

OBTENCION DE CÁTODOS ESPECIALES A ALTA DENSIDAD DE CORRIENTE

Marcelo Bustos J.⁽¹⁾ y Egidio Saldívar C.⁽²⁾
⁽¹⁾Gerente Plantas y ⁽²⁾Superintendente Plantas de Cátodos
División Los Bronces, Anglo American Chile

ABSTRACT

In order to enlarging the production with minimum investment in the Division Los Bronces is that has been carries out since 2004 to the date a work plan to operate to high current density, reaching the 400 (Amp/m²). The present tendency of the majority of the electrowinning plants is to operate to current densities between the 250 and 300 (Amp/m²), on the other hand the vision for Los Bronces is to seek the conditions that permit to operate in the rank of 500 and 600 (Amp/m²).

The work plan applied includes a series of modifications to the operational parameters, in such a way of sacrifice not the quality of the final product. Inside the modifications carried out we can mentioned the increase of the flow of electrolyte to the cells of electrowinning, increase of the temperature and concentration of copper of the electrolyte to cells, increase of the concentration of additives, automation in the addition and increase of the concentration of surfactant, improvement of the electric contacts, decrease of the deposit cycle and improvement of the operating practice.

The present production of the Division Los Bronces complies with the present conditions of the market. To the date, the quality of the production results to 400 (Amp/m²) correspond to a 98% of cathodes High Grade, of which a 70% corresponds to the special classification.

RESUMEN

Con el fin de aumentar la producción con mínima inversión en la División Los Bronces se ha llevado a cabo desde el año 2004 a la fecha un plan de trabajo para operar a alta densidad de corriente, alcanzando los 400 (Amp/m²). La tendencia actual de la mayoría de las plantas de electro-obtención es operar a densidades de corriente entre los 250 y 300 (Amp/m²), en cambio la visión para Los Bronces es buscar las condiciones que permitan operar en el rango de 500 y 600 (Amp/m²).

El plan de trabajo aplicado incluye una serie de modificaciones a los parámetros operacionales, de tal manera de no sacrificar la calidad del producto final. Dentro de las modificaciones realizadas se encuentra el aumento del flujo de alimentación a las celdas de electro-obtención, aumento de la temperatura y concentración de cobre del electrolito a celdas, aumento de la concentración de aditivos, automatización en la adición y aumento de la concentración de tensoactivos, mejoramiento de los contactos eléctricos, disminución del ciclo de deposito y por ultimo, mejoramiento de las practicas operativas y de mantención de la nave.

La producción actual de la División Los Bronces cumple con las exigencias actuales del mercado. A la fecha los resultados de calidad operando a 400 (Amp/m²) corresponden a un 98% de cátodos High Grade, de los cuales un 70% corresponde a la clasificación especial.

1. INTRODUCCION

La División Los Bronces de Anglo American Chile se encuentra ubicada en la cordillera de Los Andes, camino a Farellones al noreste de la ciudad de Santiago. Dentro de sus operaciones cuenta con dos plantas de cátodos, Los Bronces, en operación desde el año 1998 ubicada a 3500 m.s.n.m y San Francisco en operación desde el año 2002 a 2800 m.s.n.m.

El proceso consiste en tratar el mineral ROM (sulfuros de baja ley) en botaderos, los cuales tienen un ciclo de 7 años para Los Bronces y 2 años para San Francisco.

Para el caso de Los Bronces, la solución rica percola hasta llegar a un embalse subterráneo para posteriormente alimentar la planta de extracción por solventes, la cual tiene una configuración serie-paralelo y consiste de dos etapas de extracción y una de re-extracción para luego alimentar las celdas de la planta de electro-obtención.

Para la planta San Francisco, la solución rica percola desde los botaderos hasta la cota 2950 m.s.n.m donde es almacenada en un complejo de piscinas para luego alimentar la planta de extracción por solventes (2800 m.s.n.m) la cual tiene la misma configuración que la planta Los Bronces y finalmente se alimenta la planta de electro-obtención para obtener cátodos de alta calidad.

