

conjunto, salvo en aquellos aspectos que sean particulares de una determinada zona, en cuyo caso se citará ésta.

Características de las rocas encajantes

En todas las columnas levantadas y sondeos testificados se puede observar una misma sucesión litológica constituida por un conjunto calcáreo infra-yacente, que hemos denominado calizas inferiores a las dolomías, y otro conjunto calcáreo suprayacente, denominado calizas superiores a las dolomías. Entre ambos se ubica el conjunto dolomítico que constituye la roca encajante de las mineralizaciones. Los contactos entre las calizas y las dolomías poseen un desarrollo irregular, siendo frecuente la existencia de restos calcáreos no dolomitizados incluidos en el conjunto dolomítico. La potencia de los diferentes tramos es muy variable debido a esta irregular distribución, pero, en conjunto, varía entre 50 a 100 metros en la zona de La Florida y más de 300 metros en la de Novales.



Fig. 4.—Aspecto masivo y karstificado de las dolomías encajantes de la mineralización

Las calizas se presentan bien estratificadas, en bancos de uno a dos metros, desarrollando morfologías tabulares. Tanto las infra como las suprayacentes poseen una relativa homogeneidad de facies en las diferentes zonas, estando sus microfacies constituidas por packstones fosilíferos con abundantes orbitolinas, pelecípodos, equínidos y microforaminíferos, que pueden interpretarse como correspondientes

a un medio de plataforma somera más o menos restringida.

Las dolomías, que constituyen única y exclusivamente la roca encajante de las mineralizaciones, presentan un aspecto masivo e indiferenciado (fig. 4), con pérdida total de la estratificación en la mayoría de los casos, y habiéndose sobreimpuesto procesos kársticos más o menos actuales que hacen difícil su estudio. Es característico el fuerte contraste de tonalidad entre el blanco de las calizas y el gris-marrón de las dolomías, siendo utilizado dicho contraste como guía de prospección. El tránsito calizas-dolomías es absolutamente neto, tanto a la micro como a la mesoescala. Internamente son homogéneas, estando dicha homogeneidad en ocasiones disturbada por la presencia de brechas de colapso a menudo cementadas, sin que se observen estructuras de deformación.

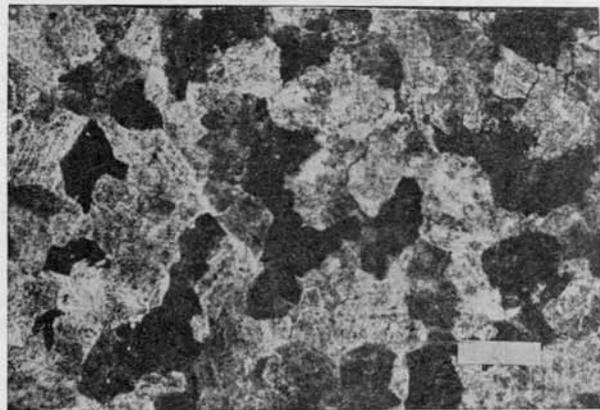


Fig. 5.—Mosaico de cristales anhedrales inequigranulares de dolomita (N x; escala gráfica = 500 micras).

Petrográficamente están constituidas por mosaicos de cristales anhedrales (fig. 5) a euhedrales (fig. 6) de tamaño variable (entre 100 micras y 1 mm.) y

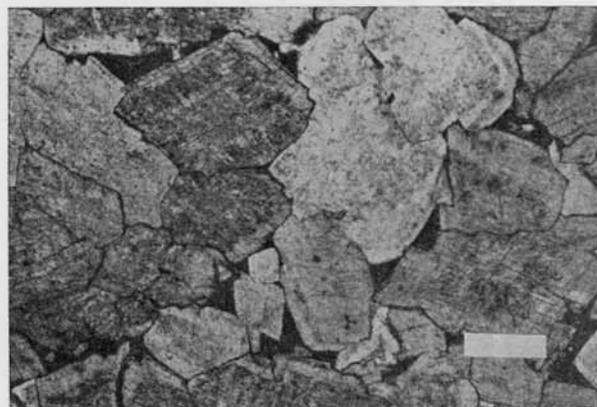


Fig. 6.—Mosaico de cristales euhedrales inequigranulares de dolomita (N //; escala gráfica = 500 micras).

textura preferentemente porfirofítica. Es frecuente la existencia, en los cristales euhedrales, de núcleos zonados (C.C.C.R. según Sibley, 1982) bien desarrollados (fig. 7), sin que existan importantes diferencias composicionales entre el núcleo oscuro y la parte externa más clara. La textura deposicional primaria está casi totalmente borrada y solo en ocasiones se preservan fantasmas de aloquímicos (principalmente miliólidos y orbitolinas). La porosidad es muy variable, predominando los vugs en los mosaicos xenotópicos y la intercrystalina en los idiótópicos. Estos mosaicos presentan localmente procesos de dedolomitización de carácter telogénico (Bustillo, 1984b).



Fig. 7.—Núcleos zonados ("cloudy centers") en morfologías rómbicas de dolomita (N //; escala gráfica = 500 micras).

