

# INTRODUCCIÓN

El estudio textural incluye la caracterización de los aspectos morfológicos de los granos y la relación de cada mineral con sus vecinos, a escala macro y microscópica. Este debe realizarse siempre basándose en el siguiente plan de trabajo y objetivos:

- Establecer las variaciones texturales de los granos.
- Establecer las relaciones texturales entre las diferentes fases minerales, con el objetivo de discriminar qué fases se formaron simultáneamente, y establecer la secuencia de su formación.
- Ubicar, en base a los anteriores criterios, puntos representativos para un análisis químico cuantitativo posterior (inclusiones fluidas, microsonda, isótopos, etc.).

La microscopía de menas implica no solo la identificación de granos minerales individuales, sino también la interpretación de las texturas de los minerales, es decir, las relaciones espaciales entre granos (Crain y Vaughan, 1994). Además de obtener información sobre las asociaciones minerales de los agregados, las regularidades de su distribución, formas de su distribución, las formas de su localización y la consecutividad de formación de los minerales. Generalmente los cuerpos meníferos o los yacimientos metálicos contienen varias variedades morfológicas de menas. Estas variedades corresponden a diferentes estadios o diferentes condiciones de precipitación de los minerales en el proceso de formación de los cuerpos meníferos, y cada uno de ellos tendrá sus particularidades características de estructura de los agregados minerales o de los minerales que los forman (Demidov y Gómez, 1993).

En las plantas de tratamiento de minerales se evalúan la eficiencia del proceso únicamente en base a resultados de análisis químico de los elementos aparentemente más importantes, sin embargo, la información acerca de la composición química, si bien es indispensable y valiosa, nada puede decir acerca de los actores principales del procesos: las especies minerales; ni la morfología y dimensiones de estas ni mucho menos acerca de la manera como ellas están especialmente asociadas entre sí, tales determinaciones solo puede ser efectuada mediante estudios mineralógicos apropiados, fundamentalmente microscópicos (Mejías-Pérez, 2019).

En las plantas de tratamiento de minerales se evalúan la eficiencia del proceso únicamente en base a resultados de análisis químico de los elementos aparentemente más importantes, sin embargo, la información acerca de la composición química, si bien es indispensable y valiosa, nada puede decir acerca de los actores principales del procesos: las especies minerales; ni la morfología y dimensiones de estas ni mucho menos acerca de la manera como ellas están especialmente asociadas entre sí, tales determinaciones solo puede ser efectuada mediante estudios mineralógicos apropiados, fundamentalmente microscópicos (Mejías-Perez, 2019).

La aplicación de la minerografía o microscopía de menas al estudio morfológico de granos minerales, tamaño y textura de menas de concentrados y productos metalúrgicos ha sentado las bases del surgimiento de la mineralogía de procesos o mineralurgia. Hasta principios del siglo XX el análisis minerográfico fue una herramienta empleada exclusivamente por geólogos para determinar las paragénesis minerales y aquellas cuestiones relacionadas con la génesis de yacimientos (Pérez-Barnuevo, 2013).

Dentro del contexto geometalúrgico, la mineralogía de procesos se afianza como una herramienta indiscutible al proporcionar la información

mineralógica necesaria para el diseño, control y optimización de los procesos de concentración mineral. Aspectos como la identificación y cuantificación de los minerales, el análisis de la liberación y la caracterización textural son datos mineralógicos fundamentales para establecer el método de concentración más adecuado, definir los parámetros de funcionamiento del circuito y predecir el comportamiento de las partículas durante los procesos de concentración. La mineralogía de procesos debe, por tanto, proporcionar esta información, y debe hacerlo además de manera que pueda ser integrada en el modelo geometalúrgico, para lo que es necesaria la cuantificación de los principales parámetros mineralógicos (Pérez-Barnuevo, 2013).

El reconocimiento e interpretación de texturas, además de proporcionar información en la historia de un depósito, también puede ayudar en la identificación de minerales y puede proporcionar información valiosa para la molienda y el beneficio del mineral.

