



ESCORIAS CON VALOR

Ya sea para recuperar los metales que contienen o utilizarlas en rubros como la construcción, diversos proyectos han buscado darle una utilidad a estos residuos del proceso de fundición de cobre. Aquí destacamos algunos.

Escoria humana, según la concepción generalizada, es alguien dañino, despreciable, inútil o vil, por citar solo algunos calificativos. Escoria de fundición, en cambio, es un tipo de residuo de la industria minera con una valoración positiva al alza. Esto, por la posibilidad de utilizarla como materia prima para sectores como la construcción y la opción de recuperar los metales remanentes que contiene que, en ciertos casos, son de leyes considerables.

En el informe "Identificación de oportunidades mediante la implementación de la Economía Circular en minería secundaria del cobre", publicado por Cochilco en 2021, se mencionan iniciativas en esa línea, destacando los usos que se le pueden dar a las escorias de cobre como materiales de construcción. Los siguientes son los principales:

- Para estabilizar suelos arcillosos: "Los suelos expansivos arcillosos son muy inestables y significan un riesgo para las estructuras que se construyen sobre ellos, ya que al absorber agua pueden expandirse hasta en un 10%. Estudios han demostrado que éstos logran ser estabilizados mediante la mezcla con escorias de cobre", señala el documento.
- Baldosas: Se pueden emplear en la elaboración de baldosas, como lo hizo una empresa en la Región de Atacama, en reemplazo de áridos de río. Los materiales para su fabricación fueron cemento, árido de escoria, agua y otros aditivos.
- Hormigones: Un estudio realizado hace unos años aportó resultados positivos sobre la resistencia a la compresión de hormigones fabricados con áridos de escoria de cobre de la Fundación Hernán Videla Lira versus hormigones que incorporaron áridos convencionales de río.



La PUCV y otras universidades han desarrollado investigaciones para darle valor a las escorias de cobre.



Estudios han demostrado que los suelos arcillosos logran ser estabilizados utilizando mezclas con estos residuos.

DATO

40% De hierro se ha encontrado en escorias de fundición según algunos estudios de caracterización. También contienen cobre (1%), sílice (30%), molibdeno (0,3–0,4%), oro (0,05 g/ton) y plata (0,2 g/ton).

→ El Dr. Álvaro Aracena, Académico y Jefe de investigación y Estudios Avanzados de la Escuela de Ingeniería Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), citando al investigador Amin Nazer, detalla que las escorias con baja cantidad de metal útil (principalmente cobre), se han utilizado en diversas aplicaciones: para sustituir parcialmente el cemento hidráulico, como gravilla para líneas de ferrocarriles, como árido en mezclas asfálticas de obras viales, como árido constituyente de los morteros y hormigones de cemento, como abrasivo en la limpieza por chorro de arena de estructuras metálicas y, en ocasiones, en albañilerías de bloques de escoria moldeados. *“El mismo autor indica que pueden reemplazar el cemento Portland, ya que algunas escorias de cobre tienen propiedades cementosas”*, destaca.

EJEMPLOS DE PROYECTOS

El reporte de Cochilco, aludiendo al proyecto Chilepolimetálico (chilepolimetalico.cl), revela que las universidades han liderado los estudios y proyectos en este ámbito. Un caso es el de la Universidad de Atacama, que ha analizado los escoriales de mayor potencial de esa región para evaluar, justamente, el uso de las escorias como material de construcción.

Luego agrega: *“Trabajos similares se han realizado en la región de Valparaíso con material proveniente de Codelco Ventanas, mientras que la Universidad de Concepción también está desarrollando algunos proyectos relacionados al procesamiento de escorias”*.

Además, destaca iniciativas de recuperación de cobre contenido en escoria mediante flotación a nivel nacional. *“Ejemplo de ello corresponde al procesamiento de escorias provenientes de la Fundición Hernán Videla Lira por parte de la planta Matta de Enami”*, indica. Lo anterior, ocurre principal-

mente cuando a esta instalación *“llega una baja cantidad de mineral para procesar, vale decir, cuando el precio de cobre es bajo y, por lo tanto, a los productores del mineral no les conviene venderlo a Enami”*, señala.

Otra línea de investigación apunta a recuperar la energía de la escoria fundida para convertirla en energía eléctrica, que puede utilizarse, por ejemplo, en las mismas instalaciones mineras.

TAMBIÉN HIERRO

Las escorias de fundición están entre los principales residuos sólidos generados en las plantas de la industria del cobre. Solo en Chile, por cada tonelada de cobre producido, se generan alrededor de 2,2 toneladas de este material, lo que implica que en un año se producen unas 4,5 millones de toneladas de escoria.