La nave de electro-obtención de la planta Los Bronces tiene 30 celdas y cada una posee 60 cátodos. La nave de San Francisco posee 66 celdas cada una con 63 cátodos. El espaciamiento entre cátodos es de 100 mm para las dos plantas.

En ambas plantas se utilizan cátodos de acero inoxidable y los ánodos son de aleación Pb-Ca-Sn de 7 mm de espesor.

El sistema de mitigación de neblina utilizado por las plantas corresponde a campanas extractoras sobre las celdas, además de la adición de esferas de polipropileno.

La línea de producción de cátodos cuenta con un ciclo de cosecha de 4 días, lavado, despegue, pesado, enzunchado, muestreo y reposición de placas, el cual se realiza diariamente.

La línea de ánodos también cuenta con sistema de lavado y rectificación de pandeos.

Las celdas están clasificadas por lingadas, cada celda se divide en cuatro lingadas, tres de 16 cátodos y una de 15. La cosecha de cátodos se realiza por lingadas, cada turno debe cosechar 28 de ellas.

Para la cosecha y desborre se cuenta con un puente grúa y un marcocortocircuitador que aísla 3 celdas, lo que permite una operación más rápida y eficiente, con lo cual se puede operar en dos celdas disminuyendo el tiempo de uso de éste.

Como sabemos, la electrodeposición de cobre se realiza generalmente a una densidad de corriente impuesta a la cual le corresponde una clase de depósito dada, por lo tanto una variación de esta, manteniendo el resto de las variables electroquímicas fijas, inducirá una variación en la estructura del depósito.

La densidad de corriente se determina según sean las condiciones de operación, por lo que hay que considerar una serie de factores antes de determinar su valor.

La operación a alta densidad de corriente comenzó en los años 2000 y 2001 en la planta de cátodos Los Bronces (Lix I) operando a densidades de corriente del orden de los 350 (Amp/m²).

El desafío de estos registros está basado en los siguientes factores:

- Reducida capacidad de la planta de electro-obtención
- Cobre disponible
- Aumento de la producción con mínima inversión
- Romper paradigmas de la electro-obtención
- Desafiar cuello botella para la producción
- Marcar liderazgo

Este trabajo presenta los cambios y mejoras que se hicieron en cada una de las variables metalúrgicas y en las prácticas operacionales.

Todo este plan de optimización ha permitido que la División Los Bronces haya alcanzado altos niveles de producción, mejorando la calidad del cátodo operando a alta densidad de corriente.

2. METODOLOGIA

Desde el año 2004 a la fecha se han estado realizando modificaciones a las variables de operación en ambas plantas de cátodos en forma simultánea, con el fin de aumentar la producción con mínima inversión. Estos son:

- **Incremento de flujo específico ($m^3/hr/m^2$) de alimentación a las celdas de electro-obtención.** Necesario para la renovación y agitación del electrolito dentro de las celdas frente a las placas.
- **Aumento de temperatura y concentración de cobre del electrolito.** Debido al aumento de corriente aplicada a la nave de EW hay que mantener una concentración de cobre y temperatura adecuados. Si la concentración de cobre es alta y la temperatura es baja puede producirse cristalización del cobre en la solución y al ser muy alta, degrada algunos reactivos y acelera la corrosión de los ánodos.
- **Aumento en la adición de aditivos como sulfato de cobalto y quartec.** Quartec para no descuidar la calidad catódica. El sulfato de cobalto disminuye la tasa de corrosión del ánodo.
- **Mejoramiento de contactos eléctricos.** Esto incluye cambio de barras equipotenciales de las celdas para que soporten la operación a alta densidad de corriente evitando una mala distribución de corriente a través de las placas; lavado de los contactos y seguimiento y control de cortocircuitos.
- **Mejoramiento de calidad del agua de lavado de los cátodos.** Aumento y control de la temperatura, seguimiento de sulfato y pH.
- **Mejoramiento de prácticas operativas y de control de la nave.** Adquisición de equipos de nueva tecnología como cámaras termográficas para la detección de cortocircuitos, mejor control sobre la emisión de neblina ácida con la adición de tensoactivos a las celdas. Mejoramiento en el housekeeping de la nave para controlar la sulfatación de los electrodos, pandeo de ánodos, cortocircuitos, etc.
- **Desborre de celdas.** Mejoramiento del plan de desborre con una periodicidad de 3 meses para cada celda.
- **Adquisición de equipos transfo-rectificadores.** Para cumplir con la corriente necesaria y aumento de confiabilidad.
- **Disminución del ciclo de depósito.** De 6 a 4 días.
- **Incorporación de nuevas tecnologías.** Trazabilidad de cátodos con el objetivo de identificar cada placa durante cualquier instante del proceso en forma confiable, midiendo la eficiencia de corriente, detectar la variabilidad del proceso y asociar a cada placa datos relevantes. Celdas EMEW para operar a densidades por sobre los 600 (Amp/m^2). Dispositivo SELE y aireación de celdas para mejorar la operación en celdas convencionales.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla N°1: Parámetros de operación

