

09 de enero del 2017

Incremento de Recuperación de Cobre y Plata usando Pre-Aereación (CAVITADOR) en Flotación con Columnas.

Santos Rocio ¹, Regino Rafael ¹, Morales Gustavo ¹, Lopez Oscar ², Sheehan Tim ³

¹ Capstone Gold, Mina Cozamin

² Eriez Flotation Division México

³ Eriez Flotation Division Canada

I. ANTECEDENTES.

El tamaño de partícula de un mineral es un parámetro importante en el proceso de flotación. En la literatura (Gaudin, *et al.*, 1931; Morris, 1952) se pueden encontrar diversos trabajos que reportan el efecto del tamaño de partícula en la recuperación del mineral valioso. Wyslouzil *et al.* (2009) indican que la eficiencia del proceso de flotación se ve impactada negativamente cuando se opera en los extremos, es decir, con partículas finas (<10 µm) o partículas gruesas (> 250 µm).

Las pérdidas de recuperación están típicamente asociadas a las limitaciones inherentes:

- Adhesión Burbuja-Partícula
- Colisión Burbuja-partícula
- Desprendimiento
- Flotabilidad y transporte

El sistema de cavitación es un equipo de preaeración o Feed Air Jet desarrollado por Eriez Flotation Division para incrementar la recuperación de partículas finas y súper-finas. Este tipo de aspersor utiliza el principio de cavitación hidrodinámica para la generación de burbujas extremadamente pequeñas llamadas *pico-bubbles*. Mientras más pequeñas las burbujas, mayor será el área superficial de esta, lo que favorecerá la probabilidad de contacto burbuja – partícula (Fig 1), y por ende mejorará la recuperación.

La cavitación hidrodinámica es un proceso de formación y crecimiento de burbujas muy

pequeñas de gas y / o llenas de vapor (pico-bubbles) en un líquido. La cavitación es un fenómeno que aparece en líquidos cuando la presión disminuye por debajo de la presión del vapor del líquido a la temperatura existente. Generalmente es un proceso que aparece asociado a altas velocidades de flujo (Fan *et al.* 2010).

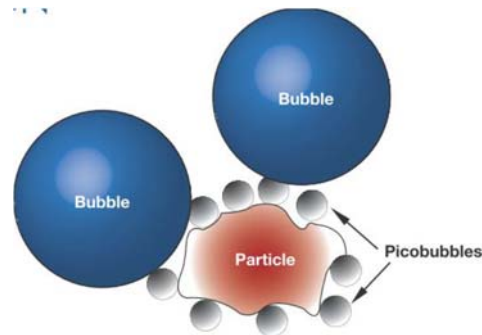


Figura 1 Esquema de la flotación a través de las pico-burbujas generadas por el sistema de cavitación

El sistema de cavitación está conformado por los Tubos de Cavitación (**Figura 2**), una bomba de recirculación y los manifolds de aire y pulpa. En la operación una fracción de la pulpa no flotada (relave) es succionada por la bomba de recirculación y a través de un sistema de tuberías es alimentada al manifold de pulpa (instalado alrededor de la columna). A través del manifold, la pulpa se distribuye equitativamente a todos los tubos de cavitación (CavTube®). Antes que la pulpa ingrese al CavTube® se mezcla con aire

proveniente del manifold de aire comprimido (instalado alrededor de la columna). Luego la mezcla aire pulpa es alimentada a los CavTube®, se produce la cavitación, se genera las *pico-bubbles* y la pulpa ingresa nueva a la celda de flotación para que los agregados burbuja-partícula sean recuperados. La **Figura 3** muestra el esquema de instrumentación y control del Cavitador.

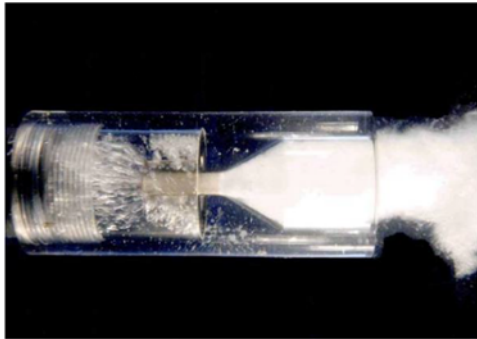


Figura 2 Fotografía de Eriez Cavitation Tubo de demostración

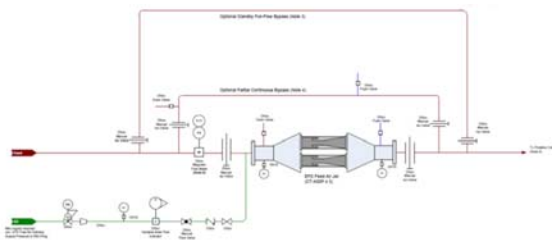


Figura 3 Esquema de instalación del Cavitador

II. OBJETIVO

Incrementar la recuperación de tamaños finos y gruesos en la columna de flotación del circuito de cobre. Con esto se pretende aumentar la eficiencia en la columna y por ende obtener una mejora en la recuperación global de cobre.

