

Fluidos relacionados con mineralizaciones de Cu-Ag y metamorfismo de muy bajo grado en la región de la Serena (cordillera de la costa, Chile central). Datos preliminares

E.J. CARRILLO ROSÚA (1), S. MORALES RUANO (1), D. MORATA (2), M. BELMAR (2), P. FENOLL HACH-ALÍ (1)

(1) Dpto. Mineralogía y Petrología, Fac. de Ciencias, Avda Fuentenueva s/n, 18002 Granada, España.

(2) Departamento de Geología, Universidad de Chile, P. Ercilla 803, Santiago de Chile, Chile.

En la región de La Serena, 450 km al norte de Santiago de Chile, aparecen tres tipos de depósitos minerales en relación con materiales cretácicos: a) estratoligados de Mn; b) estratoligados de Cu-(Ag); c) filonianos de Ba-(Ag) (Tabla I). Dichas mineralizaciones se encuentran encajadas en secuencias vulcanosedimentarias de la Formación Arqueros ((a) y (c)) y de la Formación Quebrada Marquesa ((a) y (b)). La Formación Arqueros, de edad Hauteriviense-Barremiense, está constituida por 1500 m de lavas andesíticas porfídicas y calizas marinas fosilíferas, mientras que la Formación Quebrada Marquesa, de edad Barremiense Superior-Albiense, está constituida por 1900 m de rocas clásticas continentales y lavas, brechas y tobas andesíticas, con intercalaciones menores de calizas marinas (Aguirre y Egert, 1965). Estas secuencias están intruidas por granitoides calcoalcalinos (con edades K-Ar comprendidas entre los 89 y 98 Ma, Aguirre *et al.*, 1974). Dentro de los materiales volcánicos se han encontrado asociaciones minerales metamórficas que indican condiciones de muy bajo grado (Morata *et al.*, 2003).

Estratoligados de Mn
Estratoligados de Cu(-Ag)
Venas de Ba(-Ag)
Mayoritarios Braunita, piemontita, (pirolusita)
Minoritarios Pirolusita (hematites)
Ganga Barita, calcita, albita (mica)
Roca de caja Areniscas volcanoclásticas de la Fm. Quebrada Marquesa

ca) calcita, barita (albita y mica como pseudomorfos)
Barita, calcita, albita, clorita, (carbonato de Cu, anhidrita)
Roca de caja Areniscas volcanoclásticas de la Fm. Quebrada Marquesa
Niveles volcanoclásticas de la Fm. Quebrada Marquesa
Cortando secuencias volcano-sedimentarias de la Fm Arqueros y Quebrada Marquesa
Tabla I: Mineralogía metálica, ganga y roca de caja de los depósitos de la zona de La Serena.

Se ha realizado un estudio preliminar de inclusiones fluidas (I.F.) en calcita y barita de los tres tipos de mineralización arriba descritos, además de I.F. en calcita y prehnita que rellenan vacuolas y geodas en la roca volcánica que ha sufrido el metamorfismo de muy bajo grado.

Dicho estudio pone de manifiesto que todas las inclusiones son bifásicas (L+V), con un grado de relleno siempre superior a 0.8. Los datos microtermométricos muestran que la temperatura eutéctica (Te) es muy similar en todos los depósitos y en los segregados metamórficos, alrededor de -50°C, indicando que los fluidos implicados pertenecen al mismo sistema CaCl₂-NaCl(-KCl). Durante el ciclo de enfriamiento no se ha observado cambio de fases en la fase vapor, lo que sugiere que la cantidad de volátiles no es significativa. Las temperaturas de homogenización (Th) para el conjunto de los datos oscila entre 62 y 213°C, aunque existen ciertas diferencias entre las Th de I.F. de diferentes contextos: a) las Th más elevadas (aproximadamente entre 110 y

TABLA I: Mineralogía metálica, ganga y roca de caja de los depósitos de la zona de La Serena.