De ahí la importancia de recuperar los metales ahí contenidos, incluido hierro. Es a lo que están abocados investigadores de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM) en el proyecto Fondef *“Obtención de polvos de aleaciones metálicas ricas en hierro a partir de un método innovador para la valorización de escorias de descarte de fundición de cobre”*.

Liderada por el Dr. Claudio Aguilar, director del Departamento de Metalurgia y Materiales de la USM, la iniciativa presenta una propuesta viable, tanto técnica como financieramente, para abordar un desafío de carácter bi-dimensional. *“Por una parte, se ofrece una alternativa innovadora para resolver el problema del almacenamiento e inutilización de la escoria proveniente de fundiciones y, por otro lado, se busca visibilizar una atractiva oportunidad de negocio. Las escorias de concentrados de cobre tienen alrededor de 40% de hierro, cuyo mercado va en crecimiento debido a la alta demanda de los sectores automotriz, defensa, energía, construcción y medicina”*, explica el investigador en una entrevista.

El primer acercamiento de él y su equipo al proyecto se produjo al detectar que las escorias de cobre —compuestas por el metal rojo, hierro y azufre— son abandonadas en las propias instalaciones mineras. El también académico asegura que éstas, por sí solas, no tienen valor, pero el hierro puro obtenido puede alcanzar un precio de 1 dólar el kilogramo. *“Y cuando desarrollamos un material avanzado que tiene una serie de propiedades su valor se dispara a 30 USD el kg”*, resalta.

Ratifica, asimismo, que el desecho secundario del proceso, que queda sin elementos metálicos (hierro y cobre), tiene también un alto potencial

de ser usado en la industria de la construcción.

El Dr. Aguilar espera que algunas empresas manifiesten interés en los resultados del proyecto, que culminaría este 2022, y puedan aprovechar el conocimiento y la tecnología generada.

RECUPERACIÓN DE COBRE

Fruto de investigaciones en la PUCV para recuperar las pérdidas de cobre en la escoria producida, el Dr. Álvaro Aracena lideró la obtención de una patente para el "Tratamiento hidrometalúrgico de escorias oxidicas mediante el uso de hidróxido de amonio".

Él y su equipo demostraron que a través de una alta concentración de amonio y considerando los efectos del pH de la solución, se puede recuperar sobre un 85% del cobre que hoy se pierde en las escorias. "Los avances que hemos tenido con el proyecto se han encaminado a la optimización experimental y, gracias a la patente, hacia algunas aplicaciones industriales. En un inicio, las escorias se pueden clasificar en dos tipos: óxidos y sulfuros. Estas últimas son procesadas vía concentración por flotación, mientras que las primeras están recién siendo tratadas vía hidrometalúrgica mediante lixiviación. La cantidad de cobre en cada una de estas escorias es muy atractiva. Las leyes se mueven entre un 8% y 39% de cobre, en circunstancias que un concentrado calcopirítico (material casi puro del metal) contiene cerca de un 30% de cobre", relata.

A continuación, describe más detalladamente los progresos de la iniciativa y la aplicabilidad de la patente:

- La evaluación experimental se ha enfocado en optimizar la extracción del cobre desde escorias tipo óxidos con el uso de oxidantes que puedan disolver el constituyente de la escoria que tiene la mayor

refractoriedad, como la delafosita (CuFeO_2), debido a que este compuesto no puede disolverse fácilmente. El proceso permitió obtener extracciones por encima de 95% de cobre. Por otro lado, el proyecto se llevó a cabo en columnas de lixiviación que representan la lixiviación mediante pilas. Otra optimización fue reducir el tamaño de las partículas para su procesamiento en estanques de lixiviación y así poder utilizar otras técnicas en este ámbito.

- Ya se evaluó procesar en laboratorio las escorias del tipo sulfuros mediante la misma vía hidrometalúrgica (por lixiviación). "Hemos alcanzado extracciones cercanas a los 98% de cobre", subraya Aracena.
- Los avances de la patente han permitido que variadas empresas de la mediana y gran minería estén consultando y realizando una exploración tipo "planta piloto" (con bajo tonelaje de material procesado) para aplicar la tecnología en sus escoriales.

El investigador espera que esta solución se abra paso y consolide en el rubro, toda vez que "las escorias son consideradas un pasivo ambiental, por lo que pueden permanecer por décadas en los lugares de acopio ocupando grandes extensiones de terreno. Pero al procesar estos materiales por la vía hidrometalúrgica, para escorias tipo óxidos y sulfuros, un pasivo se convierte en un activo en la minería, pudiendo recuperarse el metal útil y usarse las escorias en la industria del cemento".

A su juicio, para que exista un mayor avance en éste y otros ámbitos, se requiere que el Estado y las empresas nacionales y extranjeras hagan una mayor inversión en investigación, "ojalá llegando a valores como los de Alemania y Suiza, lo que permitiría la optimización de los recursos y procesos, potenciando el vínculo universidad-empresa". 