

## Informe Técnico

**L**a minería moderna enfrenta un reto constante: equilibrar la demanda energética con la necesidad de reducir costos operacionales y minimizar su impacto ambiental. En este contexto, las bombas de impulsión surgen con ese objetivo, siendo utilizadas en procesos cruciales como el transporte de fluidos y la circulación de agua.

Afortunadamente, la tecnología ha avanzado de forma significativa en el diseño de sistemas más eficientes que no sólo permiten optimizar el consumo de energía, sino también mejorar la productividad general de las operaciones mineras.

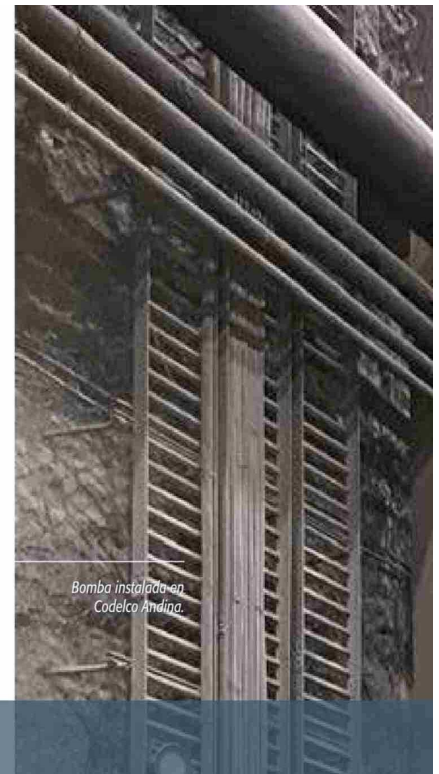
Respecto a los principales desafíos que enfrenta la industria minera chilena en términos de eficiencia energética en los sistemas de impulsión de bombas, José Luis Arellano, gerente de Ingeniería de Weir Chile, precisa que “es fundamental realizar los análisis necesarios para evaluar si, dentro de los rangos operacionales, es posible optimizar los sistemas de impulsión. Esto puede lograrse tanto mediante la incorporación de nuevas tecnologías, como también evaluando la factibilidad de integrar equipos y subsistemas que contribuyan a mejorar la eficiencia operativa de estos sistemas”.

Del mismo modo, el ejecutivo menciona que “el uso eficiente de la energía no debe centrarse únicamente en los equipos principales de los

sistemas de impulsión, sino también en los equipos auxiliares, los subsistemas y las variables operacionales que influyen o pueden influir en el uso eficiente de la energía. Esto no sólo implica contar con equipos más eficientes, sino también operar los equipos actuales dentro de sus rangos de mayor eficiencia, conforme a los requerimientos operacionales”.

A lo anterior, el ejecutivo agrega que “los parámetros para los cuales fueron diseñados los sistemas de las

el bombeo es esencial, ya que un funcionamiento cercano al punto de máxima eficiencia (BEP) permite reducir significativamente el costo de cada metro cúbico bombeado. Esto implica optimizar el diseño de las bombas y minimizar las pérdidas hidráulicas, volumétricas y mecánicas. Además, ajustar la operación al punto hidráulico, según las condiciones de cada sistema de impulsión, es crucial para maximizar la eficiencia”. En esa línea, la ejecutiva asegura que “la creciente



## Bombas y válvulas:

# Eficiencia Energética e los sistemas de impuls

compañías mineras han ido cambiando con el tiempo, por diversas razones. Estos cambios también afectan a los sistemas de impulsión, lo que lleva a la necesidad de analizar la eficiencia energética de dichos sistemas, tanto en función de los cambios que ya se han presentado como de los que se presentarán”. Asimismo, Angélica Meneses, gerente comercial de Flutek, comenta que “la eficiencia en