III. INSTALACIÓN DEL CAVITADOR EN PLANTA COZAMIN

La instalación del cavitador se llevó a cabo la última semana del mes de octubre de 2016 e inicio operaciones el 03 de noviembre. En la **Figura 4** se muestra la instalación del cavitador en la columna del circuito de cobre.

Las variables importantes a medir durante la operación fueron las siguientes:

- ✓ Presión de entrada y de salida, cuyo parámetro debe mantenerse en un rango de 30psi en la alimentación y 5psi a la descarga.
- ✓ Muestreo en los puntos de alimentación, concentrado y medios de la columna de cobre. El muestreo se realizó durante una semana y de la información obtenida se obtuvo la recuperación por tamaños para el concentrado de cobre.

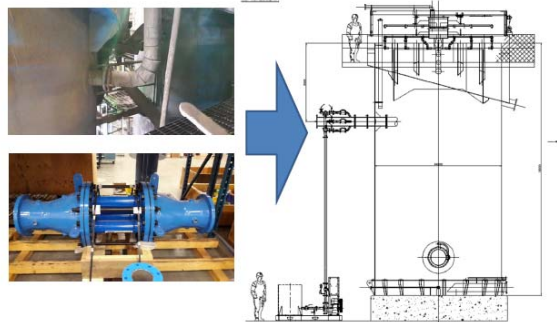


Figura 4 Instalación del cavitador en la alimentación a la columna de cobre Mina Cozamin

IV. RESULTADOS

Se trabajó durante el mes de noviembre con el cavitador, el punto en el que se encuentra localizado es la alimentación a la 2da. Limpia de Cobre.

Para realizar el comparativo sin el uso del cavitador se tomó el mes de octubre debido a que las leyes de cabeza de cobre fueron muy similares al mes de noviembre. Lo anterior se muestra en la **Figura 5**.

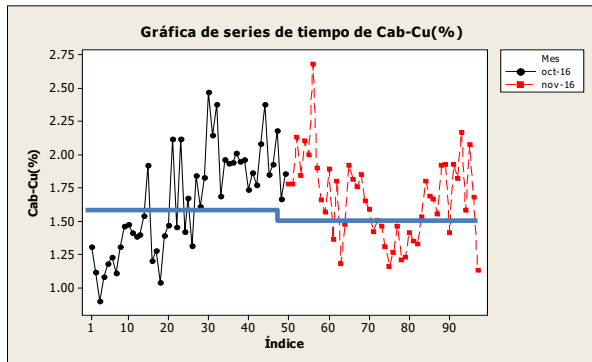


Figura 5 Las leyes de cabeza de cobre de los meses de Octubre y Noviembre fueron muy similares, están dentro del rango de 1.52% Cu, por lo cual los comparativos de las diferentes variables se realizaron tomando estos datos.

Un aspecto importante a observar es el decremento de la ley de cobre en colas finales, tal como se muestra en la **Figura 6**, durante esos días la recuperación se incrementó a 96.5% en promedio, con una ley de cabeza de 1.60%.

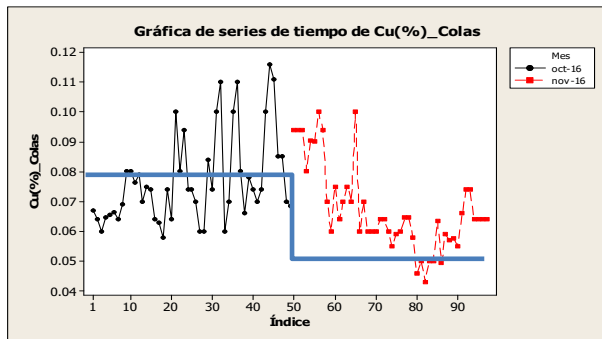


Figura 6 En la gráfica se observa una disminución de cobre en colas finales, incluso hay días en los cuales se tienen colas de 0.045%,

En la **Figura 7** se muestra la calidad del concentrado de cobre final en los meses de octubre y noviembre. Para octubre el grado fue de 28.02% y 27.40% en noviembre. El 60% del grado de cobre se obtiene de las dos celdas tanques que se encuentran al inicio del proceso y el 40% proviene de la columna. El presupuesto de cobre para estos meses fue de 26.0% por lo cual se mantiene la calidad del concentrado.