Por último, en algunas muestras procedentes de la zona de Novalés (sondeos de Hoyo Alto) se han encontrado, puntualmente, procesos de silicificación, por otra parte relativamente comunes en los yacimientos de Pb-Zn en rocas carbonatadas. No obstante, en este caso dichos procesos no poseen gran importancia, ni cuantitativa ni cualitativa, pues se trata de silicificaciones en las cuales se preserva la textura original de la roca calcárea, por lo que son predolomitización y sin ninguna relación genética con las mineralizaciones.

Características de las mineralizaciones

Las mineralizaciones están constituidas por esfalerita, galena y pirita-marcasita como fases primarias y smithsonita, cerusita y goethita como productos de alteración, respectivamente. Sus texturas son muy variadas (Bustillo, 1984a), pero, en general, pueden agruparse en dos grandes conjuntos en función de su mecanismo generador: precipitación en espacios abiertos y procesos de alteración.

Relleno de espacios abiertos

La precipitación en espacios abiertos es el proceso básico en la generación de la mineralización primaria, desarrollando ésta morfologías en bolsadas de tamaño variable, niveles o capas de continuidad irregular o, simplemente, a favor de porosidades intercrystalinas, tratándose, en general, de configuraciones tipo "stratabound". La porosidad ocupada por la mineralización vendría originada por la inherente a los carbonatos bioconstruidos más la producida en el propio proceso de dolomitización, sin que existan evidencias de karstificaciones premineralización, pues el contacto mineralización-roca encajante suele ser ligeramente transicional a la microescala y con ausencia de tapices kársticos u otras formas de reconstrucción que podrían invocar un origen kárstico para la génesis de la porosidad.

La textura más frecuente que presenta la mineralización como consecuencia de la deposición en espacios abiertos es la constituida por sucesivas bandas alternantes de esfalerita de diferente tonalidad (figuras 8 y 11) que pueden asimilarse a las denominadas

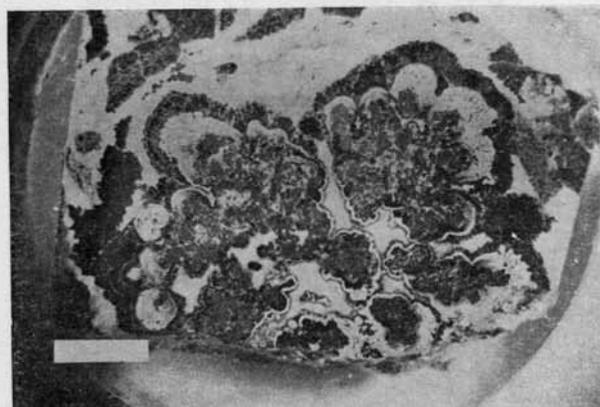


Fig. 8.—Texturas bandeadas en la esfalerita (lupa binocular; escala gráfica = 0,5 cms.).

por Bastin (1950) texturas de "crustification" y que reciben también numerosas denominaciones: botrioidales, reniformes, colomorfos, etc. (Ramdohr, 1980). Las diferentes bandas se caracterizan por su variable contenido en hierro (máximo en las oscuras y mínimo en las claras) (fig. 9) y por su cristalinidad, estando las bandas oscuras constituidas por grandes cristales subeuhedrales de esfalerita y las claras por cristales fibrosos de pequeño tamaño. Esta disposición bandeada, en ocasiones, aparece brechificada, constituyendo una textura "detrítica" bastante común (fig. 10).

Dentro de las bandas y en disposición errática se presentan los cristales de galena (cortando las texturas bandeadas cuando las interceptan, lo que indica su carácter posterior) con morfologías que varían

desde cristales euhedrales hasta elongados (los primeros más frecuentemente en el núcleo de los crecimientos bandeados y los últimos en las partes más externas).

