

# OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE PRINCIPIO A FIN: CÓMO AVANZA LA SEGUNDA OLA DE AUTOMATIZACIÓN MINERA

**Tecnologías como la IA generativa, la robótica avanzada y el edge computing están marcando la segunda ola de automatización de la industria con beneficios a nivel estratégico y organizacional.**

POR ANDREA CAMPILLAY

Los primeros avances de automatización en la minería chilena estuvieron marcados por un enfoque en procesos aislados y maquinarias específicas. Hoy, la industria ya cuenta con un nivel avanzado en diversas áreas clave, dando paso a una suerte de segunda ola donde no se trata solo de automatizar equipos, sino de digitalizar toda la operación para conectar y optimizar cada proceso.

“El éxito de una innovación ya no se mide por su capacidad para hacer una cosa más rápido, sino por su potencial para transformar toda una cadena de valor”, explica la líder de Xellera Digital, aceleradora digital de Aurys Consulting, Vanessa Ramos. Detalla que la norma actual es la “operación conectada”, gestionada desde Centros de Control Remotos (CRO) que mediante el uso de inteligencia artificial (IA) predictiva e internet de las cosas (IoT) han consolidado la automatización de procesos fundamenta-

les para las mineras.

Esta transformación digital “impulsa el desarrollo de nuevas competencias y capacidades que permiten que nuestras faenas sean más eficientes y productivas”, valora el vicepresidente de la Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin) y managing director en Endress+Hauser Chile, David Alaluf. También asegura que abre la posibilidad de incorporar a profesionales con perfiles distintos, enriqueciendo la industria con nuevas miradas y formas de trabajo.

En los grandes centros de control “ya es común ver flotas de camiones y perforadoras operadas de manera remota o autónoma, sistemas de control distribuido en

plantas de chancado, molienda y flotación, y plataformas SCADA que permiten supervisar en tiempo real lo que ocurre en faenas a cientos de kilómetros de distancia”, afirma el gerente de innovación y nuevos negocios en KronTec, Pedro Pablo Coloma, quien también señala que se han automatizado procesos de seguridad, alarmas y gestión energética. Desde su perspectiva, lo más relevante es que esta segunda ola busca integrar todos los sistemas en un ecosistema donde mina, planta y logística conversan entre sí para ganar eficiencia, seguridad y continuidad operacional.

## Tecnologías emergentes

La demanda de soluciones tecnolo-

gicas que permitan superar los desafíos que enfrentan las operaciones mineras es cada vez mayor. En ese escenario, la tecnología de conectividad inalámbrica está aportando “de manera significativa” en las comunicaciones, la teleoperación y operación remota de máquinas y/o vehículos en las faenas, reduciendo tiempos y costos de implementación de proyectos en lugares de difícil acceso”, señala el gerente de marketing y comunicaciones de Transworld, Erick Novoa. Además, menciona entre las tecnologías que son tendencia a los micro datacenter o data centers modulares integrados, pues permiten un monitoreo inteligente y contribuyen a la eficiencia energética.

Por su parte, Ramos destaca que la IA generativa está transformando los procesos de planificación, para hacerlos más intuitivos y conversacionales. Asimismo, dice

que la gestión de robots se está diseñando para ser tan sencilla como usar un videojuego.

## Rentabilidad

Dado que la introducción de estas tecnologías requiere un rediseño completo del modelo operativo, “los beneficios se manifiestan a nivel organizacional y estratégico en toda la compañía”, apunta Ramos. Entre los beneficios cualitativos resalta la simplificación y estandarización de procesos. Esto, asegura, se traduce en beneficios cuantitativos o medibles, por ejemplo, apuntando a reducir la variabilidad en la producción a menos del 3% de desviación de los planes operacionales, lograr aumentos en la capacidad productiva de hasta un 10% al eliminar cuellos de botella y maximizar el rendimiento de los activos, permitiendo que operen hasta al 95% de su potencial.

## Gestión de energía para una minería más eficiente y rentable

Menos costos

Más control

Mayor seguridad operativa

En un sólo sistema integral

Escanea el QR y hablemos de soluciones a la medida

KronTec

# EL RETO DE LA CIBERSEGURIDAD ANTE LOS AVANCES DE LA DIGITALIZACIÓN

**A** medida que crece la interconexión de sistemas industriales críticos con las redes corporativas, las faenas mineras se han vuelto un objetivo de alto valor para el cibercrimen, con ataques que no solo amenazan con el robo de información sensible, sino que también tienen el potencial de paralizar por completo la producción. De hecho, de acuerdo con el informe de investigaciones sobre violaciones de datos de Verizon, la industria mundial enfrentó en 2024 un total de 64 incidentes de seguridad.

