

## Informe Técnico

**D**e la mano de las nuevas tecnologías, la industria minera está transformando su forma de operar, al incorporar herramientas que permiten simplificar procesos e identificar áreas de mejora, entre otras funcionalidades. Para Thierry de Saint Pierre, presidente de la Mesa de IA de la Asociación Chilena de Empresas de Tecnologías de Información A.G. (Acti), “la digitalización está redefiniendo la forma en que operan las compañías mineras, permitiendo una gestión más ágil, precisa y predictiva de los procesos”.

“Hoy es posible capturar y procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, desde sensores distribuidos en la operación hasta plataformas de análisis que integran variables geológicas, operacionales y ambientales. Esta capacidad no sólo mejora la toma de decisiones, sino que también permite anticiparse a fallas, optimizar el uso de recursos estratégicos como el agua y la energía, y reducir riesgos para los trabajadores”, menciona.

Detalla que “en este nuevo ecosistema digital, la minería no sólo gana en eficiencia y continuidad operacional, sino que también se alinea mejor con los estándares de sostenibilidad y transparencia que exige el contexto actual. La digitalización, más que una herramienta, se ha convertido en un pilar de competitividad para el sector”.

Esto es complementado por Macarena López, directora ejecutiva de Aster, quien menciona que “la incorporación de tecnologías como IoT, inteligencia artificial, analítica avanzada y modelos 3D están habilitando decisiones más ágiles, precisas y sostenibles en toda la cadena de valor”.

Resalta que “la inclusión de tecnologías como gemelos digitales, dashboards interactivos y modelos predictivos permite simular escenarios, anticipar fallas y optimizar

riesgos geotécnicos, geológicos y operacionales con mayor precisión, e impactando positivamente la seguridad operativa”.

### Impacto en la industria

Felipe Sanhueza, founder de Pignus, afirma que la digitalización está generando grandes cambios en la minería, por ejemplo en la implementación masiva de sensores IoT que monitorean en tiempo real variables críticas como temperatura, presión



*Uno de los beneficios ha sido el procesamiento de grandes volúmenes de datos en tiempo real.*

## Digitalización y visión 3D:

# Apoyos para una mejor

recursos. Integrar datos geológicos, geotécnicos, operacionales, ambientales y económicos en una sola fuente facilita la colaboración entre equipos técnicos y ejecutivos, promoviendo una cultura organizacional basada en evidencia”.

La profesional añade que “gracias a la visualización interactiva en 3D, los equipos pueden identificar de forma anticipada zonas críticas, evaluar distintos escenarios de explotación y modelar

y vibraciones de equipos, lo que permite detectar anomalías y anticipar mantenimientos para reducir paradas no planificadas. “Además, el uso de plataformas de Big Data facilita el análisis de volúmenes masivos de datos operativos y geospaciales para optimizar la planificación de la producción y la asignación de recursos al identificar patrones de rendimiento”, destaca.

Junto a ello, menciona que “la automatización y la comu-

nicación máquina a máquina permiten ejecutar tareas repetitivas sin intervención manual, elevando la eficiencia operativa y disminuyendo errores en procesos críticos. Asimismo, los gemelos digitales habilitan simulaciones 3D de las faenas, probando escenarios operativos y ajustando parámetros en tiempo real sin afectar la producción. Finalmente, la integración de estas tecnologías a través de plataformas centralizadas agiliza la toma de decisiones

**Las nuevas** herramientas disponibles permiten a las empresas anticiparse a fallas, **optimizar el uso de recursos estratégicos, y reducir los riesgos para los trabajadores**, entre otros beneficios.



# decisión



basadas en datos y mejora la capacidad de respuesta ante desviaciones en los procesos". En ese contexto, Thierry de Saint Pierre advierte que "cada etapa del ciclo minero plantea desafíos específicos, y las herramientas digitales con mayor impacto son aquellas que permiten adaptarse a esa diversidad". "En exploración, los algorit-

mos de inteligencia artificial y machine learning están revolucionando el análisis de datos geológicos, facilitando la identificación de zonas con alto potencial mineralógico. En el diseño de operaciones, el modelamiento 3D es clave para simular escenarios estructurales, optimizar infraestructura subterránea y anticipar riesgos desde fases tempranas. Durante la

operación, tecnologías como el Internet de las Cosas, la sensorización en tiempo real y los sistemas de análisis predictivo permiten monitorear variables críticas, reducir tiempos de inactividad y tomar decisiones más precisas sobre mantenimiento, consumo energético o gestión hídrica", detalla. "Por eso creemos que el gran salto viene de la interopera-

*De Izq. a Der:*  
 Thierry de Saint Pierre, presidente de la Mesa de IA de la Acti.  
 Macarena López, directora ejecutiva de Aster.  
 Felipe Sanhueza, founder de Pignus.  
 José Hernández, Head of Sales en Fleet Space.  
 René Vidal, gerente general de Fluintek.

bilidad entre plataformas, la estandarización de datos y el desarrollo de arquitecturas digitales abiertas que permitan escalar soluciones en todo tipo de faenas, grandes o medianas”, considera el profesional de la Acti.

