

Junio 2013

# MINERIA

PAN-AMERICANA

*Sirviendo al mercado latinoamericano desde 1987*



# Toromocho

Un gigante en minería de gran altura

¿Hay salida para la minería artesanal e ilegal en Perú?  
Nueva tecnología para flotación de partículas gruesas



Perumin  
Del 16 al 20 de septiembre  
Arequipa, Perú



Sección Especial  
Australia en América Latina

# Toromocho

## Un gigante en minería de gran altura



Las salas eléctricas (E-Houses) están diseñadas para mantener los equipos en pleno funcionamiento a pesar de las alturas

La montaña de Toromocho es una de las fuentes de cobre de alta calidad más grandes y sin explotar del planeta. Situada entre los picos de los Andes, Toromocho es un intento pionero en subir el nivel de la minería comercial desarrollada a grandes alturas.

Cuando la producción se inicie a finales de 2013, la mina entregará anualmente por un periodo de 32 años, 1 millón de toneladas de concentrado de cobre, 10.000 toneladas de molibdeno y 4 millones de onzas de óxido de plata.

Toromocho es un proyecto desarrollado por Minera Chinalco de Perú, subsidiaria de Aluminum Corporation of China (Chinalco). Jacobs Engineering está a cargo de la ingeniería, es el contratista que administra la construcción y hace las adquisiciones del proyecto.

Procesar el mineral a semejante altura y en una zona sujeta a frecuente actividad sísmica, genera grandes demandas a

los equipos eléctricos y de procesamiento que deben ser excepcionalmente fuertes y confiables.

Los contratos adjudicados a ABB tienen un valor aproximado de US\$120 millones destinados a suministrar lo siguiente: tres sistemas de accionamiento de molino sin engranajes para un molino semi-autógeno (SAG) y para dos molinos de bolas; una solución eléctrica para toda la planta y un sistema de automatización de procesos para controlar la producción e integración a la mina de los sistemas eléctricos, de control y monitoreo, todo esto en una misma plataforma de automatización.

### GMD para los molinos más potentes del mundo

Los tres sistemas de accionamiento de molino sin engranaje (GMD, por sus siglas en inglés) son los más potentes que ABB ha fabricado hasta el momento.

El sistema GMD para el molino SAG de 40 pies tiene una potencia nominal de 28 megavatios (MW), y los sistemas GMD de los dos molinos de bolas de 28 pies tienen una potencia nominal de 22 MW. Los tres molinos fueron suministrados por FLSmidth.

ABB cuenta con una amplia experiencia en el diseño de sistemas GMD, con alta potencia nominal para uso a grandes altitudes de más de 4.000 metros sobre el nivel del mar. De hecho, ABB ya está en el proceso de entregar un sistema de accionamiento sin engranajes para el primer molino semi-autógeno del mundo en tener un diámetro de 42 pies, que operará a una altitud de 4,200 metros. Y ha tenido durante largo tiempo diseños para molinos SAG de 44 pies, con potencias nominales hasta de 35 MW.

Los sistemas de accionamiento sin engranajes para molinos, son una innovación de ABB. Están compuestos por un

*ABB da soluciones de control eléctrico y de procesos orientadas hacia la minería, y también entrega los más potentes sistemas de accionamiento de molino sin engranajes al proyecto de mayor altitud en el mundo: la mina de cobre Toromocho, localizada en Perú, a 4.700 metros sobre el nivel del mar.*

motor sin engranajes, alimentado por un ciclo-convertidor que es un sistema de accionamiento eléctrico compacto y eficiente con varias ventajas operativas, como por ejemplo velocidad variable y protección contra carga congelada.

Esta tecnología innovadora elimina todos los componentes mecánicos básicos que forman parte de los sistemas de transmisión de los molinos convencionales. Así aumenta la eficiencia y la disponibilidad del molino.