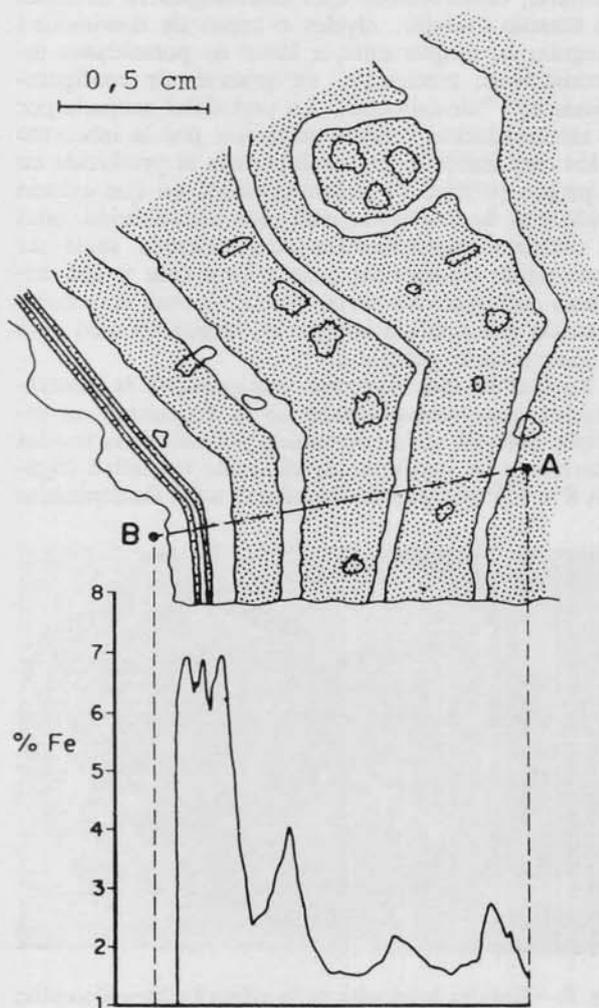


Fig. 9.—Contenido en hierro según las bandas de esfalerita.

La precipitación de la mineralización tuvo lugar a través de una secuencialidad bien definida que comenzó con la deposición alternante de las bandas de esfalerita sobre la roca encajante y finalizó con la génesis de un cemento dolomítico rico en hierro cuyo aspecto de visu es muy característico por su color blanco y su contraste con la mineralización oscura a la que muy frecuentemente va asociado. La última secuencia es la cementación total del espacio abierto o la existencia de un poro residual (fig. 11). Los contactos esfalerita-dolomita, automórficos respecto a la primera cuando los dos minerales involucrados son la esfalerita y la dolomita blanca, o automórficos respecto a la dolomita cuando se trata de relaciones esfalerita-dolomita roca encajante (fig. 12),

reafirman el carácter de secuencialidad en la deposición de la mineralización.

La situación de la pirita y la marcasita dentro de este conjunto es variable pero, en general, la primera se suele presentar en bordes de reacción en el contacto esfalerita-dolomita, mientras que la segunda va asociada a los procesos de cementación de la dolomita blanca, siendo también frecuente la existencia de una pirita secundaria por inversión de la marcasita (Bustillo, 1984a).



Fig. 10.—Textura detrítica en la mineralización (lupa binocular; escala gráfica = 0,5 cms.).

Esta paragénesis esfalerita, galena y pirita-marcasita, válida para todo el conjunto de yacimientos, se ve alterada en la zona de La Florida en la que, además de la casi inexistencia de los sulfuros de hierro, es muy típica la presencia de baritina en forma de capa más o menos continua a techo del segundo nivel mineralizado y a veces en contacto directo con él.

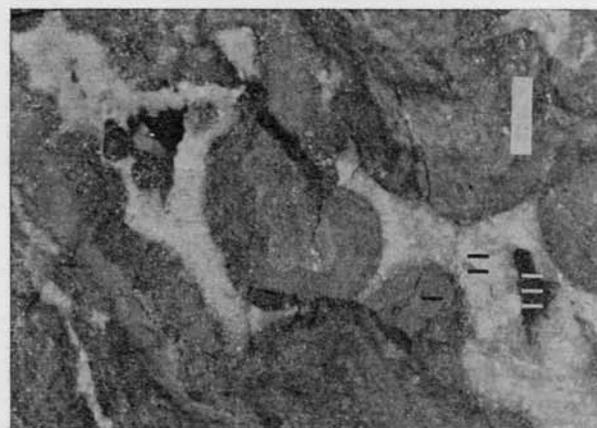


Fig. 11.—Secuencialidad en la precipitación de la mineralización y fases asociadas [mineralización (1) - dolomita blanca (II) - relleno total o poro residual (III); escala gráfica = 1 cm.].

Texturalmente está constituida por cristales fibrosos de gran tamaño, generando configuraciones fibroso-radiadas (fig. 13) cuyo origen estaría relacionado con la introducción de aguas meteóricas en zonas marginales de la cuenca. Ello habría producido la oxida-

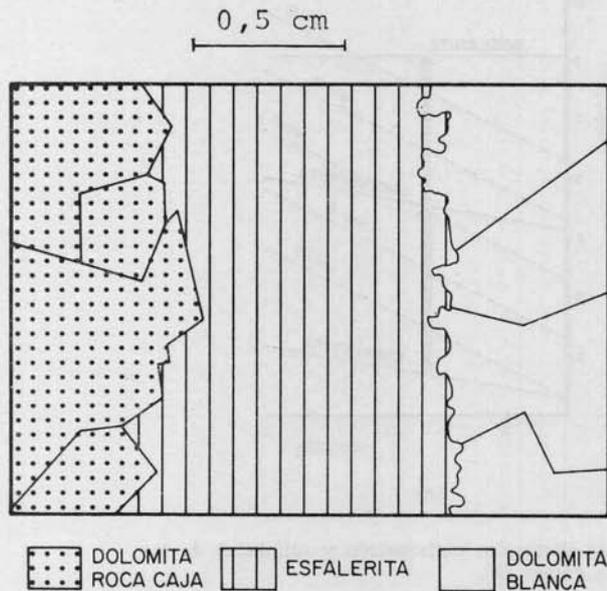


Fig. 12.—Tipos de contactos entre la esfalerita y la dolomita según el carácter de ésta.

ción sulfuros-sulfatos y la existencia de una interfase en la que precipitó la baritina. En base a estas diferencias en la abundancia de los minerales según las zonas estudiadas, se puede establecer una zonación de los minerales paragenéticos (fig. 14).