En Chile, el sector "ha comprendido que el desafío de la ciberseguridad se supera no solo con tecnología adecuada, sino que se acompaña con los procesos indicados y las personas correctamente capacitadas y concientizadas de las amenazas, riesgos e impactos que los descuidos pueden causar a la organización", asegura el CEO de ITQ

**La operación remota y los equipos automatizados han aumentado los riesgos en la minería. La respuesta viene de la mano de una combinación de capacitación, políticas públicas y estándares internacionales.**

POR ANDREA CAMPILLAY

Chile, Néstor Strube, y hace énfasis en que, por ello, la industria local está constantemente reforzando a todos los actores de su cadena de suministro sobre la importancia de contar con las medidas y protocolos necesarios para garantizar los refuerzos necesarios.

Así, a través de políticas y organización nacional "hay un impulso



regulatorio, además de coordinación, planes ministeriales para la minería y la creación de marcos y agencias de ciberseguridad para infraestructura crítica", señala el gerente comercial de minería e industria en Coasin Logicalis, Renato Quiroz. A modo de ejemplo, detalla que existen controles técnicos como segmentación y separación de redes

de comunicaciones, además de la microsegmentación para aislar sistemas de control, herramientas y tecnologías para detección y respuesta centralizada, equipos de respuesta a incidentes y alianzas con centros de ciberinteligencia, copias de seguridad y recuperación y también planes de continuidad operacional.

"Hoy existe una conciencia más clara de que la seguridad debe considerarse desde la etapa de diseño de cada solución tecnológica", complementa el gerente de negocios y transformación de Keypro Ingeniería, Jorge Roco. Un

blindaje que incluye la creación del Consejo de Ciberseguridad Minera (CCMin), impulsado por compañías como Anglo American, Antofagasta Minerals, BHP, Codelco, Collahuasi, y Teck, destaca.

Aunque el avance de la digitalización aumenta la exposición de la industria, Strube remarca que la ciberseguridad no es actualmente un flanco débil para la automatización minera, pero "puede pasar a serlo si no está sujeta a una constante evolución", dada la aparición continua de nuevas amenazas, cada vez más sofisticadas y específicas.

## PUBLIRREPORTAJE

### AIEP y Fanning CAT: talento que lidera la industria y maximiza la productividad

En un entorno donde la competitividad depende de la especialización y competencias en innovación de los equipos, AIEP y Fanning CAT presentan un modelo único de formación técnica diseñado para responder directamente a las necesidades del sector. Esta alianza estratégica permite capacitar a profesionales con actualización de primer nivel y capacidad de adaptación que responde a los desafíos del mundo de la minería.



Isabel Vásquez, directora nacional de Educación Continua de AIEP.

La irrupción de la minería 4.0 y la incorporación de tecnologías autónomas han elevado los estándares de productividad, seguridad y sostenibilidad. En este escenario, Fanning CAT y AIEP iniciaron una nueva edición del Diplomado Fundamentos de Autonomía en la Industria Minera, programa pionero en el país que prepara a los especialistas del futuro frente a los retos de una de las actividades productivas más relevantes para el desarrollo de Chile.

Chile proyecta un crecimiento del 15% en su PIB minero, impulsado por el descubrimiento de nuevas reservas de litio y cobre. Este avance se ve fortalecido por el uso de tecnologías de punta, como la exploración satelital y la inteligencia



artificial, que están revolucionando la forma en que se identifican minerales clave para la transición energética. La alianza entre AIEP y Fanning CAT responde al desafío de las necesidades de capital humano: se requieren profesionales y técnicos capaces de desenvolverse en entornos complejos, adaptarse a tecnologías emergentes, con conocimientos de innovación y sostenibilidad para contribuir a la eficiencia operacional.

Isabel Vásquez, directora nacional de Educación Continua de AIEP, explica que "esta alianza representa un respaldo seguro en su vigencia y progreso laboral, ofreciendo contenidos actualizados, capacitación docente de calidad y vínculos directos con la industria. Fanning CAT, por

su parte, aporta su experiencia y tecnología como referente global".

El diplomado Fundamentos de Autonomía en la Industria Minera es aporte concreto al desarrollo de un sector que genera una contribución directa del 10% del PIB, facilita a los participantes a una formación alineada con las necesidades reales del mercado, potenciando el perfil de trabajador técnico, capaz de liderar la transición hacia una minería más autónoma y competitiva.

La combinación de innovación académica, respaldo tecnológico y conexión con la industria convierte a esta iniciativa en una herramienta clave para las compañías que buscan enfrentar con éxito los desafíos de la minería contemporánea.

Tu vigencia, tu progreso

# Autonomía en la industria minera que transforma el futuro

## Diplomado “Fundamentos de Autonomía en la Industria Minera: Especialista en Flotas Autónomas”

Un programa pionero que te prepara para comprender los principios de la autonomía en la industria minera y enfrentar los desafíos de la transformación digital del sector.

- Doble certificación internacional: CATERPILLAR - AIEP.
- Desarrolla competencias en electrónica, redes, mecánica, seguridad.
- Contenidos alineados con las últimas tendencias en innovación minera.
- Formato híbrido: clases prácticas presenciales y teóricas online.



