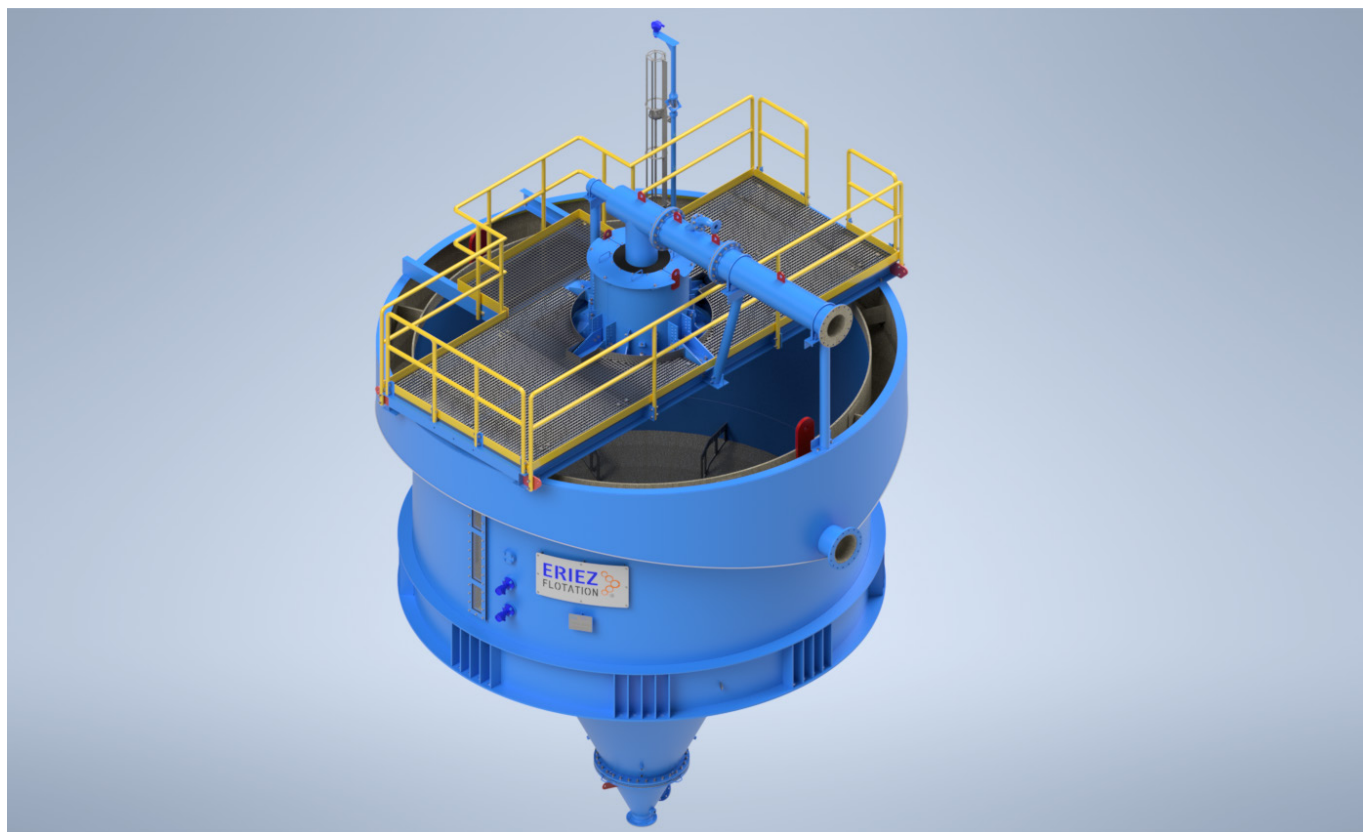


ERIEZ

Minería y Procesamiento de Minerales más Responsables

Eric Wasmund, José Concha, Javier Baeza



Actualmente, existe un enfoque global para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, lo que ha llevado a sociedades, científicos, industrias y gobiernos a considerar formas específicas para lograr esta transición. Una porción significativa de este replanteamiento global será tecnológico, e involucrará ingeniería, capital y materiales. Estas plataformas tecnológicas incluirán procesos para reducir la intensidad de carbono de industrias dominantes, como la fabricación de cemento y acero, la captura y el secuestro de carbono, el hidrógeno verde y la electrificación. Es probable que todas estas tecnologías, combinadas con la conservación de energía, serán parte de la denominada economía de “cero emisiones netas”.