	Estratoligados de Mn	Estratoligados de Cu(-Ag)	Venas de Ba(-Ag)
Mayoritarios	Braunita, piemontita, (pirolusita)	bornita, calcopirita, (cobres grises y esfalerita)	Fases metálicas muy escasas: cobres grises, sulfuros de Fe-Cu y Ag-Cu, acantita, Ag nativa, cloruros de Ag
Minoritarios	Pirolusita (hematites)	galena, estromeyorita, (cobaltina, hematites)	
Ganga	Barita, calcita, albita (mica)	calcita, barita (albita y mica como pseudomorfos)	Barita, calcita, albita, clorita, (carbonato de Cu, anhidrita)
Roca de caja	Areniscas volcanoclásticas de la Fm. Quebrada Marquesa	Niveles volcanoclásticas de la Fm. Quebrada Marquesa	Cortando secuencias volcano-sedimentarias de la Fm Arqueros y Quebrada Marquesa

180°C) corresponden a las I.F. de las mineralizaciones estratoligadas de Cu-(Ag) y filonianas de Ba-(Ag); b) las Th intermedias corresponden a I.F. de las mineralizaciones estratoligadas de Mn; y c) las más bajas Th determinadas son las correspondientes a las I.F. pertenecientes a fases originadas por el metamorfismo de bajo grado (prehnita: entre 60 y 132°C; calcita: entre 91 y 145°C). En cuanto a las salinidades, éstas son relativamente altas (entre 3.2 y 25.0% eq. peso NaCl, si bien la mayoría de los valores está entre 10 y 25% eq. NaCl), existiendo también ciertas diferencias entre los diferentes tipos:

a) La mayor salinidad, con valores relativamente constantes, entre 20.5 y 25.5% eq. NaCl, corresponden a las I.F. de las mineralizaciones estratoligadas de Cu-(Ag).

b) Son también relativamente salinas las I.F. determinadas en el metamorfismo (15.3 y 24.5% eq. NaCl).

c) Las I.F. encontradas en las mineralizaciones estratoligadas de Ba-(Ag) presentan una salinidad muy variable que oscila 3.4 y 20.4% eq. NaCl.

d) Las I.F. menos salinas son las pertenecientes a las mineralizaciones estratoligadas de Mn con valores entre 11.1 y 19.9% eq. peso NaCl.

Estos datos microtermométricos sugieren que en la génesis de los tres tipos de mineralizaciones descritos intervienen fluidos con características similares. Resulta bastante probable que en los tres tipos de mineralizaciones hayan intervenido fundamentalmente unos fluidos de moderada temperatura (aproximadamente entre 100 y 180°C) que han sufrido significativa interacción con las rocas por las que han circulado, esto último sugerido por las salinidades moderadamente altas que se observan (15 y 25% eq. peso NaCl). También se deduce que, sobre todo en las mineralizaciones estratoligadas de Mn, y en menor medida en las filonianas de Ba-(Ag), parte de los fluidos pudo provenir de aguas superficiales (marinas o meteóricas) con un grado de interacción y circulación mucho menor. Así pues en es-

tos dos tipos de mineralizaciones es probable que hayan intervenido procesos de mezclas de fluidos.

Los fluidos asociados al metamorfismo muestran características microtermométricas similares a las del supuesto fluido de moderada temperatura y salinidad al que se ha aludido para la formación de las mineralizaciones. Solamente las Th parecen ser menores. Sin embargo, si consideramos el efecto de la presión, significativo en el caso del metamorfismo, las diferencias en la temperatura real de atrapamiento desaparecen. Esto puede indicar la posibilidad de que parte de los fluidos implicados en las mineralizaciones cupríferas provengan de procesos metamórficos que actúan a profundidades mayores que las que se encuentran las mineralizaciones en el momento de su formación. No obstante, para corroborar esta hipótesis preliminar se precisa de un estudio más amplio de inclusiones fluidas, así como un estudio isotópico, ambos actualmente en curso.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de cooperación CSIC-Universidad de Chile 2001-CL-00015 y CSIC/2001/02-08, los proyectos BTE 2001-3308 y 2003-06265 de la DGICYT, el "Plan Propio de la Universidad de Granada" (Programa 17, Convenio 680), el proyecto de la Universidad de Chile DID I001-99/2 y el Grupo de Investigación RNM 131 de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

- Aguirre L., Charrier R., Davidson A., Mpodozis C., Rivano S., Thiele R., Tidy E., Vergara M. y Vicente, J.C. (1974) *Pacific Geology*, 8, 1-38.
- Aguirre, L. y Egert, E. (1965) Cuadrángulo Quebrada Marquesa, Provincia de Coquimbo. Instituto de Investigaciones Geológicas, Chile, 15, 92 pp.
- Morata, D., Aguirre, L., Belmar, M., Morales, S. y Carrillo, F.J. (2003). 10° *Congreso Geológico Chileno*, Octubre 2003, Concepción (Chile).