

Control mineralógico sobre la fijación de metales en procesos de oxidación de sulfuros

Mineralogical control on the fixing of metals in sulphide oxidation processes

M.A. Capitán, J.M. Nieto, R. Sáez y G.R. Almodóvar

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, 21071 Huelva

ABSTRACT

Gossans are the products of intense oxidation of massive sulphide deposits exposed in the surface. In the Filón Sur deposit (Tharsis, Huelva), a detailed petrological and mineralogical study of the gossan has allowed us to establish the distribution and abundance of the main mineral phases in the gossan profile. Among these mineral phases, beudantite is present in the whole profile, although it tends to concentrate toward the lower part, where this mineral can reach up to 40%. Chemical analyses of beudantite have shown the presence of important amounts of As and Pb in their structure (up to 13% As_2O_3 and 41% PbO). Taking into account that the content of As and Pb in the original sulphides is very low, beudantite acts as a sink for these two elements during the gossan formation process. This natural mechanism of As and Pb fixation can have important consequences for remediation of areas affected by acid mine drainage.

Key words: beudantita, gossan, Filón Sur, Faja Pirítica Ibérica

Geogaceta, 33 (2003), 135-138
ISSN:0213683X

Introducción

La Faja Pirítica Ibérica (FPI) constituye una gran provincia metalogenética que engloba numerosos depósitos de sulfuros masivos (Figura 1). Algunos de estos depósitos afloran en superficie al menos desde el Mioceno (Moreno et al., este volumen), por lo que han sufrido intensos procesos de alteración supergénica que han desarrollado potentes monteras ricas en hierro, denominadas gossans. Los gossans son, por tanto, el resultado de la oxidación superficial de sulfuros (fundamentalmente piritita), y se forman por procesos similares a los que desencadenan el drenaje ácido en las explotaciones mineras (Taylor y Thorneber, 1995). Sin embargo, y a pesar de haber sufrido un intenso lavado en condiciones ácidas, los depósitos de gossan suelen estar enriquecidos en ciertos elementos traza con respecto a los sulfuros originales, tales como Au, Ag, As y Pb, lo que en algunos casos ha permitido la explotación de estos depósitos desde épocas prehistóricas para la extracción de Cu, Au y Ag.

Recientemente, la mineralogía de los gossans ha suscitado también interés desde el punto de vista ambiental (Capitán et al., 2001), ya que la presencia en estos

depósitos de minerales capaces de fijar elementos tóxicos como As y Pb abre la posibilidad de la utilización de dichos minerales en posibles medidas de remedio de la contaminación en zonas afectadas por drenaje ácido de minas, como es el caso de la Faja Pirítica Ibérica. Por tanto, el objetivo de este trabajo es la identificación, en un perfil detallado del gossan de Filón Sur (Tharsis, Huelva), de las fases presentes y su abundancia, así como de su capacidad para fijar de forma significativa elementos tóxicos liberados durante el proceso de oxidación de los sulfuros originales.

Contexto geológico regional

La Faja Pirítica Ibérica (FPI) está constituida por materiales sedimentarios y volcánicos de edad Paleozoico superior (Figura 1). La estratigrafía de la FPI más comúnmente aceptada es la propuesta por Schermerhorn (1971), en la que son tres las unidades principales diferenciadas: Grupo Pizarroso-Cuarcítico, complejo Volcano-Sedimentario y Grupo Culm.

La edad del Grupo Pizarroso-Cuarcítico es Devónico medio-superior, y se caracteriza por potentes secuencias que oscilan entre 2000 y 3000 m, en las que alternan pizarras y cuarcitas. Las

cuarcitas predominan sobre las pizarras a techo de dichas secuencias (Moreno y Sáez, 1990).

