

# LOS YACIMIENTOS DE OXIDOS DE HIERRO Y MINERALIZACIONES DE COBRE-ORO ASOCIADAS DEL SO PENINSULAR: UN MODELO VERTICAL DE EVOLUCIÓN

J. CARRIEDO Y F. TORNOS

*Instituto Geológico y Minero de España. IGME, c/ Azafranal 48, 1ªA, 37001, Salamanca.*

## INTRODUCCIÓN

La Zona de Ossa Morena (SO de la Península Ibérica) se caracteriza por la abundancia de mineralizaciones de óxidos de hierro, a veces con contenidos importantes de cobre-oro. Con unas reservas originales estimadas de unas 180 Mt, estos depósitos han sido intensamente trabajados durante el s. XX, quedando actualmente en producción intermitente la mina de Cala (Huelva). Sin embargo, los localmente elevados contenidos en cobre y oro y la reciente alza en el precio de los metales hacen que actualmente la zona sea un objetivo minero de importancia.

Las mineralizaciones se concentran en dos bandas de dirección NO-SE situadas en ambos flancos del antiforme de Olivenza-Monesterio y generalmente encajadas en una secuencia volcanosedimentaria de edad Neoproterozoico Superior-Cámbrico Medio relacionada con una etapa de rift que sucedió al arco magmático cadomiense (Quesada, 1991; Eguíluz et al., 2000). Las mineralizaciones se encuentran preferentemente en los niveles volcánicos o carbonatados, generalmente cerca de rocas ígneas cámbricas y/o Variscas o grandes accidentes tectónicos, como es el Cabalgamiento de Monesterio (Tornos y Casquet, 2005).

El estudio detallado de los depósitos más significativos muestra que hay diversos estilos de mineralización. Estos incluyen tanto mineralizaciones estratiformes/estratoides de edad Cámbrico Inferior-Medio como depósitos epigenéticos de edad Varisca y posiblemente relacionados por fenómenos complejos de removilización-reconcentración. El hecho de que las rocas encajantes sean las mismas en ambos tipos de estilos dificulta la interpretación global, pero la geocronología confirma que hay mineralizaciones pertenecientes a las dos etapas (Darbyshire et al., 1998; Casquet et al., 1998).

## DEPÓSITOS VOLCANOSSEDIMENTARIOS ESTRATIFORMES

Estos depósitos se encuentran intercalados en la serie volcanosedimentaria cámbrica como cuerpos estratiformes localizados en el contacto entre pizarra y arenisca volcanoclástica félsica y el horizonte regional de caliza suprayacente (Bilbaína, La Bóveda) o dentro de las rocas volcanoclásticas (Las Herrerías, Aurora-Las Galerías?). La mineralización está compuesta por magnetita con cantidades a veces significativas de barita y hematites, presentando un bandeo concordante con la estratificación; localmente es posible reconocer probables estructuras sedimentarias tales como *ripple marks* o laminación paralela o cruzada. La mineralización alterna con niveles de exhalitas silíceas. Local-

mente, la caliza asociada está remplazada por masas de siderita. Las rocas infrayacentes pueden tener una intensa alteración a albita-cuarzo y un stockwork enriquecido en pirita. Aunque son mineralizaciones generalmente pobres en Cu-Au, la mineralización de Herrerías tiene contenidos apreciables de calcopirita, bien asociada a la magnetita, bien diseminada en la roca volcanoclástica intercalada. Esta mineralización parece ser siempre posterior a la de óxidos de hierro y controlada por fracturas Variscas.

## DEPÓSITOS DE REEMPLAZAMIENTO

Esta misma secuencia del Cámbrico Inferior-Medio engloba también a un segundo tipo de mineralización, pero de carácter reemplazante. Estos depósitos suelen estar relacionados con rocas ígneas o zonas de cizalla y fracturas de carácter regional. Se distinguen varios tipos de mineralización:

- Mineralizaciones de magnetita localizadas en la facies retrógrada de skarns cálcicos o magnésicos en el contacto entre las rocas plutónicas y la caliza y dolomía Cámbrica, tal como es el caso de los depósitos situados alrededor de los plutones de Burguillos, Aguablanca o Teuler (Casquet y Tornos, 1991). Una paragénesis primaria, rica en andradita o diópsido-salita en los skarns cálcicos o de forsterita en los magnésicos, fue remplazada por clinoanfíbol y epidota o serpentina, respectivamente. Estas mineralizaciones suelen ser ricas en pirita pero tienen cantidades muy accesorias de cobre-oro.
- Depósitos de magnetita en el contacto de plutones albiticos, en los que la mineralización está ligada a zonas de albita-magnetita(-actinolita-fluorita) remplazando a rocas detríticas y carbonatadas cerca de los plutones; los contenidos en cobre-oro son relativamente bajos. Estas mineralizaciones se encuentran preferentemente en el entorno de los plutones de albitita de edad desconocida situados en el entorno del Domo de Valungo (e.g., La Berrona, El Soldado).
- Los depósitos en relación con bandas de cizalla presentan una gran variedad mineralógica pero tienen muchos rasgos en común. Así, en la mina Monchi (Casquet et al., 1998) la mineralización de magnetita-vonsenita está asociada a una roca de hedenbergita-allanita que aparece como enclaves dentro de la tonalita-granodiorita del borde y es anterior a una pegmatita alcalina rica en axinita. El depósito de Colmenar-Santa Bárbara ha explotado unas bandas de magnetita-albita-actinolita que remplazan a esquisto, rocas de silicatos cálcicos y mármol cerca del contacto con el plutón Varisco de Brovales y que son el equivalente metamórfico de la serie volcanosedimentaria del

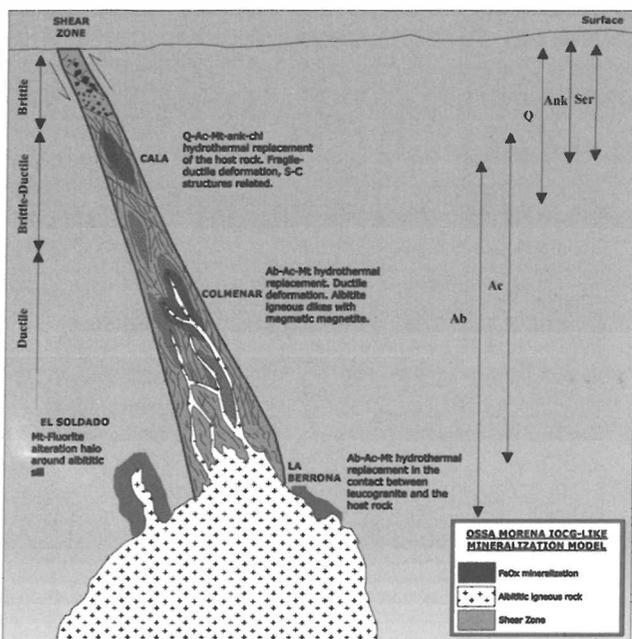


Figura 1: Modelo interpretativo de los yacimientos reemplazativos en la zona de Ossa Morena, mostrando el zonado vertical.

Cámbrico Inferior-Medio (Cuervo et al., 1996; Sanabria et al., 2005). Estas rocas están cortadas por diques de albita-magnetita. El depósito de Cala se encuentra en un encuadre geológico similar, cerca del contacto de una granodiorita Varisca afectada por una intensa alteración potásica. La mineralización principal parece ser anterior a esta intrusión y está relacionada con una gran zona de alteración desarrollada en una pequeña estructura de *pull-apart*. La mineralización se encuentra como lentejones subverticales de dirección NO-SE y formados por ankerita, cuarzo, clinoanfíbol y magnetita que rempazan a pizarra, rocas de silicatos cálcicos y mármol. Localmente se observa albita residual (Carriedo et al., 2006).

Los contenidos en sulfuros son muy variables. Mientras que en Cala la pirita y calcopirita son relativamente abundantes, en Colmenar hay cantidades accesorias de pirita, calcopirita, millerita y pirrotita y en Monchi solo hay cantidades anecdóticas de löellingita, pirrotita, cobaltita, arsenopirita y otros sulfuros. Todas estas mineralizaciones rempazan a una secuencia rica en mármoles y, por ello, los skarns son relativamente frecuentes. Sin embargo, no toda la mineralización está ligada a éstos. Generalmente suelen ser independientes de la mineralización principal, desarrollando solo un pequeño skarn retrógrado con proporciones variables de magnetita.

