

La mina de cobre Zaldívar de Barrick, al norte de Chile, fue pionera en la recuperación de calor cuando invirtió en esta tecnología hace más de una década. La solución empieza a rendir ahora sus frutos.

TEXTO Y FOTO: CHRISTIAN PEÑA

# Al pie del cañón >>>



Roberto Villalobos (izquierda) y Nelson Valdivia aseguran la eficiencia de energía en la producción de cobre en Zaldívar.



Zaldívar es una mina de cobre a cielo abierto de 1.240 hectáreas.

EL DESIERTO DE ATACAMA EN EL NORTE DE CHILE ES uno de los lugares más áridos de la tierra, con una precipitación media de apenas un milímetro por año. También es una de las áreas minerales más ricas del mundo y hogar de muchas de las minas de cobre más importantes. El cobre, conocido como “el salario chileno”, es la fuerza impulsora de la economía chilena, y un 50% del cobre del mundo se extrae aquí.

Una de las minas de cobre en este desierto es Zaldívar, elevada a 3.300 metros sobre el nivel del mar, y situada a 1.400 kilómetros al norte de Santiago y a 175 kilómetros al este de la ciudad portuaria Antofagasta. La empresa propietaria es Barrick Gold Corporation, una empresa minera de oro y cobre, que posee 27 minas por todo el mundo y varios proyectos en desarrollo.

Zaldívar abrió sus puertas en 1995 como la mina de cobre más grande de Barrick, con casi 750 empleados. Utiliza métodos convencionales de explotación minera a cielo abierto para extraer el cobre catódico puro. En una planta trituradora los minerales pasan a través de tres etapas de trituración y acumulación. A esto le sigue un proceso capaz de lixiviar el cobre con agentes químicos y bacteriológicos. El cobre disuelto se concentra y se purifica posteriormente en soluciones de lixiviación en una planta de extracción solvente. Finalmente, una planta de electrolisis produce cobre catódico de alto grado y de alta calidad.

Al principio, la planta de electrolisis de Zaldívar podía producir 125.000 tonela-

das de cobre catódico al año. Pero hace algunos años, la planta fue modificada para llegar a las 150.000 toneladas por año, un 20% más que la capacidad original. El aumento se logró por medio del aumento en el índice de corriente del equipo. Zaldívar produjo 143.000 toneladas de cobre en 2007. La mayor parte del cobre catódico procesado se envía a Japón, China y a Estados Unidos.

Este último año ha sido uno de los más duros hasta la fecha, pues el coste cada vez mayor de la gasolina ha tenido un efecto dominó sobre otros costes de producción, como los materiales, los productos químicos, el transporte y las materias primas. Debido al alza de los costes del combustible y al aumento en la presión por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, Barrick, al igual que muchas otras compañías, se ve obligada a hallar maneras de mantener bajos sus gastos de explotación y aumentar su eficiencia.

Robert Mayne-Nicholls, quien fue recientemente nombrado Director General de Barrick Zaldívar, explica: “Queremos ser la compañía más eficiente en términos energéticos, sin perjudicar la producción. En Zaldívar hemos podido lograrlo trabajando con la tecnología de Alfa Laval”.

LA COLABORACIÓN ENTRE BARRICK ZALDÍVAR y Alfa Laval comenzó junto con el inicio de las operaciones de la mina en 1995. En aquel momento Barrick adoptó una solución de recuperación de calor de placas para la planta de electrolisis en Zaldívar e invirtió en 16 intercambiadores de calor de placas con juntas de Alfa Laval para utilizarlos en el proceso de extracción de cobre.

Las unidades se instalaron en cuatro líneas de montaje paralelas, recuperando un total de 48 megavatios de energía.