El Complejo Volcano-Sedimentario es de edad Devónico superior-Carbonífero inferior. Es una unidad muy heterogénea y de potencia muy irregular, entre 50 y 750 m (Schermerhorn, 1971), aunque en determinadas ocasiones se han descrito potencias superiores a 1000 m, así como acuñamientos laterales. En este complejo, diferentes episodios magmáticos ácidos y básicos alternan con otros depósitos de tipo sedimentario y volcano-sedimentario de diversas litologías y sin orden secuencial. Las rocas volcánicas de este complejo son esencialmente ácidas y de naturaleza piroclástica, mientras que las básicas e intermedias son menos abundantes. Predominan como rocas sedimentarias pizarras ricas en materia orgánica, areniscas y conglomerados de origen epiclástico. A escala regional se reconocen tres episodios volcánicos ácidos y dos básicos (Strauss et al., 1977). Estratigráficamente, los yacimientos de sulfuros masivos y de manganeso se asocian a este complejo. Los sulfuros masivos se localizan generalmente a techo de los dos primeros episodios volcánicos ácidos, salvo algunas excepciones, y los principales yacimientos de manganeso a techo del

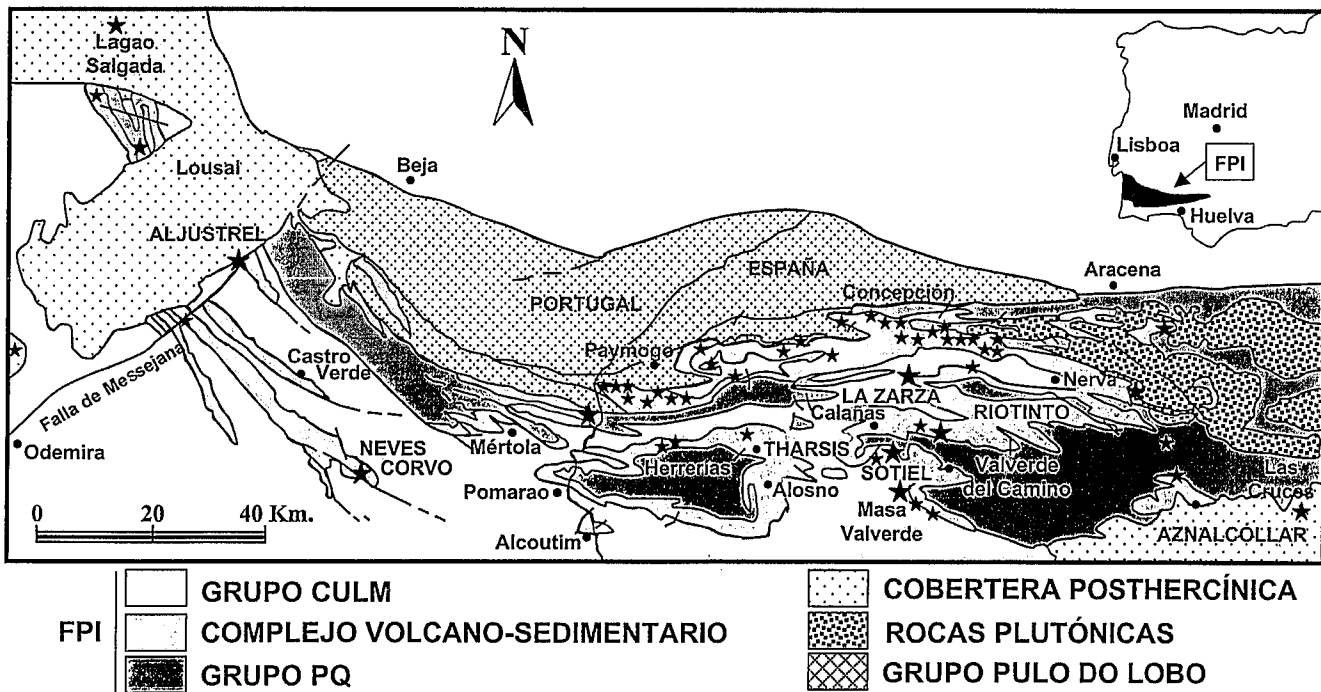


Fig. 1.- Mapa geológico regional de la Faja Pirítica Ibérica donde se muestra la localización de los principales depósitos de sulfuros masivos (modificado de Sáez et al., 1999).