# LA APUESTA DE LA MINERÍA POR SUMAR IA EN LAS FAENAS

**Generar modelos predictivos, reducir tiempos de inactividad, mejorar los índices de recuperación de mineral y optimizar sus costos son parte de los beneficios de esta tecnología para la industria. ¿Cómo avanza Chile en este camino?** POR ANAÍS PERSSON

**E**n un sector presionado por la baja ley de los minerales y costos crecientes, la inteligencia artificial (IA) emerge como una aliada estratégica. El 45% de las compañías mineras a nivel mundial ya ha implementado alguna tecnología de IA en sus operaciones, logrando desde



Válvulas y Tecnología  
en Control de Fluidos

FITVALV, UN SOCIO ESTRÁTÉGICO  
PARA PROCESOS MINEROS  
CON TECNOLOGÍA GENE BRE.

WWW.FITVALV.CL



**GENEBRE** ZUBI  
valves



## APRIMIN refuerza el liderazgo de sus proveedores en PERUMIN

La Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN) tuvo una participación activa en PERUMIN 37, la convención minera más relevante de Latinoamérica. La delegación fue encabezada por Dominique Viera, presidenta; José Pablo Domínguez, director; Paula Frigerio, gerenta general; y Juan Pablo Arévalo, gerente de Comunicaciones y Marketing, junto a representantes de empresas socias.

La comitiva participó en la ceremonia inaugural y en la apertura del **Pabellón de Chile**, junto a la ministra de Minería, Aurora Williams, y el embajador de Chile en Perú, Óscar Fuentes. Además, desplegó una agenda de alto valor: recorrió stands, impulsó innovaciones tecnológicas y asistió a instancias de networking como

**Chile Night**. Dominique Viera intervino en foros binacionales y en el **Foro de Gobernanza ASG**, donde APRIMIN destacó el rol de la equidad de género como estrategia de negocio, compartiendo la experiencia de proveedores chilenos que alcanzaron un 19% de participación femenina en 2024.

Los principales momentos de la delegación y de las empresas socias pueden revivirse en las redes sociales oficiales de APRIMIN.





## El desafío de los datos y el capital humano

■ La aplicación de inteligencia artificial también enfrenta desafíos. Para el director nacional (s) de Sernageomin, Andrés León, las principales limitaciones para la implementación de esta tecnología están en la calidad, disponibilidad y estandarización de los datos.

"La minería genera mucha información, pero a menudo de fuentes heterogéneas y sin interoperabilidad. Sin datos confiables, la IA puede entregar resultados sesgados, limitando su uso en ámbitos donde la seguridad y estabilidad operacional son prioritarias", afirma León. Otro factor clave es la validación y trazabilidad de los modelos. "No basta con que sean precisos, es necesario entender cómo llegan a sus conclusiones y bajo qué supuestos, lo que exige profesionales capaces de interpretar y gestionar los resultados", sostiene el ejecutivo.

reducciones de hasta un 30% en el tiempo de inactividad de equipos hasta incrementos cercanos al 20% en la recuperación de metales, según un informe de Wifitalents.

En el mundo, se estima que este tipo de soluciones puede disminuir el downtime hasta en un 30% y generar ahorros de costos en el 70%

de las empresas que las utilizan.

En Chile ya hay ejemplos de su avance en las faenas. Quebrada Blanca Fase 2 y Minera Escondida implementaron tecnología Caterpillar que permite operar maquinaria autónoma o semiautónoma, combinando herramientas de autonomía y electrificación para mayor eficiencia. Los resultados han sido visibles: mayor continuidad operacional al eliminar pausas por turnos o clima adverso, reducción de costos por optimización de energía y menor desgaste de componentes, y mejoras en seguridad al reducir la exposición de operadores a zonas de riesgo, afirma el vicepresidente senior de minería para Fanning Sudamérica, Cristian Fadic. "La IA transforma la toma

de decisiones en las faenas hacia un modelo predictivo y basado en datos", sostiene.

El ejecutivo añade que la IA les permite monitorear equipos en tiempo real anticipando fallas, planificar de forma dinámica rutas, cargas y tiempos de operación, y apoyar la descentralización operativa, al permitir la toma de decisiones desde centros remotos.

Según Aprimin, los proveedores aplican IA en dos frentes principales: en el desarrollo interno de productos más eficientes, sostenibles y alineados con la transición digital y energética, y en servicios aplicados directamente a la faena, que permiten simular operaciones, estimar consumos y reducir la exposición al riesgo, generando ahorros y mayor seguridad.

"Estas soluciones no solo reducen costos, sino que también permiten simular operaciones completas, estimar recursos y minimizar la exposición de los profesionales", señala el vicepresidente de Aprimin y managing director de Endress+Hauser Chile, David Alaluf.

### Oportunidades y barreras

En cuanto a beneficios, Alaluf menciona que la optimización de procesos y la reducción de consumos generan ahorros, mientras el mantenimiento predictivo y la simulación de escenarios mejoran la continuidad operacional, reduciendo tiempos de detención. Además, la monitorización en tiempo real reduce la exposición de los trabajadores a riesgos.