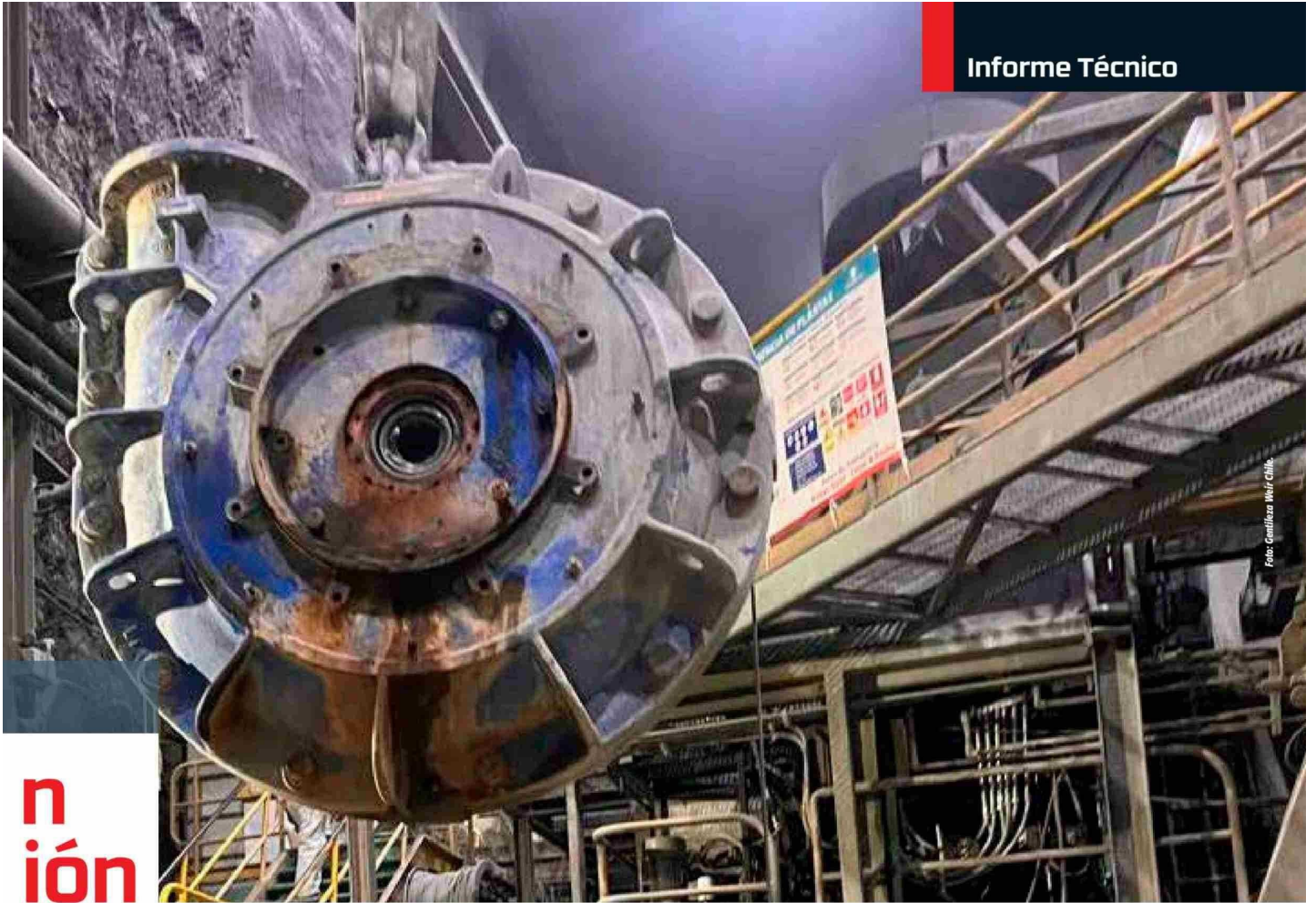
demanda energética y la presión por descarbonizar exigen que las empresas adopten tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de estos sistemas. De esta forma, una operación eficiente no sólo contribuye a la rentabilidad, sino también a la sostenibilidad del sector minero”.

### Tecnología e innovación

Según revelan los expertos, las

tecnologías y los desarrollos tecnológicos han permitido diseñar equipos más eficientes y el desarrollo de nuevos materiales que contribuyen a mejorar la eficiencia y optimizar la operación, no sólo de los equipos de impulsión, sino también de otros equipos que intervienen en los procesos productivos, como el establecimiento de una sinergia operativa entre los sistemas de un circuito en una planta minera.

**La implementación** de soluciones **inteligentes y sostenibles contribuyen** no sólo a la rentabilidad sino que también a mitigar el impacto directo de la huella ambiental.



