

# ESTUDIO DEL TIOSULFATO DE AMONIO COMO REEMPLAZO DEL CIANURO EN MENAS AURÍFERAS COLOMBIANAS EXPLOTADAS ARTESANALMENTE

Andrés Ortiz Ávila, Fernando Lozano Gómez, Robinson Torres Gómez

Departamento de Ingeniería Metalúrgica.

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja (Boyacá), (Colombia).

E-mails: [Jefferson.Ortiz@uptc.edu.co](mailto:Jefferson.Ortiz@uptc.edu.co), [Luis.lozano@uptc.edu.co](mailto:Luis.lozano@uptc.edu.co), [Robinson.torres@uptc.edu.co](mailto:Robinson.torres@uptc.edu.co)

## INTRODUCCIÓN

Colombia ha sido históricamente un país productor de oro y este metal se ha convertido en uno de los productos generadores de divisas, por lo cual ocupa un importante lugar en el desarrollo de su economía, este se encuentra asociado a diferentes tipos de ambientes geológicos con una distribución de las manifestaciones minerales en casi todo el territorio, por consiguiente la mineralogía de procesos es una herramienta que ofrece información de gran utilidad para la modificación de procesos de obtención de oro.

Por tal motivo en el presente artículo se presentan los resultados de la investigación correspondiente a la correcta caracterización mineralógica, fisicoquímica y geoquímica de un mineral auroargentífero proveniente del complejo minero minas del vapor ubicado en puerto Berrio departamento de Antioquia, dichas herramientas se hacen necesarias porque permiten optimizar los diferentes procesos de beneficio, debido a que el conocimiento y comprensión de la mineralogía de la mena y su influencia en la transformación final de los minerales son cruciales para el diseño y operación de un procesos de recuperación de oro y plata, ya que las técnicas mineras llevadas a cabo actualmente en esta zona del país no son las más apropiadas a aplicar en dicho material. De igual manera se busca aportar avances en la lixiviación de minerales auríferos mediante el uso de métodos no convencionales como la cianuración, presentando bases sólidas para futuros estudios en el tema.

## DESARROLLO

Inicialmente se realizó una preparación mecánica del material (trituration y molienda), para así continuar con una caracterización mineralógica mediante análisis en microscópico por petrografía y secciones delgadas, difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X, para lograr determinar la composición mineralógica, seguida de una caracterización geoquímica realizando ensayo al fuego para hallar tenores de oro y plata contenidos en el material; seguida de un ensayo en microscopio electrónico de barrido (MEB), para corroborar la presencia de oro en el mineral. Igualmente se ejecutaron pruebas para determinar densidad de pulpa, acidez, velocidad de sedimentación de partículas y viscosidad, siendo estas últimas parte de una caracterización fisicoquímica (Todas las pruebas anteriormente mencionadas fueron realizadas bajo la respectiva norma ASTM "American Society for Test and Materials").

Con el objetivo de determinar la respuesta del material a los procesos de beneficio y extracción, se realizaron pruebas piloto a nivel de laboratorio de lixiviaciones con cianuro de sodio (NaCN) y tiosulfato de amonio  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$  seguidas de absorción atómica (EAA) mediante el equipo Pelkin Elmer AS3100 llama AA- espectrofotómetro, el sistema se dejó en una celda de vidrio cerrada por un periodo de 10 horas a 350 rpm, tomando alícuotas y ajustando pH cada 2 horas, en las pruebas con cianuro de sodio se ajustó pH con óxido de calcio (CaO) y en el caso del tiosulfato de amonio se ajustó adicionando amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), simultáneamente se realizaron lixiviaciones para tiosulfato de amonio sin ajustar pH, esto con el fin de determinar la incidencia del amoníaco en la concentración de este durante el proceso, para lograr entender la cinética de degradación de los agentes lixiviantes se recurrió a la técnica de espectrofotometría (UV-Vis).