Fig. 13.—Aspecto fibroso-radiado de la baritina en la dolomita encajante.

Procesos de alteración

Los procesos de meteorización llevan consigo la generación de unas fases minerales de alteración (smithsonita, cerusita y goethita) cuya característica más sobresaliente es el mantenimiento de la textura original del mineral. Así es frecuente encontrar texturas bandeadas de esfalerita convertidas en smithsonita, o cristales de galena reemplazados por cerusita. Muy localmente se pueden generar fases en solución que precipitan tapices laminares, principalmente de smithsonita.

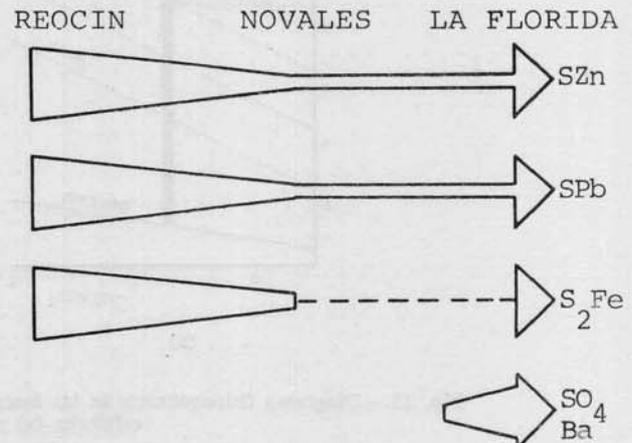


Fig. 14.—Distribución de los principales minerales paragenéticos según las zonas.

Existe un desarrollo cuantitativo y cualitativo en los procesos de alteración de la mineralización primaria. Cuantitativamente, existen zonas como la de La Florida, donde estos procesos apenas están representados, mientras que en otros lugares, como Reocin, son muy abundantes. Esto es debido a la presencia o ausencia de minerales sulfurados de hierro (pirita-marcasita) que, en su alteración, generan SO_4H_2 y $(\text{SO}_4)_2\text{Fe}_3$, que son dos poderosos agentes de oxidación y los grandes desencadenantes de la meteorización. Por ello, la alteración es, comparativamente, mucho mayor en Reocin, donde existen importantes cantidades de estos minerales, que en La Florida, donde su presencia es testimonial.

Cualitativamente se puede observar una cierta preferencia por las fases carbonatadas (smithsonita y cerusita) en detrimento de las sulfatadas (gossularita y anglesita) (Bustillo y Ordóñez, 1982). Si representamos en un diagrama $\log p\text{CO}_2$ -- $\log a\text{Zn}^{++}$ -- pH las curvas de estabilidad de la esfalerita y sus posibles productos de alteración (fig. 15a) se observa que, a partir del mineral primario alterado, la fase más estable es la smithsonita y no la gossularita. Únicamente en aquellos casos en que el pH es muy ácido (2 o 3) se puede originar gossularita, condiciones que son muy difíciles de obtener en medios carbonatados de-

bido al efecto "buffering" de los carbonatos. De forma similar le ocurre a la galena (fig. 15b), aunque en este caso las necesidades de pH son menores y sus posibilidades de formación mayores.

Existe una ligera variación en el comportamiento general en las columnas de La Florida (fig. 16, G y H). En dichas columnas la presencia de baritina asociada al techo del segundo nivel mineralizado hace

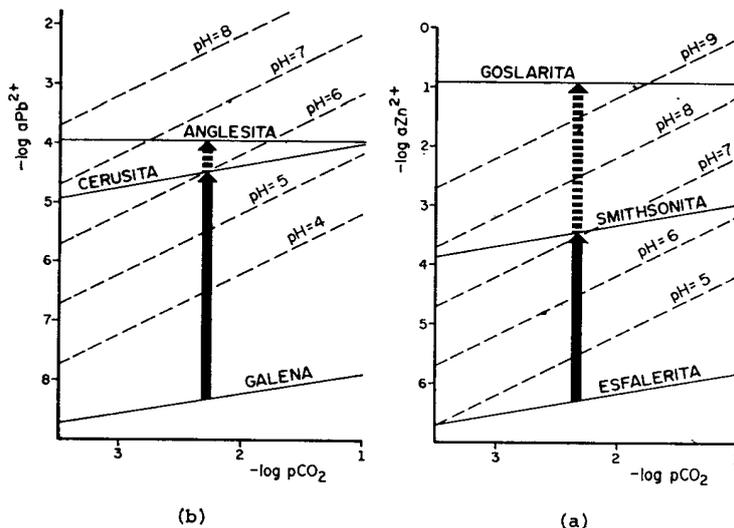


Fig. 15.—Diagrama fisicoquímico de las fases de alteración (carbonatada y sulfatada) de la esfalerita (a) y la galena (b).