Pese a estos beneficios, el avance de la IA en la industria aún tiene temas por resolver. El director nacional (s) de Sernageomin,

Andrés León, explica que, para que esta tecnología sea un apoyo seguro en procesos críticos, es clave contar con integración tecnológica planificada, protocolos de validación y supervisión, y capacitación de los profesionales que la utilizan. Además, el marco regulatorio debe garantizar transparencia y gobernanza, actuando como habilitador de innovación segura y confiable en un sector estratégico.

"La incorporación de IA no elimina los riesgos, sino que los transforma, lo que exige marcos normativos que entreguen mecanismos de validación y supervisión", precisa el director nacional (s) de Sernageomin.

Con todo, el informe de Wifitalents proyecta que el mercado global de IA para la minería alcanzaría los US\$ 3.200 millones para 2026, con una tasa de crecimiento anual del 40%. En exploración, en tanto, los algoritmos han elevado en 20% las tasas de descubrimiento, mostrando que la digitalización no solo impacta operaciones, sino también la expansión de nuevos yacimientos.

# 45%

DE LAS MINERAS  
EN EL MUNDO YA  
USAN INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL, SEGÚN  
WIFITALENTS.

## PUBLIRREPORTAJE

TECNOLOGÍA PARA LA TELEOPERACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y CONECTIVIDAD DE MÁQUINAS

# RADWIN: una solución de clase mundial para enfrentar los desafíos de industrias críticas como la minería

En el complejo mundo de la minería, la transición hacia las operaciones remotas representa un avance significativo para mejorar la eficiencia y la seguridad. Sin embargo, esta transición presenta nuevos desafíos, como la necesidad de una conectividad confiable a larga distancia, una capacidad de red escalable y el funcionamiento ininterrumpido de la maquinaria remota.

La demanda de soluciones tecnológicas que superen esos obstáculos es cada vez mayor, ya que las empresas mineras se esfuerzan

por mantener operaciones fluidas en terrenos extensos y, a menudo, accidentados. En este contexto, la innovación y la tecnología inalámbrica avanzada desempeñan un papel fundamental, permitiendo a la industria minera no solo cumplir, sino superar, las rigurosas exigencias de las operaciones modernas.

La necesidad de estas soluciones tecnológicas no se limita a las faenas a rajo abierto, sino que también se extiende a la minería subterránea, donde las condiciones de operación imponen desafíos aún más complejos. La conectividad en túneles, la propagación limitada de señales y los ambientes de alta exigencia técnica requieren de herramientas innovadoras que aseguren la continuidad de las operaciones.

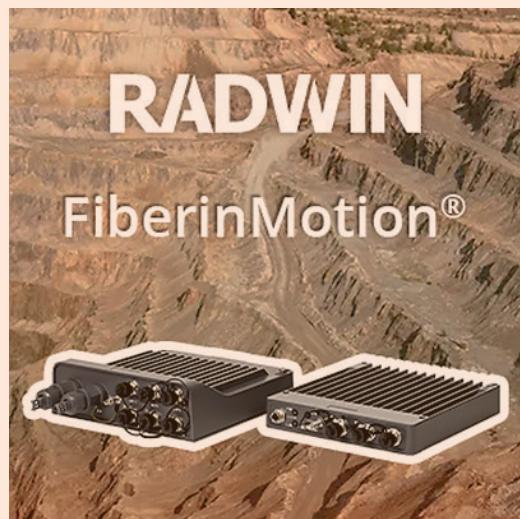
En esta dirección, Transworld, empresa nacional con 40 años de experiencia y proveedor de soluciones tecnológicas para industrias estratégicas, es distribuidor oficial en Chile de Radwin, líder en soluciones diseñadas para proporcionar conectividad inalámbrica de alta capacidad y fiabilidad, compatible con una amplia gama de aplicaciones, fijas y móviles. Su tecnología promete no solo satisfacer las necesidades actuales, sino también adaptarse a futuras expansiones, garantizando un funcionamiento fluido en los entornos más exigentes, asegurando una inversión de largo plazo.

"La tecnología de Radwin ha demostrado, en Chile y el mundo, su capacidad para transformar operaciones en minería, puertos y otras industrias relevantes, mejorando la



seguridad, optimizando procesos y facilitando una teleoperación eficiente y confiable. En Transworld asesoramos y acompañamos a nuestros clientes en sus proyectos con esta tecnología", comenta Vicente Fernández, Gerente Comercial de Transworld.

[www.transworld.cl](http://www.transworld.cl)



**L**os últimos movimientos empresariales en la industria minera, como la jugada Anglo-Teck, o Codelco con SQM, están marcando las nuevas reglas del juego y un termómetro de lo que está pasando: está saliendo a relucir el protagonismo de la sostenibilidad y la licencia social para poder operar y avanzar.

La reciente fusión de Anglo American y Teck, que apunta a crear un gigante global del cobre, busca apalancar las capacidades técnicas, sustentables, de protección del medio ambiente de ambas compañías, mientras que Codelco con SQM dieron un paso clave en el acuerdo para extender la explotación del salar de Atacama, tras concluir la consulta indígena y hacer modificaciones como destinar recursos para las comunidades y el desarrollo local del sector, lo que da cuenta de que estos aspectos son igual o más relevante que otros.

