

PETROGRAFIA Y TERMOMETRIA DE LAS INCLUSIONES FLUIDAS DE LA VETA RUBLO, MINA CHONTA, HUACHOCOLPA, HUANCVELICA, PERÚ

José Andrés Yparraquirre C.1; Alberto Aranda V.1

jyparraquirre@bisa.com.pe aaranda@bisa.com.pe

1 Laboratorio de caracterización mineralógica - Buenaventura Ingenieros (BISA)

RESUMEN

La Veta Rublo (**VR**) está, ubicada en el Distrito Minero de Huachocolpa, departamento de Huancavelica sobre los 4550 msnm, se aloja en rocas volcánicas cenozoicas que corresponden a la Formación “Domos de Lava”, con una edad de 8 a 10 ma. (Noble, 1973); formada por domos, coladas, brechas y depósitos piroclásticos de composición andesítica a dacítica, su rumbo promedio es N 58°-80°E y buzamiento 60°-70° SE. La Veta Rublo se sitúa en la confluencia de las fallas Chonta y Huachocolpa, siendo secante con respecto a ambas. Las variaciones de orientación parecen corresponder a una veta en “rosario”, donde su potencia es bastante irregular (entre 0.6 y 2m).

Como minerales se tiene: esfalerita, galena, cuarzo, marcasita y pirita; en menor proporción ocurren cobres grises, calcopirita, guettardita, veenita y bournonita. Estos minerales se presentan en texturas de relleno hidrotermal (crustiforme, brechoide, reemplazamiento y relleno de fracturas), siendo el cuarzo el relleno principal a manera de matriz; y engloba fragmentos de galena-esfalerita. Las alteraciones hidrotermales presentes son: argilización, silicificación y sericitización.

Se han definido varias fases hidrotermales, bien caracterizadas por las sucesivas generaciones de cuarzo (cz1, cz2, cz3) y por los sulfuros asociados, donde se debe destacar la presencia de dos generaciones de esfalerita: a) acaramelada y translúcida, b) moderadamente oscura y opaca. Existe una débil microdeformación, ligada en parte a los procesos de ebullición y recristalización parcial del relleno hidrotermal silíceo y las evidencias serían microbrechamientos y presencia de calcedonia en algunos cristales de cz 2 (Figura 5), lo cual obliga a una cuidadosa petrografía de IF, previa a la microtermometría. El cz 2 es la principal fase asociada a la mineralización sulfurada y desde el punto de vista geoquímico se caracteriza por tratarse de fluidos acuosos, moderadamente salinos. Desde el punto de vista termométrico se observa una notable coherencia de las medidas de temperatura de homogeneización (**Th**) y una ebullición generalizada a temperaturas dominantes de 240-270°C (mediana Th 257°C), idénticas a las temperaturas **Tc** de captura (corrección de presión nula, por la evidencia de ebullición); las temperaturas de fusión del hielo **Tf** se sitúan entre -1.5 y -4°C (mediana -3.2°C), lo que corresponde a salinidades entre 2.57 y 6.4% NaCl eq en peso (mediana 5.26%).