El desarrollo de la mineralogía de proceso comienza a desarrollarse en la segunda mitad del siglo XX con la aparición, primero, de los contadores de puntos y después el surgimiento de los analizadores de imágenes, la automatización y el desarrollo de la computación aplicando el procesamiento de imágenes. En la primera década del siglo XXI, la mineralogía de procesos se ha consolidado como una herramienta indispensable en el ámbito minero debido fundamentalmente a la emergencia de la Geometalurgia (Jackson et al., 2011; Dunham et al., 2011).

Uno de los primeros autores en señalar la utilidad de los estudios mineralógicos como fuente de información valiosa para el metalurgista fue Schwartz (1923), quién a su vez, menciona el trabajo de Head (1921) como el único documento hasta ese momento que recoge la aplicación del análisis mineralógico de probetas pulidas para establecer el tratamiento de una determinada mena mediante flotación. Precisamente el desarrollo de la flotación es considerado uno de los hitos fundamentales que impulsó la

aplicación de la mineralogía en el procesamiento mineral. A partir de ese momento el análisis mineralógico de probetas pulidas mediante microscopio petrográfico comienza a ser una práctica habitual a la hora de determinar los parámetros de funcionamiento del circuito de concentración.

Schwartz (1938) elaboró una guía de estudio de las propiedades mineralógicas a observar en un contexto metalúrgico. Esta guía de estudio fue recogida por otros autores, como Edwards (1965), Freund (1966), Ramdohr (1980), que conscientes de la importancia que el estudio mineralógico tenía en los procesos de concentración mineral dedicaron algún capítulo de sus libros a cuestiones relacionadas con la aplicación de la mineralogía en el tratamiento mineral.

La finalidad de un estudio mineragráfico de las menas desde el punto de vista de la metalurgia es:

- 1) Establecer qué tipos de minerales meníferos y minerales de ganga se encuentran presentes en el depósito.
- 2) Determinar las paragénesis minerales.
- 3) Determinar el tamaño de granos aproximado (minerales más importantes).
- 4) Encontrar las relaciones texturales entre los minerales para completar la información requerida para la partida metalúrgica.
- 5) Relacionar minerales de alteración con minerales de mena.

## Referencias Bibliográficas

- Dunham, S., Vann, J., Coward, S. (2011). Beyond Geometallurgy – Gaining competitive advantage by exploiting the broad view of Geometallurgy. The first AUSIMM International Geometallurgy conference. Brisbane, QLD, 5-7 September 2011.
- Freund, H. (1966). Applied Ore Microscopy. Theory and Techniques. Macmillan. First English edition. Fankfurt – Germany.
- Head, R.E. (1921). Quantitative microscopic determination of chalcopyrite, chalcocite, bornite and pyrite in a porphyry ore. U.S. Bur Mines, Rept. Inv., no. 2257.
- Jackson, J., McFarlane, A.J., Olson Hoal K. (2011). Geometallurgy – Back to the future: scoping and communicating Geomet programs. The first AUSIMM International Geometallurgy conference. Brisbane, QLD, 5-7 September 2011.
- Mejías-Pérez, A.M. (2019). Microscopia óptica con el criterio grado de liberación como una herramienta importante para la toma de decisiones en procesamiento de minerales, Minera Constancia – hubday. Tesis de titulación para optar por el título profesional de Ingeniera Metalurgista. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Pérez-Barnuevo, L., Castroviejo, R., Pirard, E. (2013). New perspectives on quantitative textural analysis. In Proc. The Second AusImm Internatinal Geometallurgy Conference, Brisbane, QLD, Australia, 30 septiembre – 2 octubre, pp. 191-196.
- Ramdohr, P. (1980). The ore minerals and their intergrowths. 2<sup>nd</sup>. Ed. 2 vol. Pergamon Press. Berlin.
- Schwartz, G.M. (1923). Solving metallurgical problems with the reflecting microscope. Eng. and Min Jour. Press, vol 116, pp. 237-238.
- Schwartz, G.M. (1938). Review of the application of microscopic study to metallurgical problems. Econ. Geol. Vol 33, pp. 440-453.