

ERIEZ

Tecnologías Innovadoras de Flotación

En los últimos años, la innovación en la industria minera viene tomando cada vez mayor importancia, puesto que es un factor fundamental para el desarrollo de proyectos más rentables y ambientalmente sustentables. Eriegz, hace más de dos décadas entendió esta necesidad, y en colaboración con la academia y socios estratégicos se embarcó en el estudio de los fundamentos del proceso de flotación para identificar oportunidades y desarrollar tecnologías más eficientes.

Es de amplio conocimiento que las tecnologías convencionales de flotación tienen buenos rendimientos para recuperar partículas de tamaños intermedios (120 x 20um). Sin embargo, en el proceso de flotación existe una amplia distribución de tamaño de partículas, lo que termina impactando negativamente en la recuperación de las celdas convencionales. Por ejemplo, en la Figura 1, muestra que recuperar partículas ultrafinas (<20um) y partículas gruesas (>150um) es ineficiente cuando se utiliza celdas convencionales. Entendiendo que los mecanismos para recuperar partículas gruesas son distintos a lo que se necesita para recuperar partículas de tamaño intermedio y ultrafinas, Eriegz desarrolló dos tecnologías innovadoras de flotación que permiten desarrollar la flotación por separado (Split Circuit - Figura 2), permitiendo maximizar la eficiencia de las plantas concentradoras, estas tecnologías son:

- HydroFloat® Coarse Particle Flotation: Flotación de Partículas Gruessas
- StackCell®: Flotación de Alta Intensidad

HydroFloat® CPF Coarse Particle Flotation

El HydroFloat CPF es una celda de lecho fluidizado desarrollada para recuperar partículas gruesas. Esta celda funciona como un reactor de flujo pistón y su diseño incluye

la adición de un flujo ascendente de agua y burbujas de aire. Este diseño innovador permite superar las restricciones de flotabilidad y recuperación de espuma, permitiendo la recuperación de partículas gruesas.

El HydroFloat® CPF (Figura 3) consta de un tanque circular subdividido en un compartimento superior llamado "free board", una cámara de separación intermedia y un cono de desaguado inferior.

Durante la operación, la pulpa clasificada se alimenta por la parte superior del tanque de la celda. Al mismo tiempo, un caudal controlado de agua de proceso se adiciona exactamente encima de la sección cónica de la parte inferior del tanque, esta agua se adiciona a través de una red de tuberías. El flujo ascendente de agua crea un lecho fluidizado de partículas suspendidas, las cuales son principalmente ganga hidrofílica (relaves). Burbujas de aire finamente dispersas, generadas por un sistema de *spargers*, son transportadas por el agua hacia el lecho fluidizado, donde dichas burbujas son forzadas a entrar en contacto con la cama densa de partículas sólidas. Luego de la adherencia de las burbujas en la superficie de las partículas hidrofóbicas, el agregado resultante Partícula - Burbuja es transportado por el flujo ascendente del agua, hasta ser colectado en la canaleta de la celda. Mientras que las partículas hidrofílicas continúan pasando a través del lecho fluidizado y acumulándose en el cono de desaguado, localizado en la parte inferior del anillo de tuberías de distribución de agua de fluidización, para posteriormente ser descargados como relaves.

Utilizando HydroFloat, la industria ha podido flotar y recuperar de manera eficiente partículas gruesas, más dos veces en comparación con las tecnologías de flotación convencionales, lo que permite optimizar el tamaño de molienda