La directora del Observatorio de Sostenibilidad de la Facultad de Economía y Negocios de la U. de Chile, Reinalina Chavarri, comenta que no son movimientos casuales y que hay tres ámbitos donde la minería está moviendo la brújula.

"Hay una regulación más exigente; una co-gobernanza entre el Estado y privados, donde podemos observar contratos o alianzas que incluyen metas ESG como SQM-Codelco; la fusión

# SOSTENIBILIDAD: EL NUEVO TERMÓMETRO QUE DEFINE ALIANZAS Y COMPETITIVIDAD EN LA INDUSTRIA

**Dejó de ser un elemento accesorio y se transformó en un criterio de negocio: desde los acuerdos con comunidades hasta la trazabilidad ESG, el foco sostenible hoy condiciona fusiones, financiamiento y la continuidad de faenas.** POR FRANCISCA ORELLANA



**La grandeza de la minería se mide en cómo la hacemos**

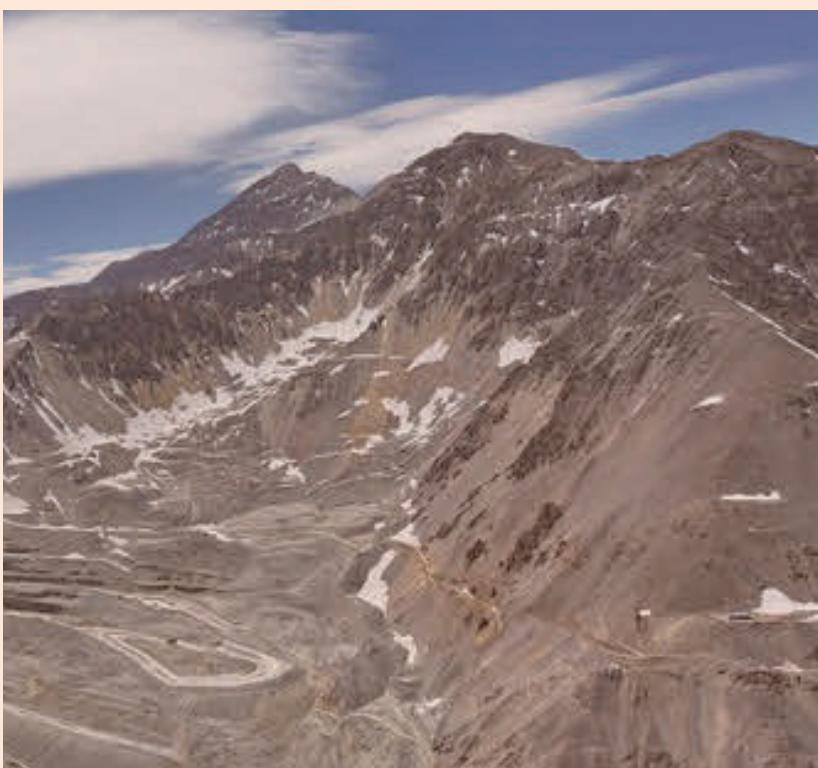
**EXPERIENCIA** es lo que los nuestros clientes necesitan para enfrentar una minería cada vez más exigente y cuidadosa con el medio ambiente.

Nuestro compromiso es ser tu mejor equipo, entregándote soluciones de calidad en equipos, tecnologías y servicio post venta que maximice tu productividad, rendimiento y disminución de costos.

Juntos hacemos una mejor minería.



**100**  
**YEARS**  
**CATERPILLAR**



**Recientemente, Anglo American Plc acordó adquirir la canadiense Teck Resources Ltd., en una fusión que creará una compañía de más de US\$ 50 mil millones. Se trata de uno de los acuerdos mineros más importantes en más de una década.**

Algo-Teck con activos en Chile o la escala para financiar CAPEX en agua, energía y relaves. En tercer lugar está la trazabilidad, donde la licencia es un desempeño socioambiental diferente al crecimiento y con oportunidades de acceso a carteras con mejor perfil ESG", dice la especialista.

Chavarri añade que la sostenibilidad dejó de ser una licencia blanda: "En litio y cobre, por ejemplo, Chile ya define contratos, socios y

permisos; influye en el costo de capital y en la búsqueda de una permanente aceptabilidad social. Las compañías que conviertan agua, energía, relaves y gobernanza comunitaria en ventajas operativas medibles serán las que capturen mejor el super-ciclo de cobre/litio que viene".

La socia líder de servicios de cambio climático y sostenibilidad de EY Chile, Pamela Méndez, indica que los temas como gestión am-

biental, licencia social para operar y cambio climático están dentro de los primeros lugares de riesgo en los últimos años, "lo que demuestra el vínculo y la importancia entre esta industria y la sostenibilidad".

#### Competencia

Las fusiones, alianzas o trabajo conjunto, destaca la ejecutiva de EY, suponen compromisos ambientales relevantes para mitigar el impacto ambiental aunando

esfuerzos, tecnologías, valores, conocimientos de los territorios y comunidades: "Una fusión en minería sin duda responde a la presión de los inversionistas en el sentido de mejorar producción, pero con altas condiciones y estándares como lo requieren los marcos regulatorios nacionales e internacionales".

