

Informe Técnico

Los diversos retos operacionales que afrontan las compañías mineras están impulsando al sector a generar nuevas herramientas que permitan optimizar los diversos procesos productivos.

Mauro Mezzano, presidente de AndesMETS, considera que “el ecosistema está cambiando, desde mi punto de vista positivamente, por razones como que las compañías son más antiguas y los proyectos cuesta más sacarlos por diversas razones, por ejemplo burocráticas, ante lo cual el ecosistema ha relevado, en los últimos 10 años, la tecnología mucho más de lo que era antes, y se ha ido construyendo la base para que hoy día la tecnología pueda funcionar”.

“Veo con muy buenos ojos todo lo que está pasando con organizaciones como el Centro Nacional de Piloteo, Expande, las diversas instituciones, también los Corporate Venture Capital de las compañías mineras, hace 10 años no había ninguna. Hay una tierra mucho más fértil para hacer algo que probablemente impacte, que se había pensado, vislumbrado, pero no realizado”, releva el profesional, que es además cofundador de Vantaz Group.

Al respecto, destaca que “hoy día ya apareció el primer unicornio minero del mundo, ya habían ocurrido

en los últimos cinco años ventas por US\$600-700 millones, esto está fermentando, estoy viendo el ecosistema que está dando origen a empresas que tengan el espacio para hacer estas nuevas tecnologías”.

“Se está multiplicando la innovación, siempre ha existido. Hoy día, muchos de los procesos que tenemos, el de lixiviación fue creado en Chile, por ingenieros chilenos, pero la velocidad era mucho más

dades de Chile a proponer soluciones para optimizar el consumo de agua en la minería.

La convocatoria recibió 46 propuestas, resultando ganador el proyecto Aquadust, desarrollado por Catalina Espinoza, Tomás Ferrer y Colomba Ríos, quienes fueron premiados con un viaje a Silicon Valley (Estados Unidos) otorgado por Sonda.

La iniciativa apuntó a resolver el desafío que implica la pérdida de agua en el



Foto: Centileva Minería de Chile

Nuevas tecnologías en procesos mineros:

Un ecosistema productivo en permanente optimización

lenta, por diversas razones. Pero actualmente en el ecosistema hay un punto de inflexión que hay que aprovechar, y que muchos ya lo están haciendo”, recalca Mezzano.

Una muestra de este mayor dinamismo fue lo ocurrido con el desafío Mining Tech Challenge organizado por Sonda, en colaboración con Codelco, que invitó a los alumnos de ingeniería de las principales universi-

dades de Chile a proponer soluciones para optimizar el consumo de agua en la minería. La convocatoria recibió 46 propuestas, resultando ganador el proyecto Aquadust, desarrollado por Catalina Espinoza, Tomás Ferrer y Colomba Ríos, quienes fueron premiados con un viaje a Silicon Valley (Estados Unidos) otorgado por Sonda.

La iniciativa apuntó a resolver el desafío que implica la pérdida de agua en el proceso de lixiviación, para lo cual se desarrolló un sistema que utiliza tecnologías avanzadas para regular y optimizar el uso de este recurso, reduciendo dichas pérdidas. Es así como se contempló la instalación de sensores de humedad en las pilas mineras para regular la cantidad de agua utilizada, midiendo datos como la humedad y el cobre disuelto en esta etapa.

Disponibilidad y confiabilidad

Claudio Rodríguez, Manager – Hydrometallurgy Sales MA SAM de Metso, comenta que la industria minera está en constante evolución y adaptación a nuevos desafíos.

“En la actualidad se dispone de minerales más complejos, es decir, con menores leyes de cobre y con alto contenido de impurezas, a su vez, se

La industria avanza en la **identificación de áreas de mejora, con miras al diseño** de soluciones que incrementen la eficiencia operacional.



Informe Técnico

Cambios de la mineralogía y la búsqueda de mayor eficiencia impactan en la forma de operar.

tivo zación

presenta un agotamiento de minerales de óxidos, limitaciones en disponibilidad de agua, disponibilidad de energía y las normas medioambientales cada día son más exigentes y todo bajo una operación en un ambiente laboral seguro y de bienestar para los trabajadores”, menciona.

En ese contexto, el ejecutivo detalla que algunos de los factores que inciden en el rendimiento de los procesos mineros, como en plantas de LIX-SX-EW, “son entre muchos, la mineralogía, disminución de ley de cobre en yacimientos, agotamiento de minerales



Foto: Centifera AndesMETS.



Foto: Centifera Minno.



Foto: Centifera Teclfluid Solutions.



de óxidos, caracterización diferente de la solución de PLS, disponibilidad de agua y de energía, calidad de reactivos, tecnología utilizada y disponible; por tal motivo, las compañías mineras están en constante búsqueda de desarrollar procesos internos o implementar diferentes desarrollos de proveedores tecnológicos para mantener bajo control estos factores y maximizar

la producción de cátodos de cobre bajo el proceso hidrometalúrgico de LIX-SX-EW acorde a la capacidad disponible en cada planta”. En tanto, el doctor Humberto Estay, subdirector del AMTC, considera que “el principal factor que influye en el diseño y operación de los procesos de lixiviación es la mineralogía del mineral a tratar. Esta característica determina,

De Izq. a Der.:
Mauro Mezzano, presidente de AndesMETS.

Dr. Humberto Estay, subdirector del AMTC y miembro de Minnovex.

Claudio Rodríguez, Manager – Hydrometallurgy Sales MA SAM de Metso.