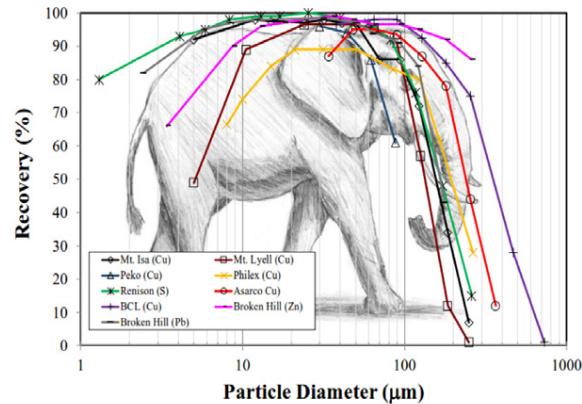


Figura 1. Limitaciones de la flotación convencional en circuitos industriales de flotación de sulfuros (Mankosa et. al. 2016)

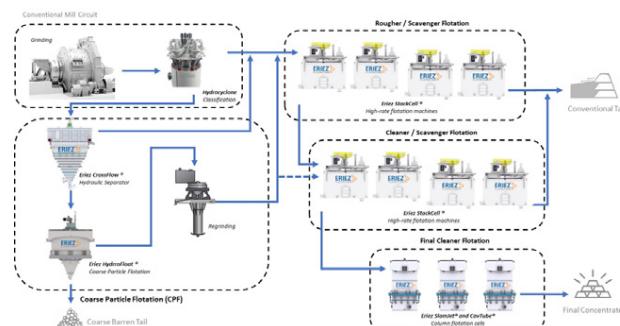


Figura 2. Eriegz Spit Circuit

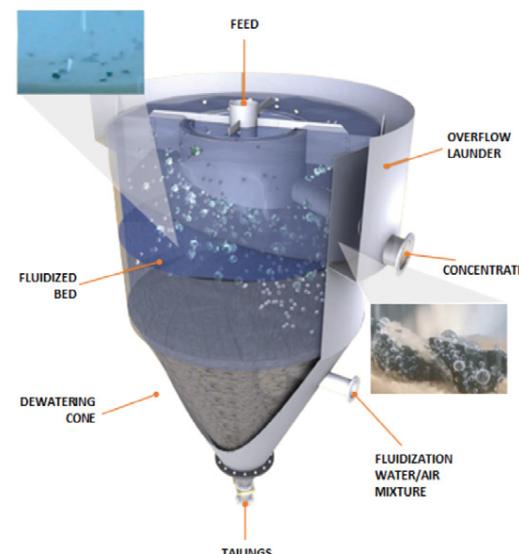


Figura 3. Diagrama esquemático de la celda HydroFloat®.

(Figura 4). El HydroFloat puede recuperar partículas gruesas, ya que su diseño permite tener:

- Mayor probabilidad de colisión burbujas & partículas
- Mayor tiempo de residencia
- Disminución de la mezcla al interior del tanque
- Mayor tiempo de contacto entre la partícula y burbuja después de la colisión (sliding time)
- Menor turbulencia y probabilidad de desprendimiento de las partículas hidrofóbicas de las burbujas
- Al no trabajar con “colchón” de espuma, favorece la recuperación de los agregados partículas - burbujas
- El agua de fluidización también ayuda a transportar los agregados partículas - burbujas hacia la canaleta de concentrados

Diversas instalaciones industriales y estudios a diferentes escalas han mostrado que los principales beneficios que la tecnología HydroFloat puede brindar a la operaciones y proyectos mineros son:

- Aumentar la rentabilidad de la planta
- Aumenta la capacidad de procesamiento de la planta entre un 10 % y un 35 % sin necesidad de agregar molinos primarios adicionales.
 - Aumenta la recuperación global de la planta entre un 2 % y un 6 % de Cu
 - Reduce el OPEX total de los proyectos greenfield en más del 10%.

Mejorar la sustentabilidad ambiental

- Los proyectos HydroFloat CPF en combinación con procesos avanzados de desaguado aumentan la recuperación de agua en un 85%
- Reduce el consumo de energía entre un 10 y un 20%.
- Los proyectos HydroFloat CPF producen relaves +2 veces más gruesos, lo que optimiza la gestión de relaves y permite su eliminación más segura (p. ej., disposición en seco, co-disposición, etc.).