Chavarri añade que son estructuras contractuales regulatorias de mercado y que obligan a demostrar resultados: "Lo anterior, solo es posible con estrategias de negocios sostenibles, evitando estrategias o duplicidades complementarias del negocio". Indica que Chile compite con Australia y Canadá y "si no demuestra estándares ambientales altos, pierde capital y mercado, especialmente, en un tablero geopolítico o geoeconómico de bloques".

La licencia social está siendo un factor cada vez más relevante: "Sigue siendo una prioridad en la agenda de la industria minera, así como el relacionamiento con todas las partes interesadas, incluyendo a los pueblos originarios", indica Méndez, porque aquello le da viabilidad al negocio "pero también confianza y transparencia de la industria".

Por su parte, el asociado senior del grupo de derecho público y mercados regulados de Albagli Zaliasnik (az) advierte que es un principio consolidado e insosla-

yable para todos los actores: "La empresas son conscientes de su rol social y lo han integrado como parte importante de su cultura organizacional; han comprendido que la preocupación por el cuidado del medio ambiente y el desarrollo local es condición una esencial para lograr la licencia social". Con ello, dice que se "evita dilaciones en la tramitación de permisos y reduce significativamente los costos de inversión".

#### Desafíos

Si bien son aspectos que están muy en boga, aún hay márgenes para seguir progresando.

Chavarri acota que mientras algunos actores de la industria indican que la vara de sostenibilidad aumentó, "el desafío es homogeneizar estándares y métricas porque los límites de los ecosistemas son límites planetarios, no solo administrativos, y esto exige pensar en una estrategia de desarrollo país que asegure no solo el producto sino la confianza y legitimidad social".

Araya indica que contribuirá también que el Estado ofrezca certeza jurídica que "permite a los inversionistas embarcarse en proyectos de gran envergadura bajo reglas claras, que concilien de manera eficiente el crecimiento económico, la preservación del medio ambiente y la protección de los derechos fundamentales de las personas".

## PUBLIRREPORTAJE

# Innomotics Chile: una compañía renovada con más de 150 años de historia que se consolida en la minería

**A dos años de su transición desde Siemens Large Drives, Innomotics avanza con paso firme en el sector minero chileno.**

A dos años de su transición desde Siemens Large Drives, Innomotics avanza con paso firme en el sector minero chileno. David Quesada Víquez, Director Senior de Finanzas para Sistemas y Soluciones en Hispanoamérica, destaca cómo el foco en las personas, la seguridad y la cercanía con el cliente han sido claves para posicionar una nueva marca joven con un legado centenario.

#### El factor humano detrás de los números

Para David Quesada, el éxito de la empresa no se mide únicamente en cifras. "Detrás de los números hay una compañía que entiende que solo si cuidamos a las personas podemos sostenernos en el tiempo. Equipos preparados, motivados y seguros son la base de cualquier resultado sustentable. Ese es un principio básico que guía nuestra gestión", afirma.

Un ejemplo de ello es el **IPM (Servicio de Mantenimiento Integral)**, que reúne a más de 1.000 personas y cuenta con más de 25 años de experiencia en diferentes proyectos, convirtiéndose en un referente en la industria minera.



"Innomotics tiene solo dos años como marca en Chile, pero nos respaldan más de 150 años de historia. Esta combinación entre herencia tecnológica y una cultura humana auténtica nos ha permitido posicionarnos rápidamente como un socio confiable para la minería sudamericana", David Quesada, Director Senior de Finanzas para Sistemas y Soluciones en Hispanoamérica.

Este enfoque ha permitido que Innomotics no solo sea reconocida por su portafolio tecnológico de clase mundial, sino también por una cultura organizacional que sorprende incluso a las visitas internacionales. "Muchas delegaciones que vienen desde Alemania nos dicen que aquí se respira un espíritu genuino, una forma distinta de trabajar en equipo y de relacionarnos con nuestros clientes. Esa

auténticidad es parte de nuestra fortaleza", agrega Quesada.

#### Una cultura chilena con identidad propia

David Quesada subraya que Innomotics Chile y Perú ha desarrollado una manera muy particular de integrar negocio y personas, algo que en el exterior reconocen como único. "Chile y Perú tienen una cultura especial. Nosotros hemos sabido combinar la rigurosidad técnica con un trato cercano y humano, lo que fortalece la confianza con los clientes y asegura relaciones sostenibles en el tiempo." Esa forma de trabajar se manifiesta en proyectos de inclusión como la Academia de Digitalización para Mujeres que nació en Chile y se ha extendido en otros países como Perú, México, etc., formación en nuevas tecnologías, liderazgo digital, gemelos digitales, monitoreo de activos críticos, etc.

La seguridad, añade, no es solo un requisito normativo, sino un valor fundante: "Si no tenemos al equipo seguro y protegido, no podemos entregar lo que el cliente necesita ni lo que el país demanda".