La edad de estas mineralizaciones de reemplazamiento parece ser Varisca, tal como sugieren las relaciones con plutones y bandas de cizalla de esa edad, así como los datos geocronológicos preliminares (Casquet et al., 1998).

**CARACTERIZACIÓN DE LOS DEPÓSITOS**

Numerosos depósitos reemplazativos de hierro con proporciones variables de cobre y oro de la Zona de Ossa Morena reúnen muchas de las características de los depósitos de tipo Iron Oxide-Copper-Gold (Hitzman et al., 1992), tales como la relación con cizallas transcrustales, la asociación con una alteración alcalina rica en albita-actinolita, el enriquecimiento en minerales típicamente enriquecidos en volátiles (F, P, Cl, B) y la relación con la circulación de fluidos hidrotermales salinos

y de derivación profunda (Tornos y Casquet 2005; Tornos et al., 2005). Al igual que en otros distritos similares, la mineralización de hierro parece estar asociada a la removilización de concentraciones anteriores.

La interpretación global de los depósitos de reemplazamiento sugiere la existencia de una cierta zonación vertical (Figura 1). Así, los depósitos más profundos serían directamente relacionados con las albititas y caracterizados por una asociación de albita-magnetita-(actinolita-fluorita), tales como La Berrona o El Soldado. La mineralización de El Colmenar estará formada a profundidades intermedias; en ella, las albititas son accesorias pero la alteración dominante es de tipo albita-actinolita. Finalmente, la parte más somera del sistema estaría representada por la mina de Cala, en la que no se han observado albititas y la alteración de albita-actinolita está rempazada por una de cuarzo-ankerita-actinolita-magnetita. El intervalo de profundidades al que se desarrolla el sistema no se conoce pero es probable que no supere los 1000-1500 m.

**CONCLUSIONES**

Excepto en contados casos, los depósitos de tipo IOCG se localizan en terrenos arcaicos o proterozoicos muy deformados, por lo que sus relaciones con los procesos magmáticos e hidrotermales son oscuras. La Zona de Ossa Morena representa un área de gran interés para definir las relaciones de estas mineralizaciones con procesos geológicos regionales. Las características geológicas de las mineralizaciones de hierro-(cobre-oro) de Ossa Morena parecen estar controladas por su situación dentro de una zonación vertical, dando lugar a distintos estilos de mineralización según su profundidad de formación.

**AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se enmarca dentro de los trabajos que está realizando el IGME en el SO de España y parcialmente financiados por el proyecto DGI-FEDER 2003-0290. Agradecemos a C. Casquet, C. Conde, C. Galindo, L. Rodríguez Pevida y F. Velasco su ayuda en el estudio de estos depósitos.

**REFERENCIAS**

Carriedo, J., Tornos, F., Velasco, F. y Terrón, A. (2006).. Geogaceta (en prensa).  
 Casquet, C., Galindo, C., Darbyshire, D.P.F., Noble, S.R., Tornos, F. (1998). Fe-U-REE mineralization at Mina Monchi, Burguillos del Cerro, Spain: age and isotope (U-Pb, Rb-Sr and Sm-Nd) constraints on the evolution of the ores: Proceedings GAC-MAC-APGGQ Quebec 98 Conference, 23, A28.  
 Casquet, C. y Tornos, F. (1991). Influence of depth and igneous geochemistry on ore development in skarns: The Hercynian Belt of the Iberian Peninsula: 'Skarns, their petrology and metallogeny', Augusthitis ed., Athenas, pp.555-591.  
 Cuervo, S., Tornos, F., Spiro, B. y Casquet, C. (1996). Geogaceta, v. 20-7, 1499-1500.  
 Darbyshire, D.P.F., Tornos, F., Galindo, C. y Casquet, C. (1998). ICOG-9, Chinese Science Bulletin, 43 sup., 28.  
 Eguiluz, L., Gil Iburguchi, J.I., Abalos, B., and Apraiz, A.. (2000): Geologic Society America Bulletin, v. 112, p. 1398-1413.  
 Quesada, C. (1991). Tectonophysics, v. 185, p. 225-145.  
 Sanabria, R., Casquet, C., Tornos, F. y Galindo, C. (2005). Geogaceta, v. 38, p. 223-227.  
 Tornos, F., y Casquet, C. (2005). Terra Nova, v. 17, p. 286-290.