

Informe Técnico

La conminución, proceso responsable de liberar los minerales valiosos de la roca, concentra uno de los mayores consumos energéticos de una planta, llegando, en algunos casos, a representar más del 50% de la energía total utilizada.

En un escenario de costos crecientes, exigencias ambientales y metas corporativas de reducción de emisiones, optimizar su eficiencia ya no es una opción, sino una prioridad estratégica.

En ese contexto, en la industria se han impulsado nuevas tecnologías, como chancadores de alto rendimiento, molinos verticales y rodillos de alta presión (HPGR), junto con sistemas de control avanzado y herramientas de monitoreo en línea que permiten ajustar parámetros en tiempo real.

En esa línea, la mantención predictiva, respaldada por análisis de datos y algoritmos de inteligencia artificial, emerge como un aliado clave para anticipar fallas, maximizar la disponibilidad y prolongar la vida útil de los equipos.

Desde la experiencia de Weir Minerals, Sergio Silva, gerente comercial de la compañía, explica que “los procesos de chancado y molienda constituyen el núcleo operativo de las plantas concentradoras, ya que permiten reducir el tamaño del mineral hasta niveles adecuados para su posterior liberación y recuperación en etapas como la flotación. Esta reducción de tamaño

es esencial para maximizar la recuperación de minerales valiosos y, al mismo tiempo, representa una de las etapas de mayor consumo energético dentro del procesamiento de minerales”.

Entre los principales factores que afectan la eficiencia energética, Silva destaca “la dureza y abrasividad del mineral; el contenido de humedad; y la tecnología y parámetros operacionales. Una operación bien ajustada puede significar una diferencia significativa en términos de eficiencia”.

bal, LATAM Regional Sales Manager de Tega, menciona que “los factores más determinantes para la eficiencia energética son: diseño y material de los revestimientos; compatibilidad del material de revestimiento con el mineral (la elección entre acero, goma o combinaciones híbridas, como nuestros revestimientos Dynaprime, impacta directamente en la absorción de energía, desgaste y eficiencia global del proceso de conminución); nivel de desgaste y cronograma de recambios; y la configuración



Conminución: chancado, molienda, harne

Eficiencia y control inte en el procesamiento de

De igual manera, Samuel Allendes, gerente de Ingeniería y Procesos de SIOM Minería, cuenta que “la industria busca mejorar la eficiencia energética de los procesos de chancado y molienda mediante la optimización del uso de equipos y maquinarias más eficientes, las cuales tienen un menor consumo energético al efectuar el proceso de conminución”.

A su vez, Robinson Irraraza-

del molino y carga de medios de molienda”.

Nuevas tecnologías

Más allá de las nuevas tecnologías de conminución, como los HPGR (High Pressure Grinding Rolls), el vocero de Tega precisa que “los molinos SAG continúan siendo una solución altamente versátil para el procesamiento de un amplio rango de minerales. Su eficiencia se ha potenciado en los últimos

años mediante el uso de bolas de mayor diámetro (mayores a 6”), lo que incrementa la capacidad de impacto”.

Sin embargo, Irrarazabal añade que “estos cambios en las condiciones de operación exigen una adaptación precisa de los revestimientos para mantener el equilibrio entre eficiencia y confiabilidad”.

En definitiva, el ejecutivo expresa que “los revestimientos de nueva generación permiten

Equipos de alto rendimiento, revestimientos de última generación y plataformas digitales **permiten reducir el consumo energético, optimizar la operación y extender la vida útil** de los componentes.



Informe Técnico

ros

**ligente
minerales**

que los equipos convencionales, como el molino SAG, se mantengan competitivos y alineados con los objetivos actuales de sostenibilidad y eficiencia operacional de la industria minera”.