Geoquímica

En el estudio geoquímico se calcularon los contenidos en OCa y OMg a través del análisis complejo-métrico y en Pb, Zn, Fe, Mn, Sr y Ba por fluorescencia de rayos X. En la figura 16 se muestran los resultados obtenidos en las diferentes columnas estudiadas, siendo estos resultados bastante similares, sobre todo en cuanto a evolución a lo largo de las columnas, independientemente de la zona considerada.

El óxido de calcio y el óxido de magnesio varían en función del carácter calcáreo o dolomítico de la roca, con máximos de OCa y mínimos de OMg en las calizas y mínimos de OCa y máximos de OMg en las dolomías. Este carácter condiciona también de forma muy importante los contenidos en estroncio, hierro y manganeso. Así, el estroncio presenta altos valores relativos en las calizas (200-300 ppm.) y mucho menores en las dolomías (40-50 ppm.). El hierro y el manganeso evolucionan de forma pareja pero inversa, con bajos contenidos en las rocas calcáreas (0,3% y < 50 ppm., respectivamente) mientras que las dolomías poseen un notable enriquecimiento relativo (4% y 1.200 ppm., respectivamente).

Por último, el plomo y el zinc alcanzan sus máximos valores en los niveles mineralizados, destacando el alto fondo geoquímico del zinc (150-200 ppm.) en las dolomías.

que aumenten extraordinariamente los contenidos en bario y, por asociación geoquímica (existe una solución sólida entre el SO_4Ba —baritina— y el SO_4Sr —celestina—), los valores de estroncio.

Se calcularon los coeficientes de correlación entre los diferentes elementos, dividiendo las muestras analizadas en cuatro poblaciones: calizas, dolomías, mineralización y conjunto total. Si consideramos como nivel de correlación significativo el valor 0,60, se obtienen una serie de pares de elementos cuya correlación es superior a dicho valor (tabla 1).

Para completar el tratamiento geoquímico se realizaron análisis factoriales en las diferentes zonas y para el conjunto. En este último se obtienen cuatro factores que explican un 92% aproximadamente de la varianza total (fig. 17): un primer factor, que explica el 43, 28% del total, definido principalmente por el hierro y el manganeso frente al estroncio y el óxido de calcio; un segundo factor (24,22%) que queda definido significativamente por el plomo y el zinc; un tercer factor (16,11%) definido básicamente por el bario y un cuarto (8,25%) bastante repartido en cuanto a su significación. Si representamos las variables en función de los ejes factoriales I y II, se observa un grupo de asociaciones (fig. 18) de elementos: por una parte el hierro y el manganeso, por otra el plomo y el zinc y un último grupo formado por el estroncio, óxido de calcio y bario. Al incluir en dicho diagrama el conjunto de las muestras ana-