		Los Bronces		San Francisco	
		2004	2006	2004	2006
Corriente Aplicada	Amp	40550	48000	35417	49500
Densidad de Corriente	Amp/m ²	317	400	295	400
Electrolito a Celdas	Flujo (m ³ /hr/m ²)	0.08	0.11	0.15	0.22
	Temperatura (°C)	51	56	50	56
Electrolito Rico	Cu (gpl)	49	53-55	48	55-56
	Ácido (gpl)	160	150	166	145
Electrolito Recirculado	Co (gpl)	155	300	140	280
Electrolito Pobre	Cu (gpl)	35	38	36	38
	Ácido (gpl)	180	175	183	168
Producción Anual	Ton Cu	10000	12700	21700	29200

Estos resultados han permitido un aumento sostenido de la producción, lo cual se refleja en el siguiente gráfico:

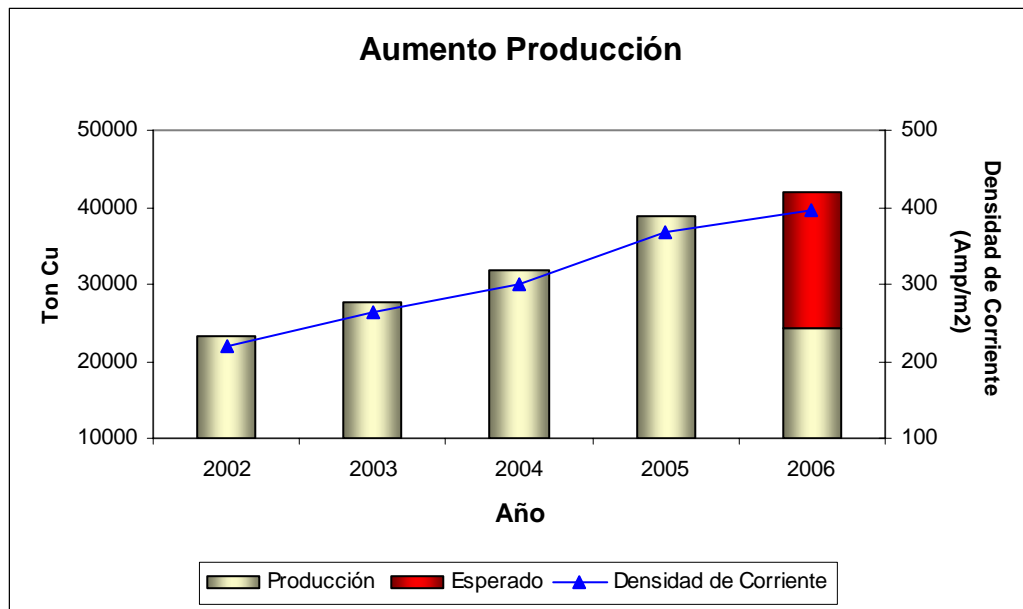


Figura N°1: Aumento de Producción en la División Los Bronces

Adicionalmente, se han logrado una serie de optimizaciones, entre la que destaca el consumo específico de energía mostrado en el grafico siguiente:

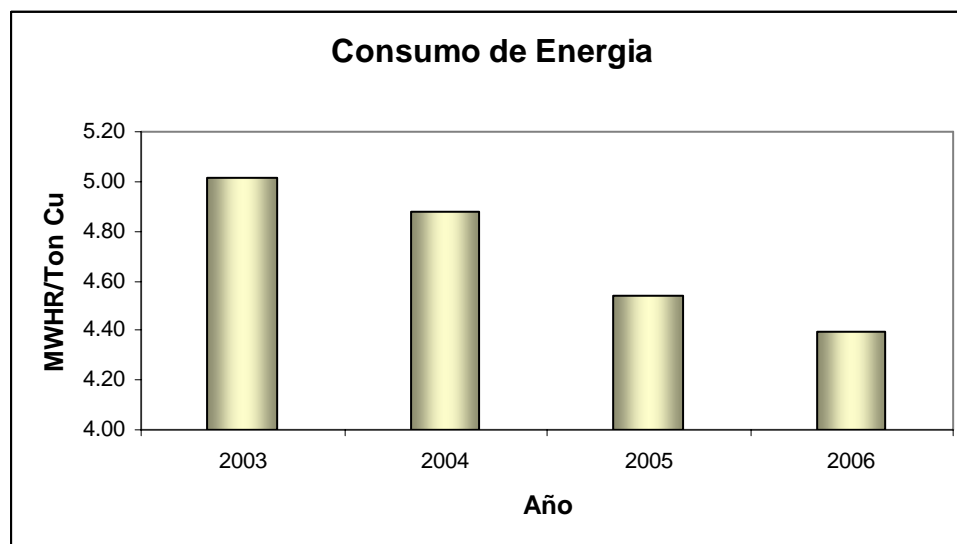


Figura N°2: Disminución de consumo de energía por tonelada de cobre producida

En términos de calidad de producto, esta se ha mantenido en un estándar aceptable, a pesar del fuerte incremento de la densidad de corriente, alcanzando un 98% de cátodos High Grade de los cuales un 70% corresponde a cátodos especiales.

4. LINEAS DE DESARROLLO

Trazabilidad de Cátodos

Se ha trabajado en esta iniciativa, con la finalidad de disminuir la variabilidad del proceso y mantener / mejorar la eficiencia de corriente.

El sistema, permite obtener un detallado reporte gráfico desde el software asociado, facilitando las tareas de monitoreo, control y seguimiento. De esta forma, información relevante como la eficiencia y la producción por cátodo, celda y lingada, es obtenida de una manera amigable.