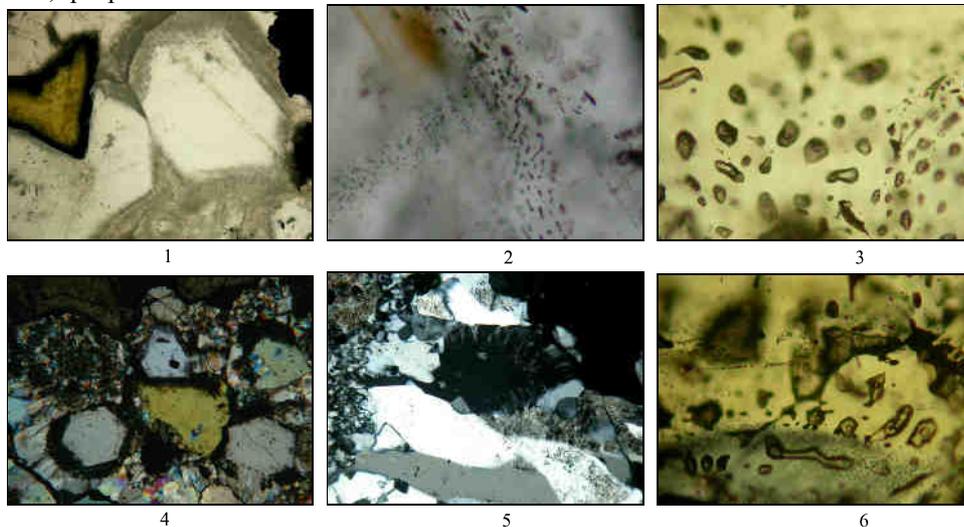
INCLUSIONES FLUIDAS

El estudio de inclusiones fluidas (**IF**) es útil para la caracterización de los fluidos que circulan en la corteza terrestre particularmente de los responsables de las concentraciones minerales de interés económico. Las IF son pequeñas cantidades de fluidos atrapadas en cristales durante su crecimiento (*inclusiones primarias*, **P**), o introducidas a lo largo de microfracturas y/o clivaje después de la cristalización del mineral que las contiene (*inclusiones secundarias*, **S**; Roedder, 1984). El origen más común de las **IF** se remonta a algún defecto cristalino, a irregularidades o accidentes en el crecimiento del cristal o a microfisuración postcristalina, pero también se pueden producir por fisuración sin-cristalina (*inclusiones pseudo-secundarias*, **SS**) o pueden estar relacionadas a modificaciones posteriores (p. ej. recristalización, común en los yacimientos del tipo epitermal de baja sulfuración, como el estudiado, dando lugar a veces a *inclusiones pseudo-primarias*, **SP**) con aspecto de primarias pero modificadas tras la captura del fluido.

PETROGRAFÍA

Se seleccionó 18 muestras para el estudio de IF, debido a la abundante presencia de estas, tanto en la ganga (cuarzo cz 2), como en la mena (esfalerita). Es frecuente en cz 2 el zonado de crecimiento subrayado por numerosas IF de tipo P (figura 1), pero éstas son casi siempre diminutas (orden de dimensiones $\leq 1\mu\text{m}$), lo que las hace inservibles para las determinaciones microtermométricas, encontrando entre ellas FI favorables para sus medidas. Son también frecuentes las IF tipo S (figura 2), algunas de las cuales se han medido, para obtener una información adicional sobre los fluidos que han circulado en el sistema después de la deposición de cz 2. Las inclusiones fluidas P y S frecuentemente son monofásicas y predomina la fase vapor (V), otras son bifásicas (liquida y vapor) que homogenizan al estado líquido lo que indica un proceso de ebullición generalizado y, esto explica la coincidencia entre la temperatura T_h medida y la de captura (T_c), haciendo innecesaria la corrección de presión.

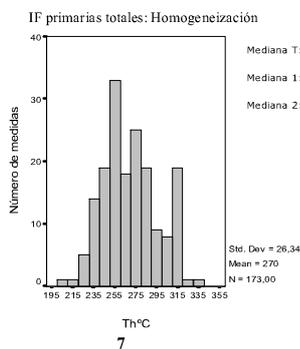
No obstante, se observan en cz 2 ocasionales texturas plumosas y flameantes (figuras 1 y 5), que evidencian probables procesos de recristalización a partir de un gel silíceo o una generación criptocristalina de cuarzo (Fournier, 1985; Sander & Black, 1988). Estas texturas, aun cuando la morfología resultante para un observador inadvertido pueda parecer le de un zonado primario, indican que las inclusiones pueden haber sido modificadas: en este caso se trata de inclusiones *seudo-primarias* (Demoustier et al 1998), que deben descartarse porque si se midiesen la información obtenida no correspondería al proceso supuesto. La petrografía de IF ha tenido, pues, el objetivo adicional de controlar rigurosamente las texturas antes de proceder a la selección de las IF a analizar, para asegurar la validez de las medida. Con estas precauciones, se han definido las familias de inclusiones fluidas (**FIF** o *Fluid Inclusion Assemblages*, *FIA*, Goldstein & Reynolds, 1994) de mayor interés y representatividad para el análisis microtermométrico. Se han seleccionado para su medida IF de las clases P y S en cuarzo y esfalerita, prescindiendo de las IF modificadas o SP. Las P han sido identificadas por su relación con el zonado de cristalización o por estar diseminadas (figura 3) o aisladas (figura 6) en el cristal, las S se ubican en microfracturas (figura 2). En general, se trata de inclusiones pequeñas, del orden de 5-10 μm , pero en ocasiones son mayores y, excepcionalmente, pueden superar los 100 μm (figura 6) de diámetro. Son frecuentes las formas suaves y las de cristales negativos, que pueden coexistir en una misma FIF.



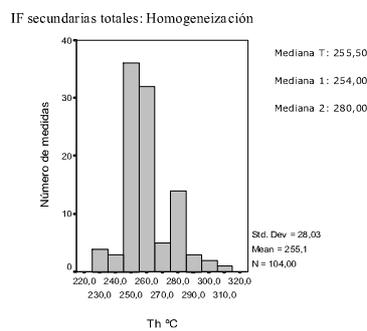
Figuras 1 a 6. 1). Cuarzo 2 (cz 2) con zonado de crecimiento marcado por inclusiones fluidas primarias. LT, NX, obj. 40X. 2). Microfisuras cicatrizadas, con numerosas IF secundarias, en cuarzo cz 2. LT N//, obj. 10X. 3). Familias de IF ricas en vapor, oscuras (dominante), coexistiendo con otras densas, bifásicas, en esfalerita. LT, N//, obj. 50X. 4). Cuarzo 2 (cz 2) reemplazando a cuarzo microcristalino cz 1. 5). Textura transicional de recristalización de cuarzo de baja cristalinidad sobre cristal de cuarzo cz 2, marcada por corona flambeante sobre contorno idiomorfo. LT, NX, obj. 10X. 6). IF secundarias,