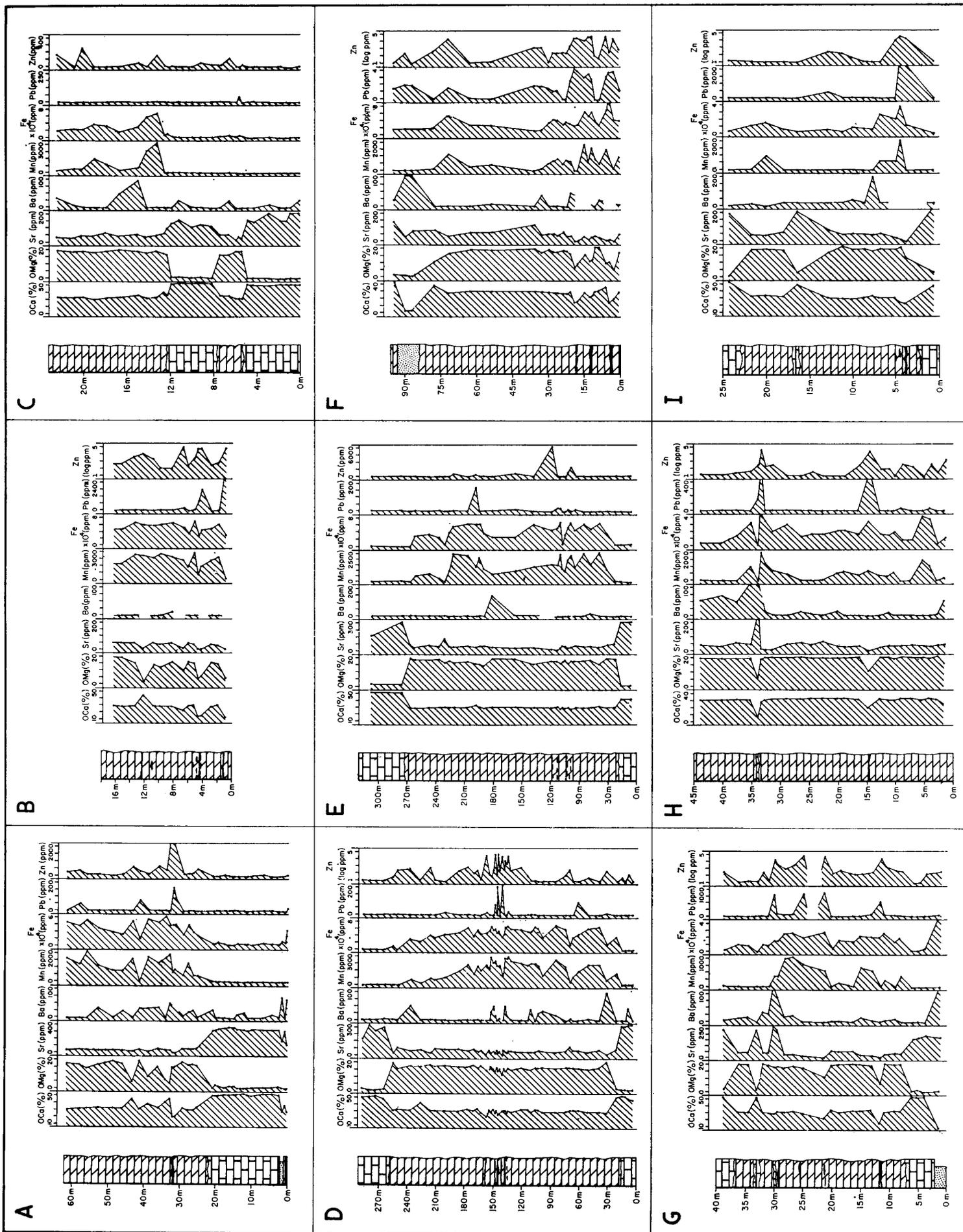


Fig. 16.—Resultados de los elementos analizados en las diferentes columnas (A-Punta Calderón; B-La Emilia; C-Bustabado; D-Navales 1; E-Navales 3; F-Reocín; G-La Florida 1; H-La Florida 2; I-La Florida 3).

TABLA 1
Principales coeficientes de correlación entre los elementos analizados

	Calizas	Dolomías	Mineralización	Conjunto total
Ba - OCa	-0,60 / -0,80			
Sr - Ba	0,70 / 0,80			
OCa - OMg		-0,70 / -0,90		-0,70 / -0,75
Fe - Mn		0,90 / 0,95	0,85 / 0,95	0,80 / 0,95
Pb - Zn			0,60 / 0,65	0,60 / 0,65
Sr - Fe				-0,60 / -0,70
Sr - OMg				-0,70 / -0,80

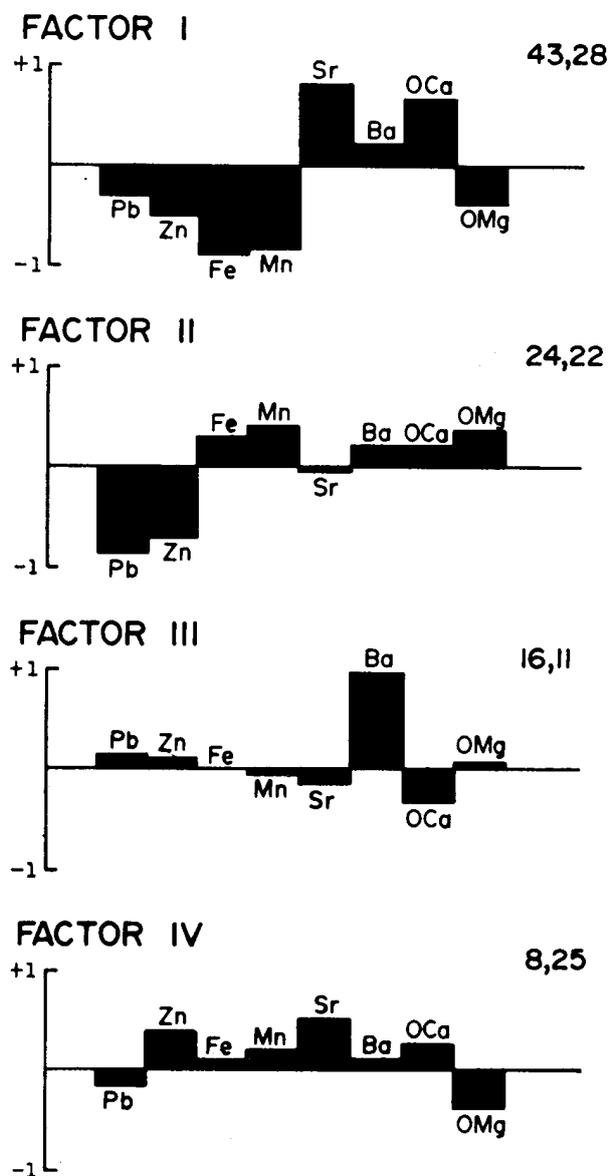


Fig. 17.—Diagrama de pesos de las diferentes variables (elementos) en la obtención de los factores considerados.

lizadas, éstas quedan individualizadas en tres grupos: un primer grupo (I) que incluiría los materiales calcáreos, un segundo (II), más amplio, formado por las dolomías y un tercer grupo, peor definido, constituido por las muestras con mineralización (III).