StackCell®: Flotación de Alta Intensidad

La celda StackCell® es una tecnología de flotación de alta intensidad, cuyo

principio de operación se basa en concentrar la adición de energía para mejorar la recuperación de partículas finas y mejorar la cinética de flotación en el rango de tamaño de partículas procesados. A través de múltiples instalaciones a escala industrial y pruebas a escala piloto para recuperar metales base, se ha demostrado que la celda StackCell® permite reducir el tiempo de residencia de flotación en un 75 a 85 por ciento y a su vez aumenta la recuperación de partículas finas en comparación con las celdas de flotación convencionales.

La característica fundamental de la StackCell es una cámara de contacto de alta turbulencia que está aislada de la cámara de separación (zona sin turbulencia), lo que permite la optimización independiente del proceso de colección de partículas y el proceso de recuperación de espuma (Figura 5). En la StackCell, la pulpa y el aire se introducen en el fondo de la cámara de contacto. La pulpa y el aire se mezclan intensamente mientras pasan a través de la cámara de contacto y la mezcla se descarga en una cámara de separación para permitir que se produzca la separación de fases pulpa y espuma. La altura del “colchón” de espuma en la cámara de separación es lo suficientemente profunda para facilitar el uso de agua de lavado, lo que permite disminuir el arrastre de partículas hidrofílicas finas.

Este mecanismo de flotación permite suministrar energía específica extremadamente alta, la cual se convierte en energía cinética de turbulencia, generando tasas de disipación de la turbulencia de 4 a 5 veces más altas en comparación con las celdas de flotación convencionales. Como resultado, aumenta la recuperación de partículas finas y minerales de lenta flotación, y se reduce el volumen de flotación requerido para realizar el proceso de concentración (Figura 6).

- Aumenta la producción y los ingresos de la concentradora
- Reduce la huella de carbono y los impactos ambientales
- Aumenta el VAN del proyecto
- Reduce CAPEX para proyectos *greenfield* y expansiones *brownfield*
- Aumenta la recuperación de partículas finas
- Aumenta el grado de concentrado

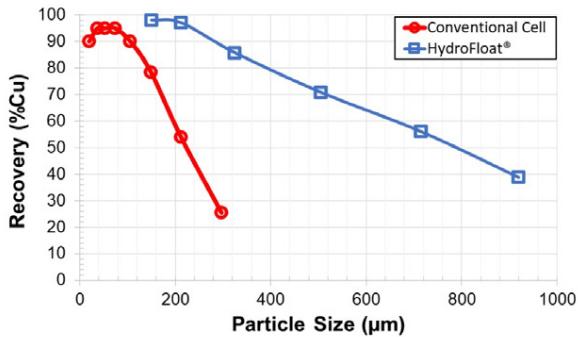


Figura 4. Recuperación por tamaños de partícula para un mineral de cabeza de Cu; comparación entre HydroFloat versus celda convencional.



Figura 5. Diagrama esquemático de la celda StackCell®.

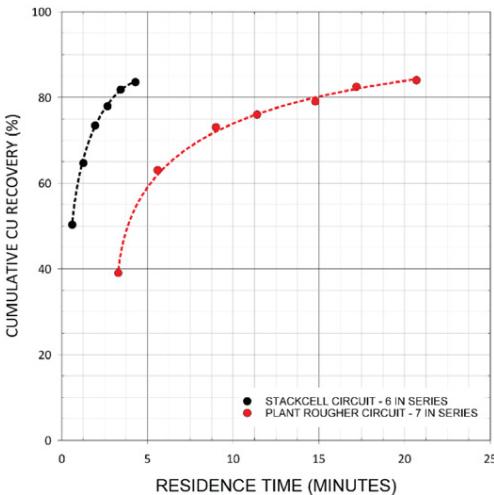


Figura 6. Cinética de flotación comparativa entre tecnología StackCell® vs celdas convencionales.