#### ► Datos

### BARRICK Y ZALDÍVAR

- Barrick opera 27 minas y tiene proyectos de explotación y desarrollo situados en cinco continentes.
- A finales de 2007, Barrick tenía 124,6 millones de onzas de reservas de oro probadas, 6,2 mil millones de libras de reservas de cobre y 1,03 mil millones de onzas de plata dentro de las reservas de oro.
- Zaldívar es una mina de cobre a cielo abierto al norte de Chile con una extensión de 1.240 hectáreas a una altura media de 3.300 metros.
- En Zaldívar trabajan 750 personas.



Zaldívar utiliza 16 intercambiadores de calor de placas de Alfa Laval para recuperar 48 megavatios de calor.

## “Queremos ser la compañía más eficiente en términos energéticos, sin perjudicar la producción. En Zaldívar hemos podido lograrlo trabajando con la tecnología de Alfa Laval”.

ROBERT MAYNE-NICHOLLS, Director Gerente de Barrick Zaldívar

“Cuando comenzamos a utilizar los intercambiadores de calor de placas de Alfa Laval fue una verdadera revolución”, explica Nelson Valdivia, el consejero de energía y agua en Zaldívar. “Al instalarlos, todo cambió, gracias a su tamaño reducido y a su capacidad para producir una rápida transferencia de calor. En la actualidad se hace aún más patente las ventajas de nuestra inversión en esta tecnología”.

Rubén Arriagada, Ingeniero de Ventas de Alfa Laval en Chile, dice que Zaldívar fue un auténtico pionero. “Zaldívar fue una de las primeras plantas que comenzó a utilizar este método”, dice. “Invirtieron en tecnología de recuperación de calor antes de que fuera necesario. Si en aquel entonces Zaldívar no hubiera hecho esa inversión, sus costes serían hoy mucho más altos.

“Otra ventaja es el ahorro de espacio, puesto que los intercambiadores de calor de placas exigen mucho menos espacio que los intercambiadores de calor tubulares tradicionales”, continúa. “Habrían ocupado un campo de fútbol entero”.

El fácil mantenimiento e instalación son otras ventajas del equipo de Alfa Laval. Todos los días se realizan inspecciones visuales de los intercambiadores de calor, y el mantenimiento se realiza anualmente. “Cuando necesitamos ajustes de

menor importancia, estos se hacen en el mismo sitio, pero cuando se comienzan a desgastar piezas importantes, llamamos a Alfa Laval para su asistencia técnica y servicio”, dice Roberto Villalobos, Supervisor de Mantenimiento y Director de la Planta Barrick Zaldívar.

AUNQUE LA SOLUCIÓN de electrolitos ricos es extremadamente corrosiva para el equipo, Zaldívar no ha tenido que cambiar ni una sola placa desde 1995. La resistencia de las placas se debe a su contenido de sulfato de cobre combinado con un diseño modificado para los requisitos particulares de los intercambiadores de calor, que ayuda a reducir al mínimo la acción corrosiva.

Además, los intercambiadores de calor de Alfa Laval son fiables cuando no se puede utilizar elementos naturales. El 14 de noviembre de 2007, un terremoto masivo azotó a las regiones de explotación minera al norte de Chile, causando un apagón masivo y una pérdida de producción de diez horas en Zaldívar.

Cuando la energía volvió, Valdivia pudo comprobar que el equipo de Alfa Laval no se había dañado. “Chile y las regiones de explotación minera están en una zona sísmica y



Robert Mayne-Nicholls (izquierda) y Nelson Valdivia de Barrick Zaldívar.

>>>

Rubén Arriagada,  
Ingeniero de  
Ventas en Alfa  
Laval, Chile.



Zaldívar produce  
hasta 150.000  
toneladas de  
cobre catódico  
puro al año.

►► [www.alfalaval.com/here/coppermine/Zaldivar](http://www.alfalaval.com/here/coppermine/Zaldivar)

>>> los cimientos de la planta en Chile se refuerzan para hacer frente a estos terremotos" dice. "Sorprendentemente, los intercambiadores de calor guardaron el trabajo como si no hubiera sucedido nada".