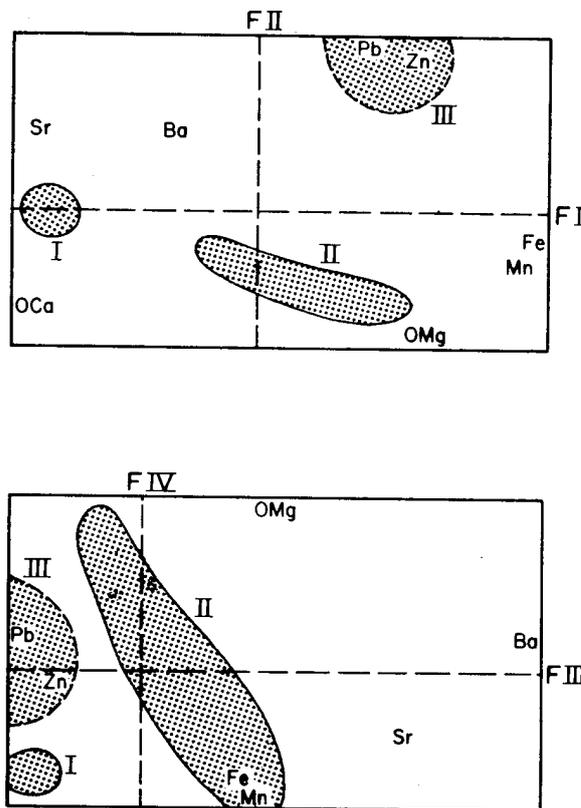


Fig. 18.—Representación de las variables (elementos) en función de los ejes factoriales.

En base al estudio geoquímico (evolución en las columnas, coeficientes de correlación y análisis factorial) se puede establecer la existencia de tres procesos que son los causantes de la introducción significativa en el sistema de determinados elementos: (1) la sedimentación calcárea que aporta el estroncio y

el óxido de calcio, (2) la dolomitización del magnesio, hierro y manganeso, y (3) la mineralización del plomo y el zinc.

Interpretación

En función de las características de los materiales estudiados y los resultados obtenidos, consideramos que el modelo más factible para intentar explicar el origen de las mineralizaciones incluiría cuatro grandes etapas o estadios: (1) Sedimentación de los materiales calcáreos, (2) Procesos de dolomitización, (3) Emplazamiento de las mineralizaciones primarias, y (4) Procesos de alteración.

Sedimentación de los materiales calcáreos

De acuerdo con las características microfaciales de las rocas calcáreas, éstas se depositaron en un ambiente de plataforma somera relativamente restringida. Rat (1959b) establece las características físico-químicas de los mares aptienses, tales como temperaturas más o menos altas, salinidades normales, ausencia de terrígenos, alta oxigenación, aguas poco profundas y sin agitación violenta, etc.

Procesos de dolomitización

La construcción del modelo de dolomitización condiciona de forma determinante la posible génesis de las mineralizaciones. Modelos de dolomitización penecontemporáneos, necesarios para un origen singenético del mineral (Monseur, 1967), no permiten explicar la mayoría de las características de las rocas dolomíticas: distribución irregular, gran tamaño de los cristales y pérdida de la textura deposicional, bajos contenidos en estroncio y altos en hierro y manganeso, etc. Bustillo (1985) afirma que tales características inducen la existencia de procesos de dolomitización diagenéticos tardíos relacionados con la evolución de las aguas connatas en etapas posteriores a la litificación de los sedimentos calcáreos.

Emplazamiento de las mineralizaciones primarias

Posteriormente a la formación de las dolomías, tendría lugar la precipitación de las mineralizaciones. Los elementos metálicos debieron ser transportados por soluciones mineralizantes de origen cuencial (aguas diagenéticas) que provendrían de la expulsión de los materiales lutíticos en los que se acumuló dispersamente el plomo y el zinc y que, con potencias superiores a los cuatro mil metros, existen al noroeste de Santander, siendo su edad compatible (Cretácico inferior) con el modelo propuesto. En este sentido, Vine

y Tourtelot (1970) establecen la importancia de las "black shales" en los procesos generadores de soluciones mineralizantes.

La rápida acumulación de estos sedimentos lutíticos, unida a las grandes cantidades de agua asociada, generaría una serie de gradientes de presión diferenciales que pondrían en movimiento las salmueras mineralizantes. Estos anormalmente altos contenidos en fluidos y presiones (Potter *et al.*, 1980) estarían originados por la propia evolución de la cuenca que sería capaz de generar así fluidos mineralizantes, aunque con ciertas restricciones (Hanor, 1979).

Por último, las soluciones mineralizantes, al encontrarse en su migración con un medio carbonatado con suficiente porosidad, precipitarían en dichos espacios abiertos en respuesta al contraste de solubilidades entre los sulfuros y los carbonatos.