**Informe Técnico**

**n  
ión**

En el caso de Weir, Arellano puntualiza que “hemos incorporado sistemas de monitoreo que obtienen una gran cantidad de datos, los cuales nos permiten evaluar a distancia y en tiempo real la operación de nuestros equipos, no sólo desde el comportamiento mecánico, sino también desde el comportamiento operativo real. Esto nos ayuda a ofrecer la eficiencia de nuestros equipos, así como proporcionar recomendaciones en tiempo real”. A su vez, Jorge Marimon, International Projects de Iflutech, cuenta que “los fabricantes de bombas continúan desarrollando nuevos diseños de

impulsores y carcasas que permitan incrementar la eficiencia en comparación con los modelos anteriores. Así, una bomba del mismo tamaño tiene actualmente un mejor rendimiento que una instalada hace 10 o 20 años”. Adicionalmente, Marimon dice que “las condiciones de operación varían con el tiempo, por lo que se recomienda realizar estudios o una reingeniería para identificar puntos de mejora en los sistemas existentes”. En el caso de Flutek, la compañía está implementando tecnologías clave para mejorar la eficiencia de los sistemas de bombeo en la minería chilena.



De acuerdo con lo anterior, Meneses detalla que “la sensorización y el monitoreo IoT no sólo permiten un mantenimiento predictivo, sino que también facilitan el entrenamiento de agentes de Inteligencia Artificial (IA) para optimizar las operaciones. Además, el mantenimiento basado en condiciones maximiza la operación y minimiza las interrupciones. La automatiza-

De Izq. a Der.:  
 Angélica Meneses, gerente comercial de Flutek.  
 Jorge Marimon, International Projects de Iflutech.  
 José Luis Arellano, gerente de Ingeniería de Weir Chile.



ción y el control digital mejoran la confiabilidad de los equipos, mientras que la impresión 3D permite una fabricación rápida de piezas críticas. También se utilizan materiales avanzados, como aceros súper dúplex, para aumentar la durabilidad de las bombas. Estas innovaciones son fundamentales para optimizar la eficiencia energética en el bombeo”.

### Efecto climático en las bombas

Es bien conocido que las operaciones mineras están ubicadas en áreas geográficas de difícil acceso, debido al calor, el frío y la altura. En este contexto, Arellano destaca que “las tecnologías y los desarrollos tecnológicos nos han permitido diseñar y crear equipos más eficientes, así como el desarrollo de nuevos materiales que contribuyen a mejorar la eficiencia y optimizar la operación, no sólo de los equipos de impulsión, sino también de otros equipos que intervienen en los procesos productivos, como el establecimiento de una sinergia

operativa entre los sistemas de un circuito en una planta minera”.

Además, añade que en Weir “hemos incorporado sistemas de monitoreo que permiten capturar una gran cantidad de datos, los cuales nos permiten evaluar a distancia y en tiempo real la operación de nuestros equipos, no sólo desde el comportamiento mecánico, sino también monitorear el comportamiento operativo real. Esto nos permite ofrecer la eficiencia de nuestros equipos, así como proporcionar recomendaciones en tiempo real”.

En tanto, Jorge Marimon sostiene que “cada selección de equipo de bombeo se realiza de manera personalizada. Para ello, es necesario comprender las condiciones climáticas del lugar donde se instalará, e incluso considerar un diseño cómodo tanto para el técnico operador como para el de mantención. Todas estas aristas concluyen en un equipo construido con los materiales adecuados y con un motor preparado



### Informe Técnico

para trabajar en un régimen minero, garantizando su operatividad”.

Finalmente, para gestionar el impacto del desgaste y la corrosión en las bombas y sus sistemas de impulsión, Angélica Meneses explica que “se seleccionan materiales avanzados, como aceros de última generación y aleaciones de alta especialidad, que ofrecen mayor resistencia a la corrosión y la abrasión. La implementación de tecnologías IoT permite un monitoreo continuo que mide la huella de salud de los equipos, facilitando la detección temprana de problemas. Además, se analiza en tiempo real la vida Remanente Útil (RUL) para optimizar la planificación del mantenimiento y evitar fallas costosas. Estas prácticas son esenciales para garantizar la confiabilidad y sostenibilidad en la minería chilena”. **mch**

*De Izq. a Der.:  
 Sistema de Bombeo flotante BHP - Iflutech.  
 Ingeniería de repuestos y equipos de bombeo que ofrece soluciones técnicas a sus procesos.*