## CONCLUSIONES

De acuerdo al grado a resultados obtenidos en los diferentes ensayos, la presencia de arcillas debido a la refractariedad del mineral, incide de manera significativa en la densidad y velocidad de sedimentación de las partículas, debido a la absorción de agua por parte de las mismas, se recomienda tener un tamaño de grano uniforme en el material, para evitar cambios bruscos en la densidad de la pulpa, así mismo se estableció que una relación de líquido/sólido del 30% resulta ser la más apropiada para procesos de lixiviación, de igual manera, se recomienda el uso de hidróxido de sodio en sustitución del óxido de calcio para alcanzar el nivel requerido de pH en la pulpa, ya que el contenido de arcillas en el mineral es considerable y su uso puede afectar la densidad y velocidad de sedimentación.

La cinética de degradación del tiosulfato de amonio como agente lixivante presenta mejor respuesta con respecto al cianuro de sodio, pues este último presentó un mayor consumo en el proceso de lixiviación por parte del mineral tratado, aunque las recuperaciones de oro fueron bajas en la etapa de lixiviación, cabe destacar que se obtuvieron valores de recuperación mayores cuando se utilizó tiosulfato de amonio, obteniendo resultados prometedores como posible agente en reemplazo del cianuro en este tipo de yacimientos.

Cuando no se adicionó hidróxido de amonio para estabilizar el pH de la solución utilizando tiosulfato de amonio, la cinética de degradación se vio más afectada en comparación con su adición, esto puede ser debido a que el amoníaco evita la oxidación excesiva del ion  $\text{Cu(II)}$ , el cual si bien es un catalizador del proceso de extracción, afecta la degradación del tiosulfato de amonio, reduciendo por ende la extracción de oro desde la misma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrio, S. del, Martínez, R., y Sánchez, A. (2019). El beneficio del oro en minerales refractarios de la Faja Pirítica. *Boletín Geológico y Minero*, 130(2), 341-359. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7064934>
- Custodio, D. A., y Espinoza, I. S. (2014). *Lixiviación de minerales carbonáceos con tiosulfato de amonio para la recuperación de metales preciosos de oro y plata* [Tesis de Ingeniería Química]. Universidad nacional de Trujillo (pp. 33). <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3562>
- Falcón-Hernández, J. A. (1990). Consideraciones sobre la sedimentación de la pulpa limonítica en la planta "Pedro Soto Alba". *Revista minería y geología*, 1(2), 173-187. <http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/373>
- Marsden, J. O., y Iain, C. (2009). *The Chemistry of Gold Extraction*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Ospina, J. D., Osorio, J. G., Serna, C. M., Mejía, E., Giraldo, C. E., y Posada, J. A. (2016). Mineralogía del proceso de lixiviación de oro en minerales refractarios con soluciones de tiosulfato. *Informador técnico colombiano*, 80(2), 128-141. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5767289>
- Traslaviña, J. J., García, I. H., Pedraza, J. E., y Laverde, D. (2009). Caracterización de los minerales auríferos de la zona minera de san pedro frio (Bolívar Colombia), para la selección de los procesos de extracción. *Dyna*, 76(157), 23-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4599148>
- Vargas, C., Navarro, P., Araya, E., Pavez, F., y Alguacil, F. J. (2006). Recuperación de oro a partir de disoluciones de amoníaco y tiosulfato utilizando carbón activado. *Revista de metalurgia*, 42(3). <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/view/22>
- Vargas, J. (1990). *Metalurgia del oro* (2.ª ed.). Metalurgia del oro y la plata. (pp. 12-13).
- Vásquez, J. (1997). *Procesamiento de Minerales Auríferos: Técnicas para la extracción Aurífera, procesos de Cianuro y Almagamación*. Ministerio de minas y energía (República de Colombia). Cartilla N° 2. (pp. 37). [http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Procesamiento%20de%20minerales%20aur%C3%ADferos%20N.2%20\(1994-1995\).pdf](http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Procesamiento%20de%20minerales%20aur%C3%ADferos%20N.2%20(1994-1995).pdf)