

**Datos de inclusiones fluidas e isótopos estables  
en minerales de la ganga asociados a  
yacimientos filonianos de manganeso en las  
Sierras Pampeanas, República Argentina**

**Fluid inclusion and stable isotope data from  
gangue minerals associated to manganese  
vein occurrences in the Sierras Pampeanas,  
República Argentina**

PABLO R. LEAL(1), MARÍA J. CORREA(1), FIDEL GRANDIA(2) Y ESTEVE  
CARDELLACH(2).

(1) Universidad Nacional de La Plata, Argentina

(2) Universidad Autónoma de Barcelona

## INTRODUCCIÓN

Las Sierras Pampeanas se elevaron en la región central de la República Argentina, (alrededor de los 30° de latitud sur) durante el Terciario, en respuesta a la subducción de corteza oceánica bajo el margen occidental del continente Sudamericano. En la zona de estudio, estas sierras se componen principalmente de granitoides paleozoicos que representan el remanente de la acreción más antigua que sufrió dicho margen (Ramos, 1988).

En el extremo noreste de esta región se encuentra un conjunto de filones de orientación N-S que se extienden cerca de 70 km dentro del encajante granítico. Se trata de mineralizaciones de relleno de fracturas con óxidos e hidróxidos de manganeso: holandita, criptomelana y psilomelana acompañados por cantidades menores de pirolusita y ramsdellita. Según Roy (1968) estos minerales, en los que el Mn se halla en estado tetravalente, son característicos de zonas con alta fugacidad de oxígeno y bajas temperaturas. La ganga está formada por calcita, baritina y ópalo, junto a cantidades accesorias de cuarzo y fluorita. La distribución de la ganga sigue un patrón bien marcado con predominio de la calcita en el sur, baritina en el centro y ópalo en el norte del distrito. En este trabajo se presentan datos de inclusiones fluidas e isótopos estables obtenidos en la ganga del sistema con el objetivo de conocer el origen de los fluidos mineralizantes y las condiciones de formación de los depósitos.

### Microtermometría

Se han estudiado inclusiones fluidas en cristales de calcita, baritina y fluorita, correspondientes a las etapas finales del sis-

tema y en cristales de cuarzo cogenético con la mineralización de manganeso. Las inclusiones tienen tamaños que varían entre 10 y 150  $\mu\text{m}$ , predominando las monofásicas. Las inclusiones bifásicas presentan temperaturas de homogenización (Th) entre 30 y 250°C, variación explicable por los frecuentes fenómenos de estrangulamiento y de dilatación observados, especialmente en el cuarzo y en la baritina. Este hecho, el predominio de inclusiones monofásicas y la presencia de ópalo en el sistema, permite suponer una temperatura real de atrape inferior a los 100°C. La salinidad de los fluidos varía entre el 2 y el 10% en peso equivalente de NaCl.

En el sector norte del distrito, las Th y las salinidades son ligeramente superiores a las de los sectores centro y sur, dibujando una cierta zonación de estos parámetros a escala regional. Ello, junto con las variaciones de salinidad encontradas en el cuarzo coetáneo con la mena de Mn en la zona norte (entre 2 y 10% en peso equivalente de NaCl) parece indicar la presencia en el sistema de fluidos con distintas salinidades.

### Isótopos estables

Se ha analizado la composición isotópica del C y O en calcitas (13 muestras) y de S en baritinas (8 muestras). Los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  varían entre -0,2 y -4,1‰ (PDB) y los de  $\delta^{18}\text{O}$  entre 23,5 y 17,8‰ (SMOW). La ausencia de covariaciones entre la  $\delta^{13}\text{C}$  y la  $\delta^{18}\text{O}$  de las calcitas indica que dichos rangos no son debidos a cambios en la temperatura durante la precipitación de la calcita sino que pueden responder a variaciones de la composición isotópica del fluido. Asumiendo una T de formación de 70°C

en el sector norte, la  $\delta^{18}\text{O}$  del fluido (calculada a partir de la ecuación de O'Neil et al. 1969) varía entre 1,3 y  $-2,9\%$  mientras que la  $\delta^{13}\text{C}$  (calculada a partir de la ecuación de Bottinga (1968) y suponiendo que la especie mayoritaria de C en solución es  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) varía entre  $-7$  y  $-10\%$ . En el sector sur, para una T de formación de  $100^\circ\text{C}$  el rango es de  $-3,6$  a  $-7,7\%$  para la  $\delta^{13}\text{C}$  y de  $6,4$  a  $2,9\%$  para la  $\delta^{18}\text{O}$ . Estos valores indican que durante la formación de la calcita el sistema estuvo dominado por aguas de origen superficial, probablemente meteóricas, enriquecidas con  $^{12}\text{C}$  procedente de la descomposición de materia orgánica. En el sector sur estas aguas han sufrido un mayor intercambio isotópico con el encajante, hecho que estaría en concordancia tanto con la mayor salinidad encontrada como con los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  más elevados. La composición isotópica del S de las baritinas varía entre  $4,9$  y  $8,3\%$  (CDT) valores que sugieren una fuente de azufre relacionada con la lixiviación de sulfuros del basamento metamórfico y cristalino con una posterior oxidación del  $\text{H}_2\text{S}$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ , descartándose la participación de sulfato de origen marino o evaporítico.

## Conclusiones

Los datos de inclusiones fluidas e isótopos estables en minerales de la ganga que acompañan a los óxidos de Mn sugieren que, hacia las etapas finales, la mineralización responde a un sistema vinculado a fluidos meteóricos con temperaturas inferiores a  $100^\circ\text{C}$ . No obstante, las mayores Th en inclusiones fluidas en el cuarzo contemporáneo con los minerales de Mn y la variación temporal de las especies de sílice (de

cuarzo a ópalo) permiten suponer temperaturas más elevadas durante los estadios iniciales de la formación de los depósitos.

La importante variación en salinidad de los fluidos atrapados en las inclusiones del cuarzo puede explicarse a partir de un modelo de mezcla entre un fluido hidrotermal ascendente, reducido, y aguas superficiales oxidantes y frías, las cuales contendrían carbono disuelto, en parte de origen orgánico. El fluido hidrotermal transportaría Mn y Ba además de F, sílice y Ca. La oxidación del mismo, por mezcla con el superficial, daría lugar a la precipitación de baritina. Las estructuras filonianas con brechas de minerales de Mn cementadas por generaciones posteriores de estos mismos minerales indican un carácter polifásico del episodio hidrotermal. Si bien la fuente del Ba, F, y sílice parece ser los materiales del basamento cristalino, la fuente del Mn no está todavía clara. La ausencia de rocas básicas (normalmente con contenidos en Mn elevados) en la zona y la limitación de los datos disponibles no permiten plantear de momento una hipótesis plausible para la fuente de este elemento.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOTTINGA, Y. (1968): Calculation of fractionation factors for carbon and oxygen exchange in the system calcite-carbon dioxide-water. *Jour. Phys. Chem.*, 72, p.800-808.
- O'NEIL, J.R., CLAYTON, R.N. Y MAYEDA, T.K. (1969): Oxygen isotope fractionation in divalent metal carbonates. *Jour. Phys. Chem.* 51, p.5547-5558.
- RAMOS V. (1988): Late Proterozoic - Early Paleozoic of South America-a collisional history: *Episodes*, 11, n°3, p.168-174
- ROY S. (1968): Mineralogy of the different genetic types of manganese deposits. *Economic Geology*, 63, p.760-786.