

EXTRACCIÓN EN FASE SÓLIDA MAGNÉTICA DE ARSÉNICO SOBRE NANOPARTÍCULAS HÍBRIDAS DE NTCM/Fe₃O₄ EN MUESTRAS DE MINERALES DE COBRE Y SU DETERMINACIÓN MEDIANTE ETAAS

Gastón Villafañe^a, Vanesa Bazán^a, Ayelén López^a, Julio Guevara^a, Pablo Pacheco^b, Ariel Maratta^{a*}

^a Instituto de Investigaciones Mineras, IIM-CONICET. UNSJ, Ciudad de San Juan, Argentina

^b Instituto de Química de San Luis, INQUISAL-CONICET. UNSL, Ciudad de San Luis, Argentina

*e-mail: arielmaratta@gmail.com

Algunos depósitos de mineral de cobre contienen cantidades pequeñas pero significativas de arsénico, que generalmente se incrementan en el concentrado final de Cu. Esto aumenta los costos de las operaciones de fundición y refinación de los concentrados de cobre, lo que puede reducir sustancialmente el valor de mercado y, en algunos casos, incluso impedir la venta de los mismos. El As es perjudicial para el medio ambiente y la salud humana cuando está presente en concentraciones superiores a las que se encuentra naturalmente. Tiende a ser altamente volátil en los procesos térmicos y corre el riesgo de ser emitido a la atmósfera durante la fundición¹. Consecuentemente, resulta de gran importancia determinar la concentración de As en la muestra de origen para establecer la calidad del mineral a extraer y poder tomar decisiones convenientes a la hora de tratar el mineral. Se han informado diferentes enfoques analíticos para la determinación de As. La espectrometría de absorción atómica electrotérmica (ETAAS) es una metodología simple y de bajo costo, con buena selectividad y sensibilidad. Para la determinación de As en muestras de minerales de cobre, la combinación de tecnología de preconcentración/separación se considera extremadamente necesaria². Por un lado, porque el contenido de As se encuentra por debajo del límite inferior lineal del método mencionado, y por otro, la matriz suele ser demasiado compleja. Hoy en día, se considera que la tecnología de extracción en fase sólida dispersiva es un método de enriquecimiento efectivo, siendo la elección del adsorbente a utilizar un factor determinante para la preconcentración de trazas de metales. Es aquí donde los materiales nanoestructurados realizan un aporte significativo a esta tecnología, debido a que presentan mejores ventajas que los materiales en polvos convencionales, como una mayor superficie específica, más sitios activos, fácil funcionalización y una dispersión más uniforme. Los materiales magnéticos combinados con la extracción en fase sólida en fase dispersa, o denominada extracción en fase sólida magnética (MSPE), ha demostrado ser una forma rápida, simple y efectiva de recuperación del sorbente. Se ha demostrado que la eficiencia de esta metodología está sujeta al tipo de funcionalización de las nanopartículas magnéticas (NPM), donde el uso de materiales híbridos está teniendo un gran auge en la preconcentración de metales trazas³. Esto se debe por un lado a que se aprovechan las mejores propiedades de dos tipos de compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, con propiedades complementarias en un sólo material. El efecto sinérgico de ambas nanopartículas no puede ser alcanzado actuando solas. Por otro lado, permite aplicar sorbentes orgánicos que solos, son difíciles de separar de las muestras acuosas, modificándolos con NPM. En el presente trabajo se sintetizó un novedoso sorbente nanoestructurado híbrido de nanotubos de carbono de pared múltiple modificado (NTCM) por estrés térmico, decorado con nanopartículas de Fe₃O₄ magnéticas. Las mismas se implementaron para una nueva metodología SPEM combinada con ETAAS para la determinación de As en muestras de minerales de cobre. El procedimiento general consiste en una etapa de preconcentración, en la cual se ponen en contacto 15 mL de la muestra previamente digerida y 20 mg de NPHM en un tubo de ensayo con tapa, donde se agita vigorosamente con un vórtex. Seguido de esto, se separaron las fases mediante un imán externo, eliminando el sobrenadante. Para la etapa de elución, se agregaron 0,5 mL de NaOH 0,05% durante 30 segundos. Se volvió a colocar el imán y se recuperó el eluido para ser leído mediante ETAAS. Las NPHM se lavaron con ácido nítrico al 10% y agua milli-Q, utilizando el imán para conservarlas en el recipiente luego de cada lavado. Las nanopartículas quedaron acondicionadas para un siguiente ensayo, pudiendo repetir hasta 7 ciclos. Las NPHM mostraron una adsorción cuantitativa de As (V). Las ventajas de este procedimiento incluyen un tiempo de extracción corto, buena dispersión, buena recuperación y baja formación de residuos. Las variables se optimizaron mediante diseño factorial fraccional y metodología de superficie de respuesta. Bajo parámetros experimentales óptimos, el procedimiento permitió la determinación de As con límites de detección y cuantificación de 15 y 45 ng L⁻¹ respectivamente. La desviación estándar relativa fue de 4,9% y el factor de preconcentración del método fue de 30. El método se aplicó a la determinación de As total en muestras de minerales de cobre previamente digeridas, obteniendo recuperaciones cuantitativas.

1. Lane, D. J., Cook, N. J., Grano, S. R. (2016). Minerals Engineering, 98, 110-121.
2. Yu, H., Li, C., Tian, Y., & Jiang, X. (2020). Microchemical Journal, 152, 104312.
3. Yilmaz, E., Erbas, Z., & Soylyak, M. (2021). Analytica Chimica Acta, 1178, 338808.