### **Un portafolio variado**

Ante la diversidad de herramientas disponibles, Felipe Sanhueza proyecta que las con mayor potencial, teniendo en cuenta los requeri-

den consultarse de manera sencilla mediante chatbots para responder preguntas operativas en tiempo real”. A esto se suma el uso de gemelos digitales y simulaciones 3D “para validar diseños de planta y flujos de trabajo en entornos virtuales antes de su implementación en terreno. La realidad virtual ofrece un potencial relevante para la evaluación y capacitación en entornos simulados, donde los operarios pueden equivocarse sin

ficación de perforaciones, que es el principal costo del proceso de exploración. En el diseño de operaciones, los gemelos digitales permiten simular escenarios con alta precisión permitiendo visualizar por ejemplo cuellos de botella para mejorar la logística y flujo de materiales y riesgos en la seguridad de las personas”.

“La videoanalítica también es una herramienta que optimiza la detección de desviaciones en tiempo real que a través de machine learning es capaz de mejorar sus modelos de detección y generar valor transversalmente en los procesos mineros. No sólo desde el punto de vista de la productividad sino también en seguridad. En la caracterización mineralógica, las plataformas de análisis multivariable, combinadas con machine learning, están cambiando la forma de entender el recurso”, comenta la directora ejecutiva de Aster.

En tanto, José Hernández, Head of Sales at Fleet Space, releva el hecho que la digitalización “permite a las empresas mineras pasar de los estudios manuales estáticos y laboriosos a ciclos de exploración dinámicos y ricos en datos. Al integrar sensores satelitales con la nube y la IA, Fleet Space facilita la adquisición e interpretación de datos geofísicos en tiempo real, brindando a los responsables de la toma de decisiones

## **La digitalización, más que una herramienta, se ha convertido en un pilar de competitividad para el sector”,** Thierry de Saint Pierre

mientos de la minería, “son las plataformas de analítica avanzada y los modelos de lenguaje entrenados para identificar patrones en grandes volúmenes de datos y generar modelos adaptados al contexto minero, que pue-

riesgos y recibir análisis en tiempo real de sus habilidades. Además, la inteligencia artificial y el machine learning continúan optimizando procesos de automatización y mantenimiento predictivo al anticipar fallas y recomendar acciones correctivas”, asegura el founder de Pignus. Mientras que Macarena López resalta “aquellas que integran datos en tiempo real y permiten tomar decisiones predictivas. En exploración, destacan los modelos geológicos 3D asistidos por inteligencia artificial ya que permiten construir modelos tridimensionales del subsuelo a partir de datos geológicos, geoquímicos y geofísicos. Conocer el subsuelo optimiza la plani-

*Lo digital posibilita un mayor análisis de las diversas etapas productivas.*



Foto: Conafeza Ministerio de Minería.

acceso a información del subsuelo en cuestión de días, en lugar de meses o años. Para el sector minero chileno, esto significa una exploración más rápida y sostenible, y una orientación de perforación más precisa, mejorando tanto la eficiencia operativa como los objetivos ESG”.

El ejecutivo añade que “la IA, combinada con la conectividad satelital en tiempo real y el procesamiento en la nube, está transformando el ciclo de vida de la minería. En las etapas de exploración y producción, tecnologías como la plataforma ExoSphere de Fleet Space permiten conectar sensores geofísicos con satélites, entregando a los equipos remotos acceso en tiempo real a modelos del subsuelo que optimizan la planificación operativa y la definición de objetivos de perforación”.

“Este enfoque ofrece a las mineras chilenas una forma escalable y de bajo impacto para acelerar el descubrimiento, reducir su huella ambiental, permitir un desarrollo más eficiente de los recursos y un mayor cumplimiento de las regulaciones de sostenibilidad en constante evolución”, afirma Hernández. Por su parte, René Vidal, gerente general de Fluintek, hace hincapié en que “la digitalización está permitiendo llegar a etapas de los procesos que antes era muy difícil o incluso imposible. Esta nueva etapa tecnológica,

**Gracias a** la visualización interactiva en 3D, **los equipos pueden identificar de forma anticipada zonas críticas**”, Macarena López



permite no sólo optimizar y rentabilizar más los procesos mineros, sino que aumenta los niveles de seguridad de las personas y de los activos. Si lo comparamos con la salud, se puede decir que hoy podemos contar con un escáner de todo el cuerpo a cada segundo, en línea y con capacidad de análisis para alertarnos de cualquier enfermedad que está presente o que pudiera presentarse en el futuro”. Añade que “la velocidad de los nuevos procesadores de

información y la conectividad mundial ha permitido este desarrollo tecnológico, que llegó para quedarse y mejorarse constantemente en el tiempo”. “Si bien el envío procesamiento de datos ya es un reto en sí, la interpretación de estos y su predicción, es lo que hará la diferencia en el futuro. Ahí la unión entre la Inteligencia Natural y la Inteligencia Artificial es lo que marcará la pauta en cualquier actividad del ser humano”, concluye Vidal. **mch**

*La tecnología está facilitando el proceso de adquisición e interpretación de datos.*

**La digitalización** está permitiendo llegar a etapas de los **procesos que antes era muy difícil o incluso imposible**”, René Vidal