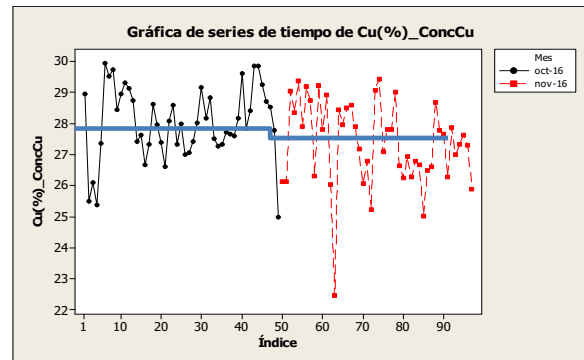


Figura 7 Ley de concentrado de cobre en columna

La recuperación de cobre global durante el año 2016 se ha mantenido en promedio en 94.5%, para el mes de octubre la recuperación fue de 94.43% y para el mes de noviembre de 95.31, por lo cual el incremento en unidades porcentuales es 0.88%, valor económico significativo para nuestro proceso.

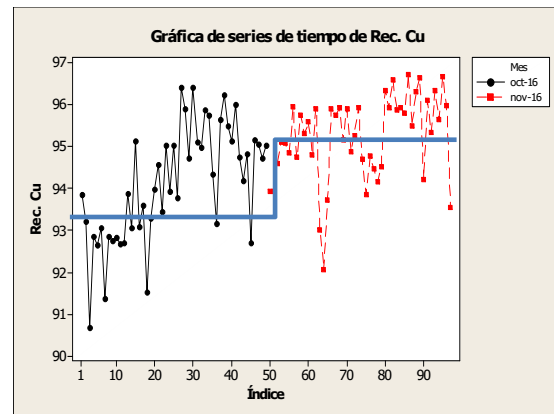


Figura 8 Recuperación de cobre durante los meses de octubre y noviembre

Las leyes de cabeza de plata fueron de 46g/ton en octubre y 37g/ton para noviembre, en la **Figura 9** se muestra la ley de cabeza para ambos meses.

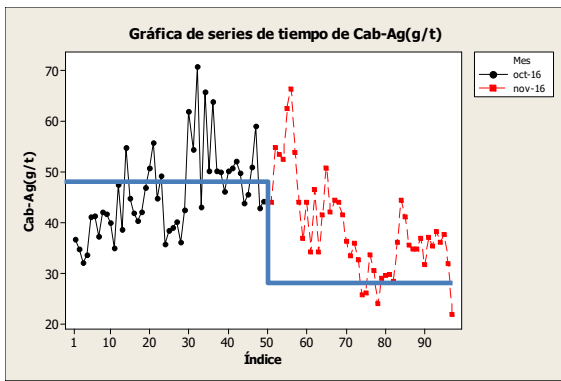


Figura 9 Leyes de cabeza de plata de octubre-noviembre 2016.

La recuperación de plata durante el mes de octubre fue de 72% y en noviembre aumento a 75%, cuando lo esperedao es que a cabezas bajas de plata se reporta menos recuperación, con el Cavitador se observó un incremento de tres puntos porcentuales en este periodo. En la **Figura 10** se muestra la recuperación de plata expresada en una gráfica de tiempo.

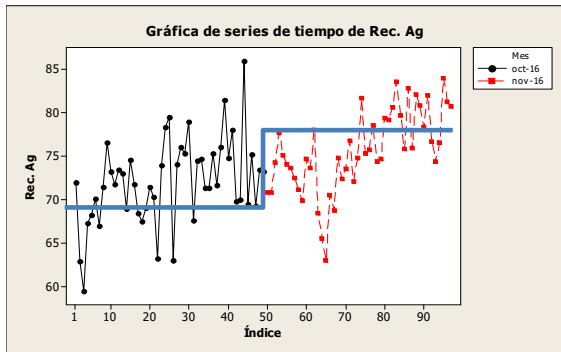


Figura 10 Recuperación de plata octubre-noviembre 2016

En la **Figura 11** se observa el promedio por tamaño durante el periodo con y sin cavitador, las mejoras son significativas en un tamaño de 250 μm se recuperó 7.6%, para 150 μm la recuperación se incrementó a 11.6%, en 106 μm 4.39%, para 75 μm 7.6% y en tamaños del rango de 45 a 10 μm el promedio fue de 7.6%.