Fig. 1.- Regional geological map of the Iberian Pyrite Belt where the most important sulphide deposits are located (after Sáez et al., 1999).

segundo de ellos, asociados a formaciones de jaspe y a pizarras moradas.

El Grupo Culm está datado como Carbonífero. Lo componen pizarras, areniscas y conglomerados con varios miles de metros de potencia. Muestra características flyschoides y representa el relleno de una cuenca subsidente por sedimentación turbidítica (Moreno, 1993).

El yacimiento de Filón Sur

El distrito minero de Tharsis se localiza aproximadamente a 50 Km al norte de Huelva, y está compuesto por 16 cuer-

pos de sulfuros masivos asociados al volcanismo ácido inicial del Complejo Volcano-Sedimentario. Las mineralizaciones de Tharsis se encuentran dentro de una estructura anticlinal, conocida como Antiforme de Tharsis, que constituye el cierre oriental del Anticlinorio de Puebla de Guzmán. En el flanco norte de este antiforme, se localiza la mineralización de Filón Norte-San Guillermo, interestratificada en pizarras negras y rocas piroclásticas de grano fino (Tornos et al., 1998). El yacimiento de Filón Centro se ubica en un sinclinal apretado del flanco norte del Anticlinario de Tharsis, entre pizarras y tufitas ácidas, mientras que en el flanco meridional de esta gran estructura se encuentra Filón Sur, encajado en pizarras negras. También en el flanco sur y en el mismo horizonte estratigráfico, existe una mineralización de sulfuros diseminados conocida con el nombre de Esperanza, localizada a 500 m al E de Filón Sur. Las mineralizaciones en este sector las constituyen pequeñas masas de sulfuros masivos de morfología lenticular, que alcanzan longitudes entre 100 y 150 m y potencias de 20 a 30 m. El yacimiento de Filón sur ha destacado por su llamativa montera de hierro (Pinedo Vara, 1963), así como por la gran abundancia de niveles jarosíficos localizados hacia la parte baja de la zona de oxidación, más que por sus depósitos de sulfuros. Por esta razón,

no existen muchos datos bibliográficos sobre la geología de este yacimiento.

Descripción del perfil de gossan

En el gossan de Filón Sur se ha diferenciado de techo a muro un “Gossan brechoide”, un “Gossan irisado”, un “Gossan limonítico” y un “Gossan abigarrado” (Figura 2). Estas tipologías se disponen siempre en el mismo orden secuencial, aunque con importantes cambios laterales. Las mayores potencias corresponden siempre al gossan limonítico, mientras que los niveles superiores (gossan brechoide e irisado) son los de menor espesor.

Gossan Brechoide. El término brechoide hace referencia a la estructura que caracteriza a este gossan, constituido por granos de cuarzo con morfología desde angular a subredondeada y tamaño de grano muy variable. Generalmente el cuarzo se distribuye de forma irregular cementado por una matriz fina de óxidos de hierro. En ocasiones, el cuarzo presenta una estructura bandeada. Dentro de las bandas el tamaño de los cristales de cuarzo disminuye desde la parte central hacia los bordes, estando los granos muy fracturados y estirados, lo que sugiere un origen tectónico. Este gossan está compuesto mayoritariamente por cuarzo, hematites, goethita y beudantita (Tabla 1).

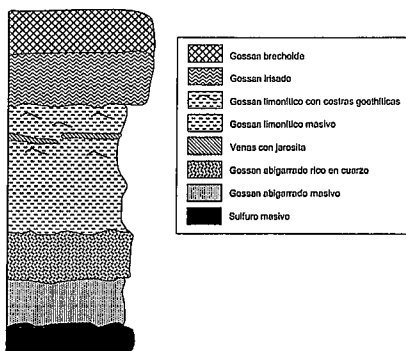


Fig. 2.- Columna litológica sintética del gossan de Filón Sur.

Fig. 2.- Schematic lithological column of the gossan from Filón Sur.