MICROTERMOMETRIA

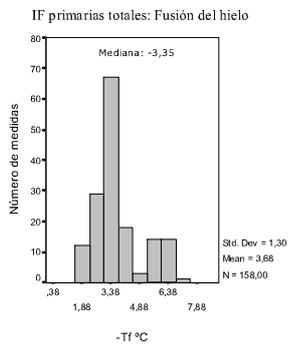
La microtermometría sistemática de las IF seleccionadas en esfalerita y en el mineral de ganga genéticamente relacionado con la mena, cuarzo (cz 2) (figuras 1 a 6), ha dado por resultado el conjunto de medidas representadas en los histogramas adjuntos (figuras 7 a 12: valores P y S en todos los minerales). Casi todas las medidas se realizaron en IF densas, Lw, ya que la escasez o total ausencia de fase líquida en las del tipo V impiden en general apreciar debidamente los cambios de fase. Como se aprecia en las figuras 7 y 9, la distribución P resulta en solo cuarzo coherente, con máximos para una temperatura de homogeneización total (Th = Tc) entre 240 y 270 °C y una temperatura de fusión de hielo entre -1.5 y -4 °C. Los valores S resultan análogos y sugieren la identidad entre los fluidos y procesos mineralizadores y las emanaciones ligadas a la microfisuración postcrystalina, como es lógico en un sistema en ebullición; únicamente discrepan los escasos valores por encima de 300 °C. Si se toman como valores más representativos del conjunto las medianas P, resultaría para Th un valor de 257 °C y para Tf, -3.2 °C; no obstante, interesa también la distribución espacial de las medidas (figura 13).



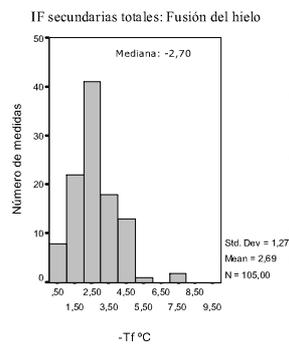
7



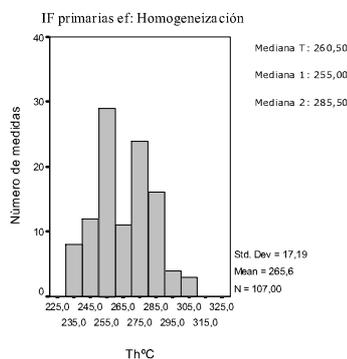
8



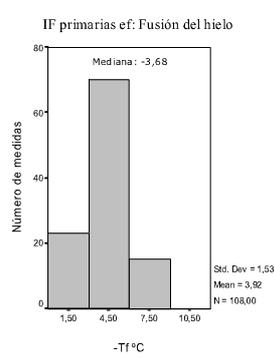
9



10



11



12

Figuras 7 a 12. Histogramas de medidas microtermométricas en las muestras de Veta Rublo (VR).

Th= temperatura de homogeneización total.
Tf= temperatura de fusión del hielo.

cz= cuarzo
ef= esfalerita

REFERENCIAS CITADAS

- Bakker R.J., Brown P.E. 2003. "Computer Modelling in Fluid Inclusion Research". p. 75-212, in: Samson I., Anderson A., Marshall D. 2003, eds. Fluid Inclusions. Analysis and Interpretation. MAC, Short Course Series vol. 32, Vancouver, B.C., Canada, p. 374.
- Demoustier A., Castroviejo R., Charlet J. M. 1998. "Clasificación textural del cuarzo epitermal (Au-Ag) de relleno filoniano del área volcánica de Cabo de Gata, Almería" Bol. Geol y Minero, v.109-5 y 6 p. 449-468.
- Fournier R.O. 1985. "The behaviour of silica in hydrothermal solution" Rev. Econ. Geol., v.2, p. 45-61.
- Goldstein R., Reynolds J. 1994. "Systematics of Fluid Inclusions in Diagenetic Minerals". SEPM (Society for Sedimentary Geology), p. 1-200.
- Haas J.L. 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. Econ. Geol. 66, p. 940-946.
- Noble D. C. 1973. "Geología de las rocas volcánicas del Distrito Minero de Huachocolpa" Inf. Priv., p. 1-30
- Roedder E. 1984. Fluid Inclusions. Min. Soc. of America, Reviews in Mineralogy, Vol.12, p 644.
- Sander M.V. , Black J.E. 1988. "Crystallization and recrystallization of growthzoned vein quartz crystals from epithermal systems. Implications for fluid inclusion studies". Econ. Geol., v. 83, p. 1052-1060.