Valdivia ya conocía bien a Alfa Laval cuando comenzó en Zaldívar hace seis años. "Ya tenía experiencia de trabajar con éxito con Alfa Laval en otra planta en Chile. Alfa Laval es conocida en la red minera por su probada recuperación de energía".

Rubén Arriagada de Alfa Laval visita regularmente la mina de Zaldívar. "Quiero comprobar que realmente recuperamos la mayor cantidad posible de energía", dice.

A medida que aumentan los costes energéticos también aumenta la necesidad del rendimiento energético. Mayne-Nicholls dice que los próximos tres años van a ser un reto en cuestiones energéticas para todas las industrias, incluyen-

do la explotación minera. Los objetivos de recuperación de energía de Zaldívar son parte de una visión general que exige reducir el consumo total de energía y de las emisiones perjudiciales, pero sin afectar la producción.

"Todos ganan trabajando con la tecnología de Alfa Laval", dice Mayne-Nicholls. "Su recuperación de calor nos ayuda a alcanzar esas metas".

Pero se puede llegar aún más lejos: "Nos encontramos en una situación donde las industrias de todo el mundo tienen que reducir al mínimo su consumo de energía", explica Mayne-Nicholls, "y es una suerte encontramos con nuevas tecnologías que aumentan nuestro rendimiento energético".

Zaldívar y Alfa Laval están estudiando posibles maneras de colaborar en la recuperación de energía y así reducir los costes totales. n

► Recuperación de calor en la producción de cobre

## Un proceso ganador

– La recuperación de calor reduce los costes y las emisiones de CO<sub>2</sub>

Zaldívar utiliza 16 intercambiadores de calor de placas de Alfa Laval para recuperar el calor en la etapa final del proceso de extracción del cobre.

Después de haber triturado el mineral se lixivia con ácido sulfúrico, que disuelve el mineral de cobre. La solución se trata con un disolvente orgánico para extraer las impurezas. Después de lavarse, el disolvente orgánico se elimina y se recicla nuevamente en la sección de lavado. La solución restante, que está hecha con el cobre y el ácido, se llama "electrolito rico".

El electrolito rico se coloca en los tanques donde se aplica una corriente eléctrica a través de dos electrodos: un ánodo positivo y un cátodo negativo. El cobre es atraído

por la corriente eléctrica y depositado en el cátodo. La solución restante, que contiene muy poco cobre, se recicla nuevamente hacia la etapa de lixiviación. En su camino de regreso, el electrolito delgado precalienta el electrolito pobre, usando intercambiadores de calor de Alfa Laval.

Zaldívar utiliza cuatro líneas con cuatro intercambiadores de calor de placa MX25 de Alfa Laval en cada una. Además, Zaldívar tiene

**"Las unidades han estado funcionando sin problemas graves desde que comenzamos a utilizarlas en 1995".**

un M10 de Alfa Laval que calienta el electrolito rico con agua en el final del proceso. Los intercambiadores de calor funcionan las 24 horas del día.

"Las unidades son muy fiables", dice Roberto Villalobos, encargado del mantenimiento en Zaldívar. "Han estado funcionando sin grandes problemas desde que se instalaron en 1995".

Gracias a la solución del intercambiador de calor, Zaldívar recupera 48 megavatios de calor. Esto se traduce en ahorros equivalentes a 4,6 millones de USD al año. También reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> de la planta con casi 66 toneladas al año. Además, los intercambiadores de calor de placas exigen mucho menos



Roberto Villalobos, Director de  
Mantenimiento en Zaldívar.

espacio que los intercambiadores de calor tubulares tradicionales.

Las unidades se diseñan para poder realizar el mantenimiento de una forma sencilla. Las 16 unidades funcionan en cuatro líneas de montaje y están suspendidas de una barra transportadora. "Esto facilita mi trabajo", dice Villalobos, "puesto que solamente se necesita para un intercambiador de calor a la vez y no afecta significativamente a la producción total". n