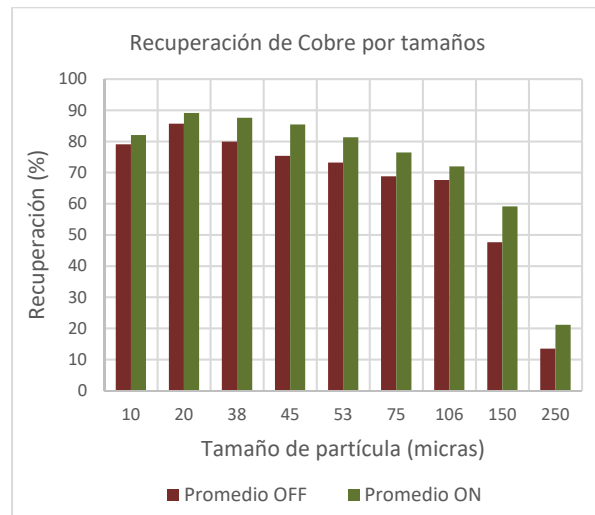


Figura 11 Recuperación promedio de cobre con y sin cavitador

En la **Figura 12** se muestra la curva Grado-Recuperación de cobre de la columna, en la cual se observa un mejor desempeño de la columna y un proceso más estable cuando está el cavitador en operación.

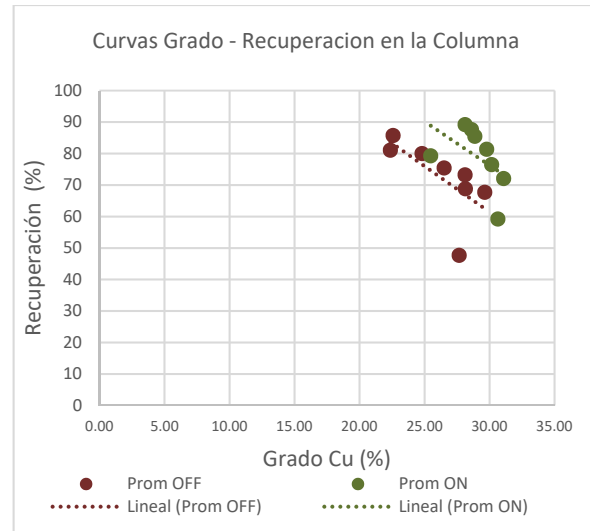


Figura 12 Grado-Recuperación de cobre

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- Con el uso del Cavitador se logró aumentar la recuperación global de Cobre y Plata en 0.8 y 3 unidades porcentuales respectivamente, aun con la disminución de leyes en cabeza, se mejora el desempeño de la columna de Flotación y

en general de todo el circuito de limpieas al reducir la carga circulante entre etapas limpiadoras.

- Se estima que las pico-burbujas generadas por cavitación se adhieren naturalmente a la superficie de la partícula, aumentando la probabilidad de flotación, ya que las *pico-bubbles* actúan como un colector secundario, reduciendo así el consumo de colector, además mejora la probabilidad de adhesión partículas - burbuja, y reduce la probabilidad de desprendimiento. Esto conduce a una mejora sustancial en la recuperación, sobre todo de las partículas finas / súper-finas que usualmente son difícil de recuperar, y también se ha observado que mejora la recuperación de partículas gruesas.
- Las columnas de flotación son operadas de manera diferente a las celdas de flotación mecánicas y pueden recuperar un amplio rango de partículas finas medianas y gruesas. Las columnas no se consideran una “caja negra” y requieren mantenimiento y conocimiento de las herramientas y controles básicos (aire, nivel y agua de lavado) variables críticas para maximizar el desempeño del equipo.
- Ya se ha hecho la mayor parte del trabajo para obtener los metales valiosos desde el stockpile hasta la concentradora – no ignoremos las columnas en las etapas de limpieza para mantener altas recuperaciones y concentrados de buena calidad.

4.- Wyslouzil, H. E., Kohmeunch, J., Christodoulou, L., & Fan, M. (2009, October). Coarse and fine particle flotation. In Proceedings of the 48th Conference of Metallurgists.

VI. REFERENCIAS

1.- Gaudin, J. Grob and H. Henderson, “Effect of Particle Size in Flotation”, Technical Publication No. 414, AIME, New York, NY, USA, 1931.

2.- Fan, MM. et al, “Nanobubble generation and its application in froth flotation (part I): nanobubble generation and its effects on properties of microbubble and millimeter scale bubble solutions”, Mining Sci. & Tech, 20, pp 1-19, (2010).

3.- T.M. Morris, “Measurement and Evaluation of the Rate of Flotation as a Function of Particle Size”, Mining Engineering, Vol. 4, No. 8, 1952, 794-798.