### **Problemas que ABB tuvo que enfrentar**

ABB diseñó un nuevo sistema de enfriamiento para disipar el calor generado por los motores sin engranajes que operan a grandes altitudes: hasta el momento, son los motores más grandes que se hayan instalado para molinos SAG y de bolas.

Debido a la altura, el material aislante del motor tuvo que ser optimizado, probado y certificado para el funcionamiento en condiciones tan exigentes. Para asegurarse de que el bobinado pudiera enfrentar la tensión de trabajo a 4.700 metros de altura, ABB lo puso a prueba, en una cámara hipobárica, que simulaba las condiciones "reales" de operación.

De hecho, todos los productos eléctricos y los componentes del sistema GMD fabricados por ABB para ser usados en Toromocho, fueron certificados para ser operados a altitudes de 5,000 metros sobre el nivel del mar.

Otro de los retos de ingeniería, fue el de los tres ciclo-convertidores. Por lo general, el ciclo-convertidor para un molino requiere una configuración de 6-12 pulsos. Pero para Toromocho, fue necesaria una solución más potente. Para alimentar el molino con sistema SAG de 28 MW de potencia y lograr el rendimiento requerido, se necesitó una configuración de 18 pulsos. Esta era la primera vez que esta solución tan potente se había utilizado en una aplicación de minería.



*El equipo eléctrico está almacenado en 12 salas eléctricas que van de 42 m<sup>2</sup> a 387 m<sup>2</sup>*

### **Innovación e impacto logístico**

Las innovaciones de diseño tales como el motor de 28 MW, el ciclo-convertidor de 18 pulsos y el nuevo sistema de refrigeración, tuvieron un impacto logístico.

En particular, el motor y el sistema de refrigeración fueron diseñados para que pudieran ser transportados por sinuosas carreteras de montaña y a través de numerosos túneles. Los motores fueron embalados y enviados en cuatro partes, cada una de 15 metros de longitud y un peso de hasta 130 toneladas. El enorme sistema de refrigeración también fue transportado por partes.

Otras innovaciones en diseño, incluyen un sistema de esclusa de aire en las tres salas eléctricas (E-Houses) de los sistemas GMD, con el fin de mantener la presión de aire correcta adentro y proteger los equipos del polvo.

Cada motor GMD está equipado con un gran número de sensores e instrumentos con el fin de supervisar las máquinas durante la operación. Esto da a los motores una mejor protección y, combinado con el servicio de diagnóstico remoto de ABB, es una herramienta poderosa para el mantenimiento preventivo y predictivo.

### **Solución eléctrica para minería**

El segundo contrato adjudicado a ABB por Chinalco y Jacobs Engineering fue una solución eléctrica integral para toda el área de procesamiento de la mina: incluye interruptor/seccionador a 23 kV (kilovoltios) con aislamiento de gas; sistema de alimentación en barras a 4,16 kV y protección contra sobretensiones; celdas de distribución a 380 V (voltios) con centros de control de motores, transformadores de distribución, 28 subestaciones con diversas potencias nominales, 190 accionamientos de velocidad variable en baja tensión y 35 en alta tensión, equipo de limitación de intensidad y supresión de arco, sistema de alimentación ininterrumpida y configuración del sistema.

El equipo eléctrico está alojado en 12 salas eléctricas prefabricadas, muy compactas e instaladas en contenedores, que varían en tamaño desde 42 m<sup>2</sup> a 387 m<sup>2</sup>. Cada sala eléctrica está diseñada para garantizar la seguridad del personal; está equipada con todas las protecciones necesarias, que incluyen un sistema de manejo de descargas eléctricas, presurización, esclusa de aire, climatización, detector de incendios y resistencia al fuego, alarmas y protección contra rayos.



Montaje de piezas del molino sin engranajes

También cada elemento del equipo eléctrico es probado y certificado para operar a 5.000 metros de altura, 300 metros por encima de Toromocho. Éstos incluyen el cumplimiento con las normas de la zona sísmica 3 y el incremento del aislamiento eléctrico debido a la presión más baja y al reducido efecto de enfriamiento a grandes alturas.