Cada una de estas tecnologías emergentes requerirá aumentos significativos en la producción de metales y materiales extraídos por la industria minera. Por ejemplo, una serie de pronósticos sugieren que la demanda de cobre aumentará aproximadamente de los actuales 25 Mt/año a 40 Mt/año alrededor del 2030. La minera brasileña Vale, pronosticó recientemente un aumento del 44 por ciento en la demanda de níquel durante el mismo período. Habrá un aumento aún más dramático para los minerales estratégicos, incluidos los materiales para baterías como el cobalto, el grafito y el litio, y para metales de tierras raras utilizados en electrónica y motores. La disponibilidad de estos materiales es un requisito previo para la eco-

nomía verde, y la brecha entre la demanda y la oferta actual no puede ser compuesto solo por reciclaje, mientras la economía verde se encuentra en modo de expansión.

Existen serios cuestionamientos de dónde van a salir todas las nuevas minas en este nuevo escenario del futuro, ya que todos estos son materiales extraídos a través de procesos mineros. Ha habido una disminución constante en la ley de cabeza de nuevas minas. Por ejemplo, las leyes de cabeza de cobre en promedio en Chile han disminuido de un 1.3% a un 0.6% durante las últimas dos décadas. El aumento de la demanda de metales ha alentado el desarrollo de proyectos que anteriormente no eran ren-

tables debido a las bajas leyes de cabeza. Las leyes de cabeza más bajas requieren el procesamiento de mayores tonelajes de mineral extraído para obtener la misma cantidad de metal acabado. La minería moderna del cobre, por lo general es una industria que procesa altos tonelajes. En la actualidad, existen algunas minas de cobre que procesan más de 300 kt/d de mineral, lo que requiere movimiento de tierra aún mayor cuando se considera el ratio de desbroce o limpieza. Esto aumentará nuevamente, debido a estos dos fenómenos relacionados; mayor demanda/producción de metal y menor grado de cabeza. Un estudio de 2021 estimó que el 3 por ciento de la energía eléctrica para el procesamiento global de

metales se utiliza en la conminución, y esto aumentará a medida que crezca la producción de metal y disminuyan las leyes de corte.

Al mismo tiempo, el procesamiento de la mayoría de los minerales se realiza en húmedo y con las leyes de cabeza más bajas conlleva a usar más agua para concentrar la misma cantidad de metal. En adición a esto, muchos recursos mineros están ubicados en regiones con poca disponibilidad de agua, como el desierto de Atacama, o están muy cerca de otras industrias que consumen cantidades importantes de agua, como los que se necesitan para la agricultura y las ciudades, por lo que cada vez es más imperativo optimizar en la recuperación y reúso del agua.

En resumen, la economía verde va a crear desafíos importantes para la industria minera en torno al uso responsable y eficiente de energía y agua.

Flotación de Partículas Gruesas

Hasta hace poco, el diagrama de flujo de las plantas concentradoras no había cambiado mucho. La operación minera identifica el mineral con una ley por encima de la ley de corte, luego lo tritura y lo muele hasta un tamaño adecuado para permitir recuperar los elementos valiosos a través de proceso de flotación rougher/scavenger, seguida de una o varias etapas de limpieza para producir un concentrado final de calidad comercial para ser enviado a fundición y/o refinación.

Para un mineral de pórfido de cobre típico, la flotación convencional, por lo general, no es eficiente para partículas de tamaño mayores a 200 micrones, a veces inclusive en tamaños aún menores, dependiendo de la liberación y mineralogía, por lo que el producto de molienda debe estar en

este rango, lo que resulta en una molienda excesiva de la ganga y serios desafíos para la recuperación de agua, ya que el desaguado se vuelve más difícil a medida que las partículas se vuelven más finas. En una planta convencional, la forma habitual de abordar este reto es espesar los relaves y luego bombear a un tanque. En este escenario, una cantidad significativa de agua se pierde por evaporación en los tranques de relaves. Las pérdidas de agua por evaporación, por ejemplo, evitan que la planta concentradora pueda trabajar en un circuito cerrado en lo que se refiere al uso de agua, y por lo que siempre se requiere agua fresca.