En un mercado donde convergen productos, servicios e integración tecnológica, Innomotics Chile se ha diferenciado por ofrecer soluciones completas que permiten estar más cerca de los clientes. Para Quesada "En este país, donde la minería demanda continuidad operativa y confianza, nuestra capacidad de integrar sistemas, servicios y personas es lo

que marca la diferencia".

#### Proyección hacia el futuro

El desafío, señala Quesada, es mantener este equilibrio en un entorno donde la minería busca ser cada vez más digital, segura y sostenible. "Nuestro objetivo es seguir siendo un partner confiable, aportando valor real a la operación minera y contribuyendo a que este sea un sector donde las personas se sientan seguras y puedan crecer profesionalmente."

#### Innovación y sostenibilidad como ejes estratégicos

Innomotics ha intensificado su apuesta por la innovación: participa activamente en proyectos como la primera mina digital en Perú, donde contribuye desde la ingeniería inicial hasta la operación, integrando data, gemelos digitales, monitoreo remoto, motores de media y baja tensión, sistemas de transporte y fajas.

También ha introducido motores IE5 de imanes permanentes, con foco en eficiencia energética, reducción de emisiones, y modelos de atención continuo para los clientes, como se mostró en el "Minerals Day 2024".

Un elemento diferencial es la sostenibilidad: Innomotics participa en la transición energética, en la sustitución de turbinas de gas/vapor por propulsión eléctrica, optimizando consumo energético y reduciendo la huella de carbono.

# AGUA Y DESALINIZACIÓN EN ATACAMA: ¿ES HORA DE UNA RED INTEGRADA PARA USO COMPARTIDO?



**L**a región de Atacama se ha transformado en un laboratorio del futuro hídrico de Chile. Con once proyectos de desalación —la mayoría vinculados a la minería—, la zona refleja tanto el dinamismo como las limitaciones de un modelo en que cada empresa construye y opera sus propias plantas.

Una desaladora supone inversiones de US\$ 500 millones a US \$1.000 millones, y de tres a cinco años de tramitación de permisos. De ahí surge la idea de avanzar hacia una red integrada, donde distintas compañías y sectores comparten infraestructura, como ocurre en Israel y España.

El desafío regulatorio aparece como una de las principales barreras. Según el abogado del Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería, Francisco Echeverría, el marco chileno "presenta más elementos que entorpecen que los que facilitan", apuntando a la fragmentación institucional y a la ausencia de normas que permitan imponer servidumbres.

"Chile necesita una ley marco que entregue certeza y fomente soluciones comunes y multipropósito, con un sistema de permisos simplificado y que termine con la fragmentación institucional", acota. A su juicio, sería clave un esquema de asociación público-privada, con el Estado como coordinador.

El ingeniero de minas y director de la carrera de Ingeniería en Minas en la U. de Las Américas, José Luis Fernández, coincide en la necesidad de un modelo mixto.

**Los costos de inversión y tiempos de tramitación de las plantas desaladoras reabren el debate sobre la necesidad de infraestructura hídrica común. Expertos advierten que un modelo compartido podría reducir gastos, mejorar la eficiencia y fortalecer la legitimidad social de la minería.**

POR CONCETTA CACCIATORE

"Primero, tendríamos que tener integración público-privada, pero sobre la base de una legislación. Lo gubernamental para fiscalizar y lo privado porque sabemos que una organización privada es mucho más proactiva", señala. Para él, un modelo integrado permitiría desvincular la desalación de la "imagen minera" y posicionarla como un beneficio comunitario y de desarrollo territorial.

En tanto, para el especialista en recursos hídricos de la consultora Formation Environmental, Pablo Silva Jordán, la infraestructura compartida es "estratégicamente necesaria" pero los cuellos de botella regulatorios juegan en contra. La permisología es uno de los principales, dice, con plazos que pueden extenderse entre seis y diez años, muy por encima del estándar internacional. "La participación de múltiples actores podría aumentar la complejidad administrativa si no se cuenta con

un marco normativo adecuado", advierte. Sin embargo, subraya que la integración también ofrece la oportunidad de racionalizar procesos y consolidar permisos.

La integración también podría mejorar la trazabilidad del agua. "La desalinización en red puede marcar una diferencia decisiva. Al compartir infraestructura y centralizar la producción, se optimizan las inversiones y se facilita el monitoreo en tiempo

**69,8% DEL AGUA QUE UTILICE LA MINERÍA EN 2034 PROVENDRÁ DEL MAR, SEGÚN PROYECCIONES DE COCHILCO.**

real de la extracción, el consumo y la eficiencia del recurso", explica la jefe de estudios sociales y estándares internacionales de la consultora de ingeniería Arcadis, Magdalena Márquez.

En su visión, una red que incluya comunidades demostraría "que la minería no compite por el recurso, sino que lo gestiona de forma colaborativa y lo pone al servicio de todos".