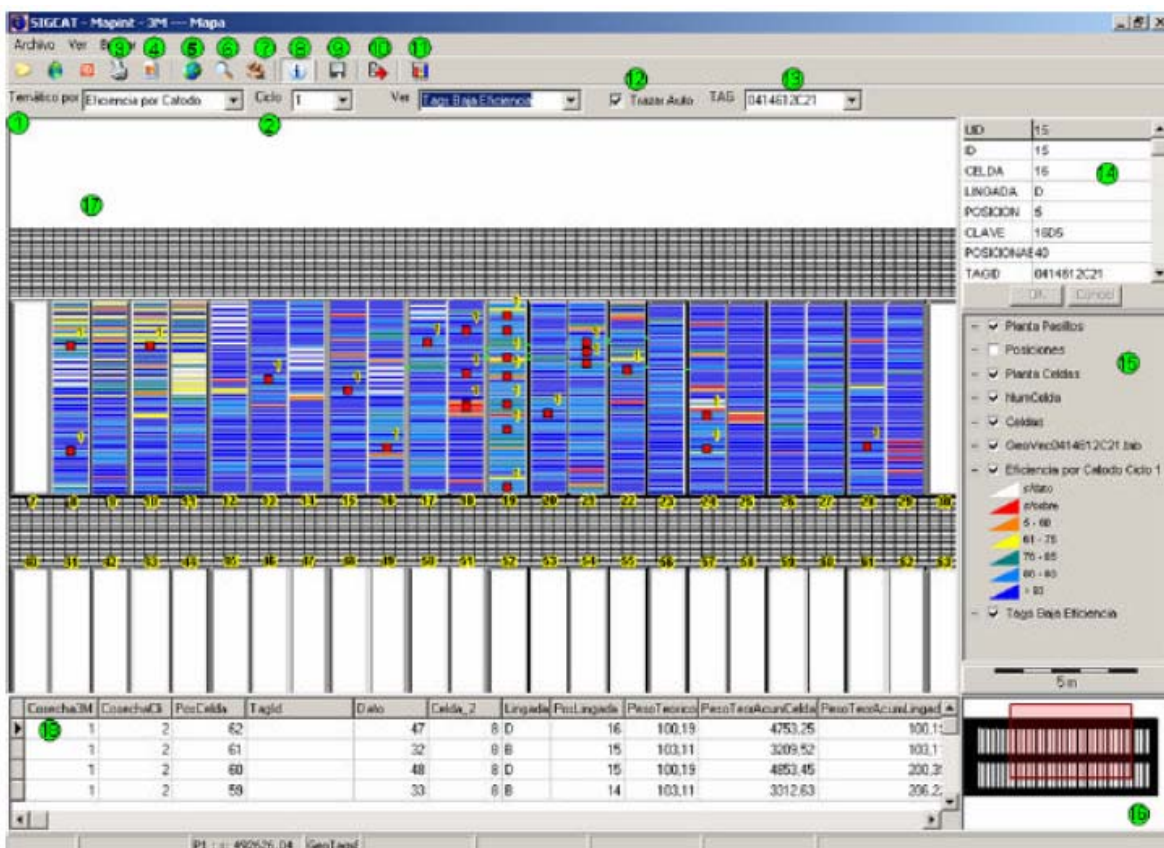


Figura N°3: Funcionalidades del software

Adicionalmente, es posible obtener una representación grafica de las distintas variables (a través de colores asociados a rangos predefinidos) y mejorar las facilidades de control de inventario, al posibilitar un seguimiento por cada cátodo cosechado.

Dispositivos SELE y DEVICE

En prueba y evaluación estas tecnologías orientadas a operar a altas densidades de corriente (superiores a los 400 Amp/m²), mejorar factores ergonómicos e incrementar producciones.

Celdas EMEW

Tecnología en evaluación, con el propósito de recuperar cobre desde soluciones diluidas y evitar pérdidas de cobre en soluciones a neutralización (situación particular de Los Bronces por des balance de soluciones por deshielos a botaderos).

Aireación de celdas

La expansión marginal de la planta San Francisco incorpora el uso de esta tecnología, a fin de cautelar la calidad catódica.

5. CONCLUSIONES

Conforme a lo presentado en este trabajo, que resume la experiencia de los últimos años de las Plantas de Cátodos de la División Los Bronces, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Alta rentabilidad en aumentar la producción, vía el des embotellamiento, de una planta convencional, por medio de un incremento en la densidad de corriente.
- ✓ Obtención de cátodos comerciales, en operaciones a densidades de corriente de 400 amp/m².
- ✓ Factibilidad de desafiar los estándares convencionales de diseño de plantas, en parámetros tales como:
 - Flujo de electrolito de alimentación a celdas
 - Densidad de Corriente
 - Temperatura de electrolito circulante
 - Concentración de electrolitos
- ✓ Factores claves para el logro de estos resultados son:
 - Distribución de corriente por cada par de electrodos.
 - Calidad de las barras conductoras y su mantenimiento.
 - Control y eliminación de cortocircuitos.
 - Mantenimiento de celdas y electrodos.
 - Niveles de cobre en el electrolito y temperatura de trabajo.
 - Calidad del agua de lavado de cátodos.
- ✓ Mantención de expectativas / oportunidades de crecimientos, optimizaciones, etc. por medio de la aplicación de nuevas tecnologías emergentes.