Gabriel Rivera, Key Account Manager de Teclfluid Solutions

Informe Técnico



Los proveedores trabajan con las mineras en la resolución de sus retos operacionales.

en gran medida, el tipo de reactivo a utilizar, así como los parámetros operacionales, como los ciclos de lixiviación, la altura de las pilas y las tasas de riego. La mineralogía también impacta el tiempo de disolución y la conductividad hidráulica de los procesos en una pila de lixiviación, además de influir en la generación de impurezas que podrían afectar operaciones posteriores, como la electro-obtención". Por ejemplo, "en minerales oxidados, la ruta convencional es la lixiviación ácida; en sulfuros secundarios, actualmente se está popularizando la lixiviación con cloruros; y en sulfuros primarios, se están implementando adaptaciones a la lixiviación con cloruros,

junto con pruebas industriales con otros reactivos. La mineralogía es el factor clave que define los consumos de ácido u otros reactivos necesarios para el proceso", afirma el especialista, que es además miembro de Minnovex. Considerando dicho escenario, Estay recalca que la definición de los procesos depende en gran medida de la mineralogía del mineral: "En Chile, la disminución de los minerales oxidados ha llevado a que la lixiviación de sulfuros, especialmente de baja ley, gane interés, ya que estos no resultan rentables en una concentradora convencional. Este tipo de lixiviación requiere procesos específicos, generalmente de carácter oxidante. Por ejemplo, la biolixiviación se ha utilizado comercialmente durante años para minerales de muy baja ley. Actualmente, se están desarrollando métodos de lixiviación clorurada para minerales de baja y mediana ley en sulfuros secundarios, e incluso se están investigando aplicaciones en sulfuros primarios". Junto con mencionar que otras variables operacionales, como los tiempos de

lixiviación, también están estrechamente relacionadas con la mineralogía, ya que dependen de la velocidad de disolución de los minerales. "En general, la variabilidad de la mineralogía en la minería es el factor que define tanto el rendimiento como el control operativo de estos procesos", asevera.

Optimización operacional

Gabriel Rivera, Key Account Manager de Tecfluid Solutions, menciona que "se ha visto una creciente necesidad de optimizar la disponibilidad y confiabilidad de estos procesos, incorporando equipos que permitan un control adecuado de las diversas variables involucradas y, sobre todo, disminuir los riesgos asociados a la operación y mantenimiento, tales como los trabajos en altura, riesgos de atrapamiento, entre otros".

Un ejemplo de esto "es el proyecto que hemos sumistrado para un importante cliente en Chile, para la preparación de dosificación de Goma Guar y DXG en el área de Cátodos. Nuestras Plantas Automáticas de Dosificación de Reactivos permiten la preparación de soluciones líquidas desde reactivos en polvo o líquidos, con o sin tiempo de maduración, así como su dosificación a los diferentes procesos. Permitiendo

Hay una tierra mucho más fértil para hacer algo que probablemente impacte, **que se había pensado, vislumbrado**, pero no realizado", Mauro Mezzano.



Foto: Genitizan Technical Solutions.

Planta Automática de Dosificación de Reactivos.

a nuestros clientes disfrutar de beneficios como: seguridad (ocupacional y operacional), automatización, control del proceso enlazado a DCS, control del consumo de producto, optimización en la preparación y dosificación de reactivos precisa y confiable”, asegura.

De igual forma, el ejecutivo alude al desarrollo de plantas automáticas de dosificación de reactivos, que han incorporado en sus procesos diversas empresas mineras en Chile. “Estas plantas optimizan directamente la preparación y dosificación de los principales reactivos utilizados en EW, como los son la Goma Guar y DXG. Estas soluciones customizadas permiten la preparación de soluciones en la concentración exacta que el proceso requiere, desde reactivos en polvo o líquidos, con o sin tiempo de maduración, así como su dosificación controlada y automatizada a los diferentes puntos de adición”, afirma Hinostrza. Mientras que Claudio Ro-

dríguez alude al hecho que con el agotamiento de minerales de óxidos, se ha incrementado el uso de agua de mar para lixiviar los minerales mixtos y sulfuros secundarios: “Se ha implementado en la operación la adición del ion cloruro en la lixiviación por medio del cloruro de sodio, cloruro de calcio, adición de temperatura, etc., existe una clara transición en varias mineras desde la lixiviación tradicional a lixiviación en medios clorurados, y se proyecta en el futuro cercano lixiviar los sulfuros primarios, con la finalidad de maximizar la producción de cátodos de cobre por la vía hidrometalurgia por muchos años más”.

En cuanto a la disminución de consumo de agua y energía, el ejecutivo de Metso resalta que “se cuenta en la actualidad con

equipos más eficientes, en cumplimiento de normativas ambientales, logrando reducir la huella hídrica y de emisión de CO₂ en las unidades mineras”.

Mientras que, en materia de equipamiento, “las compañías mineras están en proceso de modernizaciones, incorporación de equipos

“Se ha visto una



de optimizar la disponibilidad y confiabilidad de estos procesos”, Gabriel Rivera.



Ceremonia de premiación del proyecto Aquadust.
Foto: Gentileza Sonda.

más eficientes, sustentables, soluciones integrales que cumplan con maximizar la producción y capacidades disponibles”, resalta Rodríguez, junto afirmar que se avanza fuertemente en la minería digital. **mch**

En Chile, la disminución **de los minerales oxidados** ha llevado a que la lixiviación de sulfuros, especialmente de baja ley, gane interés”, Dr. Humberto Estay.