LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: **Oportunidades del mercado spot electricidad aplicada a la Desalinización y Bombeo de agua en Minería**

Pág. : 48
Cm2: 459,1
VPE: $ 1.092.678

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

Análisis

Planta Los Pelambres de Antofagasta Minerals.

Foto: Gentileza Acadés

Oportunidades

del Mercado Spot Electricidad, aplicada a la Desalinización y Bombeo de agua en Minería

Giovanni Cuneo Barbosa, ingeniero Civil Hidráulico, U. de Chile

Elio Cuneo Hervieux, ingeniero Civil Electricista, U. Federico Santa María

La minería del cobre depende críticamente del agua para desarrollar sus procesos productivos. En el informe de Cochilco denominado "Consumo de agua en la Minería - Actualización al año 2023", este indica: "… la extracción de agua de mar -tanto desalada como sin desalar- ha crecido a un ritmo promedio anual del 18,1%, mientras que la extracción de agua continental ha disminuido a una tasa del 0,6% anual en el mismo período". Lo anterior producto de enfrentar una caída en las leyes, lo cual se traduce que la extracción de mineral sulfurado, a través de flotación, obliga a procesar una mayor cantidad de mineral y en consecuencia, utilizar más agua para obtener una tonelada de cobre fino. Normalmente las faenas de extracción se ubican a importantes alturas sobre el nivel del mar, en zonas áridas o semiáridas, donde la disponibilidad de fuentes hídricas continentales es limitada. Frente a este escenario, la industria ha comenzado una transición hacia el uso de agua de mar desalinizada como fuente principal de abastecimiento.

Impulsión de agua en minería de Chile

El uso intensivo de electricidad en la impulsión de agua se explica, en gran parte, por sistemas de bombeo por etapas, diseñados para vencer gradientes topográficos significativos y manejar grandes caudales. El número de estaciones de bombeo y sus especificaciones técnicas, dependen tanto de la altura final de entrega como del volumen de agua requerido diariamente. Una vez en destino, el agua es almacenada en estanques cerrados o sistemas abiertos de regulación, quedando a disposición de la demanda propia del proceso minero. Contar con almacenamiento con varias horas de regulación, permite enfrentar problemas en el bombeo, no afectando el proceso productivo. Es justamente esta capacidad de regulación, como las características del sistema de impulsión, permite aprove-

LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: **Oportunidades del mercado spot electricidad aplicada a la Desalinización y Bombeo de agua en Minería**

Pág. : 49
Cm2: 473,1
VPE: $ 1.125.880

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

char las oportunidades presentes en el mercado de la electricidad, y que se traducen en menores costos de operación e ir hacia una minería más sustentable o verde.

Aprovechando mercado de electricidad en la minería del cobre

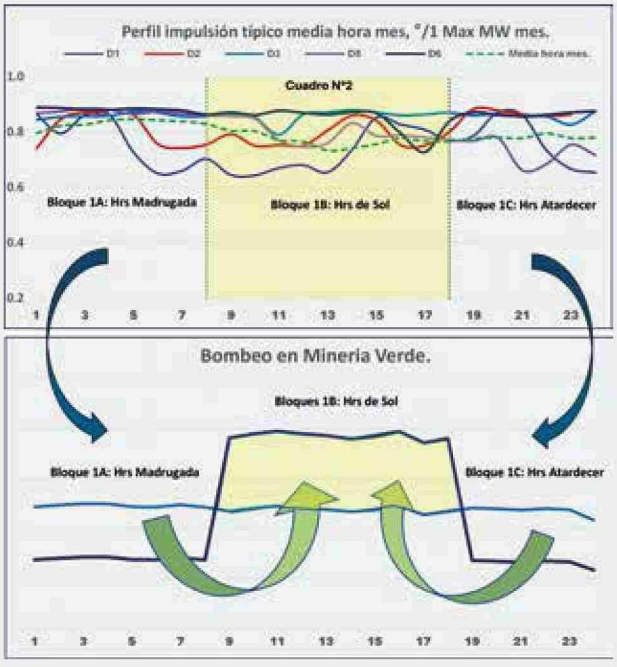
El grueso de la explotación del cobre en Chile se desarrolla en una zona que ha impulsado fuertemente la instalación de generación fotovoltaica, y que se refleja en precios de energía en "horas de sol", más bajos respecto a los presentes en madrugada y atardecer, condición que puede ser aprovechada tanto en la operación de instalaciones existentes, o bien para el desarrollo de nueva capacidad de desalinización e impulsión, con el consiguiente ahorro de costos. Al respecto podemos comentar:

a) **Bombeo en instalaciones existentes:** Al desarrollar el bombeo de agua considera una cierta capacidad que normalmente no es 100% utilizada, dejando un rango de operación aprovechable que sumado a la capacidad de almacenamiento como al hecho que la demanda del insumo in situ no es a plena carga, resulta totalmente factible efectuar gestión hídrica, premiando la impulsión en ciertas horas y capturar el beneficio de menores costos. Para entender su aplicación, considérese el cuadro N°2:

Normalmente la operación se efectúa bajo un esquema 24x7, pero si existe capacidad de impulsión disponible, es posible premiar el trabajo en ciertas horas, tal como muestra en las figuras del cuadro N°2; la superior indica la impulsión normal 24x7, mientras que la segunda potencia las horas de sol para incrementar el bombeo. Desarrollar lo anterior, permite capturar los beneficios siguientes:

- Al impulsar en horas de sol, el suministrador efectúa los retiros de electricidad en el mercado spot, a un precio de energía, Costo Marginal, más bajo, por lo que el beneficio que surja de la operación efectuada en la impulsión de agua debe ser compartido con la minera, dado el no acceso del cliente al mercado spot de electricidad.
- Desarrollando la operación según lo anterior, el consumo de energía en horas de punta se reduce, con lo cual existe un menor consumo de potencia y pago por parte del consumidor.

Al desarrollar una operación de impulsión del tipo descrito, es equivalente a disponer un



LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: **Oportunidades del mercado spot electricidad aplicada a la Desalinización y Bombeo de agua en Minería**

Pág. : 51
Cm2: 442,2
VPE: $ 1.052.478

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

BESS, donde en horas distintas a las de punta, se premia un mayor bombeo que permite almacenar agua, capturando de esa operación el beneficio de un menor consumo de potencia. Independiente de lo anterior, debe ser revisado el acuerdo contractual con el suministrador de electricidad, PPA, para verificar la existencia de un take or pay de potencia.

Aunque el nuevo esquema es técnicamente viable, implica modificar la operación tradicional 24x7, lo que puede generar resistencia en el personal. Por ello, la capacitación debe no solo entregar herramientas técnicas, sino también comunicar el propósito y beneficios del cambio. Esta etapa es clave para reducir resistencias y facilitar la transición.

b) Desarrollo de nuevos proyectos de bombeo: Se entiende que la desalinización e impulsión de agua desde la costa es un gran consumidor de electricidad, el consumo queda fijado entre otros aspectos por los MWh de las bombas de alta presión en la desalinización, los m3/s requeridos para el proceso minero y que serán bombeados a la altura de la explotación minera, así como la eficiencia del proceso mismo de impulsión. Los montos de electricidad no serán menores e implica el desarrollo de líneas de transmisión, subestaciones, etc. Un esquema tradicional contempla operación 24x7 con sistema de almacenamiento de agua ya sea vía estanques o piscinas abiertas, en que el consumo de electricidad dentro del costo total de operación, en el caso de la impulsión es sobre el 90% , mientras que en el caso de la desaladora el costo bordea el 50%.

Al considerar una operación concentrada sólo en horas de sol, ésta puede resultar más económica, aun cuando el proyecto mismo implicará una mayor inversión; pero por las economías de escala presentes, y el tiempo de vida útil de los proyectos mineros, el incremento puede ser cubierto con menores costos de operación al considerar una planta fotovoltaica dedicada, así como la aplicación de la ley 21.505, donde la desalinización se asocia a un sistema generación - consumo, en que los cargos que normalmente se asignan a retiros, sólo serán en base a la energía y potencia retirada del sistema y en ningún caso por la energía y potencia autoabastecida. Aun cuando la normativa menciona que el punto de conexión a la red por desalinización debe ser único, ya sea para inyectar excedentes o retirar energía de la red, no se indica si la impulsión puede ser considerada como parte de la desalinización a pesar de contar con único punto de conexión.

El tiempo dirá si la inercia histórica prevalece. mch

De Izq. a Der.:
Elio Cuneo Hervieux, ingeniero Civil Electricista, U. Federico Santa María
Giovanni Cuneo Barbosa, ingeniero Civil Hidráulico, U. de Chile