

# **Evidencias de fraccionación en el yacimiento intramagmático de Ni-Cu-EGP de Aguablanca (Badajoz)**

## **Fractionation evidences in the intramagmatic Ni-Cu-PGE mineralization of Aguablanca (Badajoz)**

L. ORTEGA(1), R. LUNAR(1), F. GARCÍA PALOMERO(2), J.R. MARTÍN  
ESTÉVEZ(1)

(1) Dpto. Cristalografía y Mineralogía, Universidad Complutense, 28040 Madrid.

(2) Atlantic Copper, S.A., Av. Francisco Montenegro S/N, 21001 Huelva.

Los yacimientos magmáticos de sulfuros de Ni-Cu se consideran generados por la acumulación de gotas de líquido sulfurado segregadas por inmiscibilidad a partir de un magma silicatado de composición máfica o ultramáfica (Naldrett y Duke, 1980). La sedimentación por gravedad de estas gotas en el fondo de la cámara magmática como consecuencia de su elevada densidad puede dar lugar a concentraciones de gran interés económico (ej. yacimientos de Bushveld, Noril'sk o Sudbury, entre otros). El fundido sulfurado concentra cantidades importantes de Cu, Ni y elementos del grupo del platino (EGP) cuya distribución espacial en el yacimiento suele estar controlada por procesos de cristalización fraccionada (Naldrett et al., 1996). Estos dan lugar a la cristalización inicial a alta temperatura de una solución sólida monosulfurada (mss) rica en Ni, que coexiste con un líquido residual rico en Cu. La cristalización posterior de este líquido da lugar a lo que se conoce como solución sólida intermedia (iss). Entre los EGP, Os, Ir y Ru se fraccionan preferentemente en la mss, mientras que Pd y Pt lo hacen en la iss (Li et al., 1996).

El yacimiento de Aguablanca es una mineralización máfica de sulfuros de Ni-Cu asociada a acumulados máficos y ultramáficos del stock de Aguablanca, en el borde norte del Complejo Plutónico de Santa Olalla de Cala (Badajoz). Se concentra fundamentalmente en un cuerpo subvertical zonado de 60-100 m de potencia y hasta 500 m de profundidad, caracterizado por mineralización masiva (relación Ni/Cu:5), presente sobre todo en el borde norte y en la zona central del cuerpo, que

grada a mineralización disseminada (relación Ni/Cu:1.5) hacia el sur. En el núcleo de este cuerpo se encuentra una zona brechoide, caracterizada por la presencia de enclaves subredondeados englobados por mineralización masiva. Un segundo cuerpo menor, situado al norte del principal, contiene sobre todo mineralización disseminada y probablemente corresponde a una parte del cuerpo principal desplazado por una falla.

La mineralización masiva está asociada a noritas y niveles centimétricos de peridotitas y piroxenitas que muestran un bandeo ígneo subvertical y texturas de tipo acumulado. Los sulfuros pueden constituir hasta el 90% de la roca y consisten en pirrotina y pentlandita con cantidades menores de calcopirita y pirita. Las texturas que se observan en la actualidad son en gran medida resultado de la recrystalización subsólida de la mss inicial, con exolución generalizada de pentlandita y calcopirita. La pirita se considera mayoritariamente formada por procesos hidrotermales posteriores a la formación de la mss, pero en parte contemporánea con la exolución (Martín Estevez et al., este volumen). Los sulfuros masivos contienen abundantes minerales del grupo del platino (MGP), incluidos mayoritariamente en pentlandita y pirrotina (Ortega et al., 1999). Las fases encontradas son telururos y telurobismuturos de Pd y Pd-Pt (michenerita, merenskyita-moncheita y melonita paladinífera), así como esperrilita (arseniuro de Pt). La mineralización masiva está atravesada en algunos puntos por vetas centimétricas de calcopirita que podrían representar parte del líquido residual (iss) inyectado en esta zona o removilizaciones hidrotermales tardías. En estas vetas se han

observado cristales idiomorfos de merenskiyita y michenerita.