Procesos de alteración

En etapas muy posteriores y debido a la influencia de aguas meteóricas oxidantes, se produciría la oxidación de los sulfuros primarios y la génesis de las mineralizaciones de alteración, con las restricciones ya comentadas anteriormente, así como localmente la calcitización de las dolomías.

Conclusiones

1. Los yacimientos estudiados, por sus características generales, pueden incluirse dentro del grupo de los denominados tipo "Mississippi Valley", subtipo de plataforma rica en zinc (Sangster, 1983).
2. Las mineralizaciones primarias, en base a su carácter fundamental de relleno de espacios abiertos en las dolomías y su ausencia en los materiales calcáreos, son posteriores a los procesos de dolomitización y, por tanto, epigenéticas según la definición dada por Beck (1904) a dicho término.
3. Su génesis no puede explicarse por procesos ligados a la sedimentación y estaría relacionada con la acumulación, en zonas profundas de la plataforma, de materiales arcillosos ricos en plomo y zinc cuya evolución, durante la dinámica de la cuenca, causaría la migración de las soluciones mineralizantes hasta su lugar de deposición en zonas más someras de plataforma y de composición carbonatada.

Bibliografía

- BASTIN, E. S.
1950. Interpretation of ore textures. *The Geological Society of America, memoir*, 45. New York, 101 páginas.

- BECK, R.
1904. *Traité des Gisements Métallifères*. Librairie Polytechnique, París, 808 págs.
- BUSTILLO, M.
1984a. Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico de la provincia de Cantabria. *I Congreso Español de Geología*, 2, 435-446.
1984b. Estudio de los procesos de dedolomitización en las dolomías asociadas a las mineralizaciones Pb-Zn de Reocín (Cantabria). *I Congreso Español de Geología*, 1, 149-157.
1984c. *Estudio Petrológico y Geoquímico de las Mineralizaciones Zn-Pb del Cretácico Inferior (Aptiense) de Cantabria (Zona Oeste)*. Tesis doctoral (inérita), 403 págs.
1985. Procesos de dolomitización en los materiales calcáreos aflorantes en el anticlinal de Caborredondo (Cantabria). *Revista de Materiales y Procesos Geológicos*, 3 (en prensa).
- BUSTILLO, M. y ORDÓÑEZ, S.
1980. Posible origen diagenético de los sulfuros sedimentarios en facies carbonáticas (Provincia Metalogénica de Cantabria). *Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas*, Universidad de Barcelona, 34, 339-349.
1982. Aplicación de un modelo fisicoquímico a la génesis de yacimientos supergénicos en mineralizaciones de Zn-(Pb) en rocas carbonatadas. *V Congreso Latinoamericano de Geología*, Argentina, Actas, 2, 545-555.
- GARCÍA-MONDÉJAR, J. y PASCAL, A.
1978. Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sudoccidentales du système urgonien bascocabriquo (Espagne du Nord). *Bull. Soc. Geol. de France*, 20, 179-183.
- MAESTRE, A.
1964. Descripción física y geológica de la provincia de Santander. *Junta General de Estadística*, 120 páginas.
- HANOR, J. S.
1979. The sedimentary genesis of hydrothermal fluids. In: *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits* (H. L. Barnes, edit.), 2nd edition, John Wiley and sons, Inc., New York, 137-172.
- MONSEUR, G.
1967. Synthèse des connaissances actuelles sur le gisement stratiforme de Reocín (province de Santander, Espagne). *Econ. Geol. Mon.*, 3, 278-293.
- POTTER, P. E.; MAYNARD, J. B. y PRYOR, W. A.
1980. *Sedimentology of shale*. Springer-Verlag, Berlín, 306 págs.
- RAMDOHR, P.
1980. *The ore minerals and their intergrowths*. 2nd edition, 2 volumes. Pergamon Press, Frankfurt, 1207 págs.
- RAT, P.
1959a. Les Pays Crétacés Basco-Cantabriques (Espagne). *Public. Univ. Dijón*, 28, 525 págs.
1959b. Les milieux urgoniens cantabriques. *Bull. Soc. Geol. de France*, 1, 378-384.
- SANGSTER, D. F.
1983. Mississippi Valley-type deposits: a geological mélange. In: *International Conference on Mississippi Valley type lead-zinc Deposits* (G. Kisvarsanyi et al., edit.), University of Missouri-Rolla, U.S.A., 7-19.
- SIBLEY, D. F.
1982. The origin of common dolomite fabrics: clues from the Pliocene. *J. Sed. Petrol.*, 52, 1087-1100.
- VADALA, P.
1981. *Le gite de ZnS-PbS a gangue ankeritique de Reocín (Santander, Espagne). Tectonique diapirique, phenomenes karstiques et mineralisations*. Université d'Orleans, 288 págs.
- VILLAR, L.
1908. Resumen Geológico-Minero de la provincia de Santander. *Estadística Minera*, 620-639.
- VINE, J. D. y TOURTELOT, E. B.
1970. Geochemistry of black shale deposits: a summary report. *Econ. Geol.*, 65, 253-272.

Recibido el 20 de marzo de 1985.
Aceptado el 30 de julio de 1985.