	CUARZO	GOETHITA	HEMATITES	BEUDANTITA
GOSSAN BRECHOIDE	75 %	5 %	15 %	≤ 5 %
GOSSAN IRISADO	< 1 %	10 %	80 %	10 %
GOSSAN LIMONÍTICO	40 %	50 %	≤ 5 %	≤ 5 %
GOSSAN ABIGARRADO	20 %	15 %	25 %	40 %

Tabla I.- Abundancia relativa de los minerales mayoritarios en los distintos litotipos del gossan de Filón Sur.

Table I.- Relative abundance of mayor minerals in the different lithotypes of the gossan from Filón Sur.

agregados de color amarillento de beudantita y la presencia de caolinita. El grado de compactación disminuye desde la parte superior, donde es alto, hacia el contacto con los sulfuros masivos. En este caso, el mineral más abundante es beudantita, que aparece de forma masiva en la matriz junto con cuarzo y hematites (Figuras 3c y 3d).

Discusión y Conclusiones

Los minerales mayoritarios de neoformación que componen el perfil de gossan estudiado son goethita, hematites y beudantita. De estos minerales se han realizado análisis químicos puntuales con microsonda electrónica para ver la capacidad que tienen de fijar metales en su estructura. El contenido en metales es muy bajo en hematites, siendo sólo significativo el contenido en Pb, que puede llegar en casos excepcionales al 3.4 % de PbO. Para el caso de la goethita, este contenido es algo ma-

yor, aunque es sólo significativo para Pb y As, con valores máximos de 9% de PbO y 3% de As_2O_3 . Sin embargo, y como cabía esperar, la beudantita presenta valores muy altos de estos dos elementos, con valores medios ($n = 75$) de 6.9 % de As_2O_3 y de 29.12 % de PbO, y valores máximos de 13.42 % de As_2O_3 y 41.21 % de PbO. Teniendo en cuenta la abundancia de beudantita en el perfil de gossan estudiado (Tabla 1), sobre todo en su parte inferior, y el hecho de que los sulfuros (fundamentalmente pirita) a partir de los cuales se desarrolló el gossan presentan concentraciones muy bajas de As y Pb, con valores máximos en torno a 0.4 % de As y 0.6 % de Pb (Pinedo Vara, 1963), la beudantita habría actuado durante el proceso de oxidación como una trampa muy eficaz para estos dos elementos, fijándolos de forma permanente en su estructura. Está fijación selectiva de As y Pb por minerales como beudantita y plumbojarosita, ha sido descrita también en sedimentos de cauces afectados por drenaje ácido (Hochella et al., 1999; Hudson-

Edwards et al., 1999), y pone de manifiesto que estos minerales presentan un gran potencial para su utilización en el tratamiento de aguas ácidas.

Referencias

- Capitán, M.A., Nieto, J.M., Sáez, R., Almodóvar, G.R., Ruiz Conde, A. y Sánchez Soto, P.J. (2001). Bol. Soc. Esp. Mineralogía, 24A, 89-90.
- Hochella, M.F. Jr., Moore, J.N., Golla, U. y Putnis, A. (1999). Geochim. Cosmochim. Acta, 63, 3395-3406.
- Hudson-Edwards, K., Schell, Ch. y MacKlin, M.G. (1999). Applied Geochem., 14, 1015-1030.
- Moreno, C. (1993). Jour. Sed. Petrol., 63, 1118-1128.
- Moreno, C. y Sáez, R. (1990). Geogaceta, 8, 62-64.
- Pinedo Vara, I. (1963). Piratas de Huelva: Historia, minería y aprovechamiento. Ed. Suma, Madrid, 1003 pp.
- Sáez, R., Pascual, E., Toscano, M. y Almodóvar, G.R. (1999). Mineral. Deposita, 34, 549-570.
- Schermerhorn, L.J.C. (1971). Bol. Geol. Min., 82, 239-268.
- Strauss, G.K., Madel, J. y Fernandez Alonso, F. (1977). En: Time-and strata-Bound ore deposits. Springer-Verlag, Berlin, pp. 55-93.
- Taylor, G.F. y Thornber M.R. (1995). Proc. 17th Int. Geochem. Explor. Symp., Townsville, Australia, 115-138.
- Tornos, F., González Clavijo, E. y Spiro, B. (1998). Mineralium Deposita, 33, 150-169.