La mineralización diseminada se localiza en el seno de gabros piroxénicos y anfibólicos y aparece como sulfuros intersticiales entre los silicatos. La calcopirita es más abundante que en la mena masiva, pero también hay cantidades significativas de pirrotina con pentlandita de exolución. En estas zonas diseminadas se han observado nódulos (entre algunos mm y varios cm de diámetro) constituídos por pirrotina y calcopirita que se disponen en zonas bien diferenciadas del agregado y siempre en la misma posición relativa. Así, en muestras orientadas se ha observado que la pirrotina ocupa la parte norte de los nódulos y la calcopirita la parte sur. Estas texturas han sido interpretadas como gotas del líquido sulfurado inicial que han sufrido cristalización fraccionada, siendo la pirrotina (mss) la primera en cristalizar. Los minerales del grupo del platino encontrados en la mineralización diseminada son similares a los de la mena masiva, aunque en distinta proporción, y solo la melonita paladinífera está ausente.

Los patrones de distribución de los elementos del grupo del platino, normalizados a los valores condriticos, muestran una tendencia similar para los dos tipos de mineralización, con una pendiente plana para Os, Ir, Ru y Rh y enriquecimiento en Pd y Pt. La mineralización diseminada presenta menores contenidos en EGP en roca total (silicatos + sulfuros) que la mineralización masiva, si bien el contenido en Pt de una de las muestras es el mayor de todos los encontrados. Sin embargo, si los valores de las muestras diseminadas se recalculan a 100% sulfuros se observa que

los contenidos en EGP, y en particular, de Pd y Pt, son mucho más altos en la mineralización diseminada que en la masiva. Por otra parte, la relación Pt/Pd también es mayor en las muestras con sulfuros diseminados que en las masivas. Todos estos datos son indicativos de la fraccionación del líquido sulfurado inicial, ya que Pd y Pt se concentran preferentemente en el líquido residual rico en Cu (Naldrett et al., 1996; Barnes et al., 1997).

Los datos expuestos anteriormente muestran que Aguablanca es un yacimiento zonado desde un punto de vista mineralógico, textural y químico. La zonación mineralógica y textural se pone de manifiesto en la existencia de dos tipos de mineralizaciones, masiva y diseminada, con distintas proporciones relativas de los sulfuros y MGP presentes y localizadas en diferentes zonas del yacimiento. Por otra parte, la zonación química se refleja en las diferentes relaciones Ni/Cu y Pt/Pd en ambos tipos de menas y en la concentración preferente de EGP en la mena diseminada. Esta zonación sugiere que el yacimiento se ha formado por un proceso de cristalización fraccionada. Los nódulos de calcopirita-pirrotina encontrados en las zonas diseminadas pueden ser utilizados como criterios geopetales, y su distribución interna indica que la base de la mineralización estaría situada en el borde norte del plutón de Aguablanca, probablemente a lo largo del cuerpo mineralizado principal. Esto implica que el yacimiento no se encuentra actualmente en su posición original, sino que ha sido verticalizado. Esta conclusión está apoyada también por el bandeado ígneo vertical observado en las rocas ultramáficas.

## Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al Proyecto Internacional de Correlación Geológica nº 427.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARNES ET AL. (1997) Partition coefficients for Ni, Cu, Pd, Pt, Rh and Ir between monosulfide solid solution and sulfide liquid and the formation of compositionally zoned Ni-Cu sulfide bodies by fractional crystallization of sulfide liquid. *Can. Jour. Earth Sc.* 34, 366-374.
- LI, C., ET AL. (1996) Partitioning of nickel, copper, iridium, rhenium, platinum and palladium between monosulfide solid solution and sulfide liquid: Effects of composition and temperature. *Geochim. et Cosm. Acta* 60, 1231-1238.
- NALDRETT, A. Y DUKE, J.M. (1980) Platinum Metals in Magmatic Sulfide Ores. *Science* 208, 1417-1424.
- NALDRETT ET AL. (1996) Controls on the Composition of Ni-Cu Sulfide Deposits as Illustrated by Those at Noril'sk, Siberia. *Economic Geology* 91, 754-773.
- ORTEGA ET AL. (1999) Minerales del grupo del platino y fases asociadas en el depósito de Ni-Cu-(EGP) de Aguablanca, SW España. *Geogaceta* 25, 155-158.