Para Silva, “la evolución tecnológica ha generado un cambio significativo en la forma en que se diseñan y operan los circuitos de conminución. El reemplazo progresivo de los molinos SAG por HPGR en nuevos proyectos ha demostrado ser una estrategia efectiva. Los HPGR pueden reducir un 40% de la energía que requiere un molino SAG para procesar el mismo tipo de mineral”.

Además, el ejecutivo de Weir Minerals resalta que “las nuevas tecnologías permiten una mayor adaptabilidad a las condiciones cambiantes del mineral, lo que se traduce en una operación más estable y eficiente. Esta capacidad de respuesta rápida es clave para mantener bajos niveles de consumo energético sin sacrificar la productividad”. En este avance hacia ope-

raciones más eficientes y sostenibles, la digitalización también juega un papel decisivo, ofreciendo nuevas formas de supervisar y optimizar los procesos.

Monitoreo en línea

Expertos coinciden en que, gracias a sensores y plataformas de análisis en tiempo real, es posible supervisar variables críticas como la presión,



Foto: Gentileza de Weir



Foto: Gentileza de Tega



Foto: Gentileza de SIOM Minería

De Izq. a Der:
Sergio Silva, Gerente Comercial de Weir.

Robinson Irrazabal, LATAM Regional Sales Manager de Tega.

Samuel Allendes, gerente de Ingeniería y Procesos de SIOM Minería.

Informe Técnico

el consumo energético y el desgaste de los revestimientos, permitiendo realizar ajustes inmediatos que optimizan la eficiencia operativa.

En el caso de SIOM Minería, Allendes dice que “el uso de sistemas de control automático y monitoreo en tiempo real para ajustar las operaciones y reducir el consumo energético innecesario permite obtener datos de sensores para anticipar fallas y mantener los equipos en condiciones óptimas, evitando pérdidas de eficiencia y apuntando así a un mantenimiento predictivo de los equipos”.

Para Robinson Irazabal, “Tega ha evolucionado hacia soluciones integradas que van más allá del simple suministro de revestimientos: implementamos sensores para monitorear el desgaste en línea, lo que permite anticipar recambios y evitar sobreuso que afecte la eficiencia del molino; realizamos inspecciones técnicas programadas con equipos especializados; ofrecemos servicios de escaneo 3D, medición de perfil y análisis de comportamiento del revestimiento durante toda su vida útil; además, nuestro equipo de ingeniería entrega reportes técnicos con recomendaciones basadas en la evolución del desgaste y su impacto en el consumo energético”.

Del mismo modo, el vocero de Tega puntualiza que “estas herramientas han



permitido no solo extender la vida útil de los revestimientos, sino también mejorar la eficiencia energética y reducir los costos operacionales, mediante una gestión proactiva y basada en datos”.

En tanto, Santiago Silva comenta que “la digitalización y la automatización han

del molino, la tasa de alimentación y la distribución del tamaño de partícula. Al recomendar eficientemente (o ajustar automáticamente, dependiendo del estado del arte del desarrollo) estos parámetros, se logra mantener la operación en condiciones óptimas, minimizando

Planta Chancado Minera Antucoya.

Robinson Irazabal: Los molinos SAG continúan siendo **una solución altamente versátil para el procesamiento** de un amplio rango de minerales”.

transformado radicalmente la forma en que se gestionan los procesos de chancado y molienda. La integración de herramientas de monitoreo en línea y mantenimiento predictivo ha permitido optimizar el uso de energía y reducir pérdidas operacionales”.

Como ejemplo, el ejecutivo de Weir Minerals detalla que “los sistemas de control avanzado permiten monitorear, en tiempo real, variables críticas como la velocidad

el consumo energético y maximizando la eficiencia”. Por último, Silva añade que “la implementación de sensores inteligentes permite rastrear el comportamiento del mineral, el rendimiento de los equipos y el desgaste de componentes. Esta información, procesada mediante modelos de gemelos digitales e inteligencia artificial, permite anticipar fallas, ajustar la operación y optimizar el consumo energético de forma dinámica”. **mch**