Existen otras estrategias de deshidratación, pero son intensivas en energía y capital. La Flotación de Partículas Gruesas (o por su siglas en inglés CPF) es una tecnología disruptiva clave que tiene un gran impacto en lo que se refiere al uso responsable y eficiente de agua y energía, y será una estrategia clave para conservar ambas. Si aumentamos el tamaño de las partículas del mineral que pueden ser recuperadas eficientemente por flotación, típicamente 2 a 3 veces en comparación con las tecnologías convencionales, se requiere de menos energía en el proceso de molienda. Ahora, en este caso, la cola de flotación es mucho más gruesa, es más fácil de desaguarla y mejora el proceso de recuperación de agua.

Eriez introdujo la tecnología de Flotación de Partículas Gruesas HydroFloat® CPF hace unos 10 años en los principales productores de metales básicos como Rio Tinto, Newcrest y Anglo American. Las primeras aplicaciones se centraron en la recuperación de los elementos valiosos “perdidos” en las fracciones gruesas de los relaves rougher/scavenger de las plantas concentradoras convencionales.

A través de diferentes estudios se ha encontrado que la tecnología HydroFloat CPF típicamente puede recuperar al menos el 60 por ciento de este cobre contenido en las fracciones gruesas de los relaves rougher/scavenger, y esto usualmente representa una mejora en la recuperación global de la planta del 2 a 6 puntos porcentuales. Luego que la tecnología HydroFloat ha sido probada y aceptada para el tratamiento de relaves, ahora el foco está en incluir el HydroFloat dentro del circuito de molienda, en una aplicación denominada *Coarse Gangue Rejection* (remoción de ganga gruesa o preconcentración). La primera aplicación de este tipo para el procesamiento de minerales de cobre se ha demostrado con éxito en El Soldado (Anglo American), donde el HydroFloat CPF fue instalado durante 2021 y ahora está en pleno funcionamiento. Esta configuración de CPF permite una reducción significativa en la energía de molienda y la capacidad de flotación convencional, y produce relaves más gruesos que se puede desaguar o combinar fácilmente con colas convencionales. Como parte de su familia de tecnologías FutureSmartMining, Anglo American ha desarrollado una tecnología denominada *Hydraulic Dry Stacking* (HDS) que mezcla los relaves gruesos de la planta CPF y los relaves convencionales en forma innovadora a fin de permitir una mejor conductividad hidráulica, mejorar la recuperación de agua y tener una disposición final de los relaves de forma más segura.

Flotación en Dos Etapas

Otra tecnología de Eriez que se ha introducido para aumentar la eficiencia de los concentradores es la StackCell®, una celda mecánica de alta intensidad que utiliza el principio de flotación en dos etapas. En la primera etapa, se produce una mezcla de alto

cizallamiento de las burbujas y la pulpa alimentada al circuito, para optimizar la colección de partículas (elementos valiosos) en las burbujas. En la segunda etapa, aislada de la primera, los agregados de partículas - burbujas pueden flotar en un entorno de baja turbulencia y un flujo convectivo de baja energía que minimiza el desprendimiento de partículas de burbujas. La tecnología de flotación de dos etapas contrasta con las celdas de tanque mecánicas convencionales en las que se produce el contacto entre burbujas y partículas y la separación por flotación en el mismo entorno, que no puede optimizarse simultáneamente para ambos procesos. La StackCell está ahora operando en aplicaciones comerciales de flotación en varios países. Se ha verificado que, en muchos escenarios, la StackCell puede operar con una cuarta parte o menos del tiempo de residencia requerido por las tecnologías convencionales y con un 40 por ciento menos de energía del impulsor. Todo esto se traduce en plantas concentradoras más pequeñas y en menor consumo de energía.



Badajoz 130, Of. 1505
Las Condes, Santiago
Fono: (56) 2 2952 3400
efdcl@eriez.com
www.eriezflotation.com