Para los equipos de control de velocidad variable, los efectos de la altura son bien significativos. A 4.700 metros sobre el nivel del mar, dichos equipos de baja y media tensión tienen una reducción del 50% en su potencia, debido a la disminución en la eficiencia de enfriamiento.

Por lo tanto, es clave dimensionarlos correctamente. Además, los equipos de control de velocidad de media y alta tensión tienen unas pérdidas de energía en forma de calor de hasta 147 kW y requieren, a esas alturas, más aire frío.

Para contrarrestar este efecto, ABB ha dotado a las salas eléctricas con equipos de control de velocidad de media tensión, con un innovador módulo de ventilación externa, que lanza el aire al interior de dicha sala eléctrica a una temperatura óptima y con un mínimo de consumo de energía.

### Proceso de control integrado

El tercer gran contrato que Chinalco y Jacobs Engineering adjudicaron a ABB

fue para el sistema de automatización de procesos en la mina.

La solución de ABB se basa en dos productos emblemáticos de la empresa para la industria minera: el sistema de Automatización Extendida 800xA, que es la plataforma de automatización para las industrias de procesamiento; y el sistema 800xA Minerals Library, software dedicado a aplicaciones en cemento, minerales y a la industria minera.

Son muchos los beneficios de la solución System 800xA. Tiene una capacidad única para integrar, de manera fluida, todos los sistemas de información de la empresa y de automatización de la planta en una misma plataforma extendida de automatización 800xA, en un entorno de operaciones que está diseñado para maximizar la colaboración, eficiencia y productividad del operador.

En Toromocho, la solución System 800xA controla todo el área de procesamiento: el concentrador, la planta de molibdeno, los transportadores principales, las estaciones de bombeo y las utilidades. El proceso es controlado desde cuatro salas de control: para el concentrador, la trituradora principal, la planta de molibdeno y la planta de filtros. La sala de control principal se encuentra en el concentrador. Las otras tres controlan sólo sus respectivos procesos. Hay alrededor de 10.000 puntos E/S (Entrada/Salida) en el sitio.

### Solución integrada

La solución integra todos los equipos de distribución de energía y de sistemas de automatización, provistos por terceros, en el sistema de control de minas 800xA. Sus módulos de software orientado a objetos parametrizables ayudan a reducir la complejidad de la ingeniería, minimizar el tiempo de inactividad y simplificar la búsqueda de fallas.

Está ampliamente probada la habilidad del sistema 800xA y del Minerals Library para reducir los costos de operación y aumentar la productividad durante el ciclo de vida de la planta de producción.

Las ventajas de utilizar un solo socio tecnológico y proveedor para las instalaciones eléctricas, el control de procesos y los sistemas de accionamiento sin engranajes para molinos, se extienden a través de todo el proyecto: reduce al mínimo el número de interfaces, el riesgo de los clientes y ahorra una gran cantidad de tiempo en ingeniería, pruebas y puesta en marcha del servicio.

Jacobs Engineering y Chinalco se refieren a estos beneficios de la siguiente manera:

“La experiencia de hacer negocios con ABB fue muy satisfactoria”, dijo Gabriel Rojas Ochoa, jefe de ingeniería eléctrica para el proyecto Toromocho de Jacobs Engineering. “Hemos sido capaces de construir un gran equipo de trabajo, que se centró sólo en un objetivo: el éxito del proyecto. ABB nos dio el apoyo a lo largo del desarrollo del proyecto, con su profesionalismo, el compromiso, ingeniería de alto nivel y la flexibilidad para obtener las soluciones más adecuadas para el proyecto.”

Cyril Huber, consultor técnico eléctrico para Chinalco, afirmó: “Después de más de 50 años en el negocio de la minería, estoy feliz de trabajar con ABB, pues aunque tienen soluciones muy estándar, son flexibles para adaptarse a las necesidades específicas de los clientes y están abiertos a mejorar”.

MPA