## Innovación en el tablero

El gerente de negocios de la canadiense Oneka Technologies, Carlos Fredes García, plantea que el futuro pasa por un modelo híbrido: "Chile debería adoptar un sistema hídrico y resiliente, combinando la eficiencia de grandes plantas desaladoras convencionales con tecnologías modulares e innovadoras. Estas últimas resultan ideales para comunidades más pequeñas, zonas rurales y sectores con requerimientos específicos".

Asimismo, destaca el potencial de la energía undimotriz, es decir, la que aprovecha el movimiento de las olas para generar electricidad. "Tiene un potencial transformador en Atacama, donde los costos energéticos representan alrededor del 50% del gasto operativo de la desalinización convencional", dijo a la prensa local de Antofagasta, a principios de este mes.

El catastro de la Asociación Chilena de Desalación y Reuso y la Corporación de Bienes de Capital contabiliza 41 proyectos de fuentes no convencionales en Chile, con una inversión de US\$ 22.159 millones y una capacidad de 45.239 litros por segundo. Más de la mitad beneficiará a la minería.

Por su parte, Cochilco ha indicado que para 2034 el 69,8% del agua que utilice la minería del cobre provendrá del mar.

Atacama parece ideal para definir una hoja de ruta donde la pregunta ya no es si la desalación es parte del futuro hídrico de Chile, sino bajo qué modelo se desarrollará: uno de proyectos aislados, costosos y lentos, o uno de infraestructura compartida, con gobernanza mixta y legitimidad social.

En este contexto, la directora ejecutiva de la red sectorial Compromiso Minero, Paula Arenas, ha recalcado que el desafío es compartir la innovación. "La minería es la industria que ha impulsado la desalación en Chile. El desafío ahora es transformar esta capacidad sectorial para que esta innovación llegue a nuevas regiones y así garantizar la seguridad hídrica de manera sostenible", dijo a la prensa local de Antofagasta, a principios de este mes.

# Techint E&C lidera los proyectos estratégicos de desalinización para la Gran Minería en Chile

Una planta desaladora y dos sistemas de impulsión de agua, diseñados y construidos por Techint E&C, se sitúan entre los proyectos de infraestructura hídrica más grandes de Sudamérica, respondiendo y respetando el urgente compromiso de abastecer con agua de mar desalinizada a cuatro grandes minas del norte del país, que forman parte de los principales productores de cobre a nivel mundial.

Techint E&C ha avanzado a paso firme en la ingeniería, procura y construcción de dos iniciativas clave para la minería chilena, la planta desaladora y el sistema de impulsión de agua para Aguas Horizonte, que abastecerá al Distrito Norte de Codelco (Chuquicamata, Radomiro Tomic y Ministro Hales), cuyo avance hasta la fecha supera el 85%, y el sistema de impulsión de agua para la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, que se encuentra finalizando su puesta en marcha.

## Una infraestructura sin precedentes en pleno desierto de Atacama

Después de dos años desde que iniciaron los trabajos bajo la modalidad EPC (Ingeniería, Procura y Construcción), uno de los proyectos de infraestructura hídrica más relevantes para la minería del cobre de Chile y Sudamérica está ad-portas de concluir. Se trata de la planta desaladora para Aguas Horizonte, en el desierto de Atacama (el más árido del mundo), que permitirá bombear hasta 840 litros de agua por segundo para las minas Radomiro Tomic, Chuquicamata y Ministro Hales, divisiones del Distrito Norte de Codelco, con el potencial de expandirse a 1.956 l/s.

Más de 8.000 trabajadores de Techint E&C y sus empresas subcontratistas, entre ingenieros, soldadores, operadores, entre otros, han trabajado en el punto más alto del proyecto, incluyendo proveedores locales e internacionales. Desde Caleta Viuda, 14 kilómetros al sur de Tocopilla, el sistema de impulsión (160 kilómetros de tuberías de 48 pulgadas de diámetro y tres estaciones de bombeo) transportará el agua hasta las faenas mineras, subiendo las tuberías por el farallón costero de la Región de Antofagasta y cruzando las comunas de Tocopilla, María Elena y Calama. Las estaciones elevarán el agua hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Además del sistema de impulsión, también forman parte del proyecto a cargo de Techint E&C las obras de alimentación eléctrica en alta tensión, las obras marinas de captación y el sistema de acueductos que conducirán de agua de mar para suministrar el recurso a las faenas mineras. Considerando todas estas obras, el avance físico global del proyecto alcanzó a finales del mes de agosto el 85% de avance, y se espera que el total de las obras entren en funcionamiento durante el año 2026.

“Estamos muy conscientes de la importancia y trascendencia de la puesta en marcha de este megaproyecto, tanto para el sector minero como para el país. Es por eso, que hemos avanzado a paso firme y ya nos encontramos en la parte final de las obras. Estamos próximos a terminar la construcción y comenzando con las pruebas para posteriormente iniciar la puesta en funcionamiento de la planta desaladora, las estaciones



Obras Marinas, Proyecto Suministro de Agua Desalinizada Distrito Norte, Tocopilla.



Estación de Bombeo 5, a más de 3.750 metros sobre el nivel del mar, Proyecto C20+.

**Estos megaproyectos refuerzan el rol de Techint E&C como un socio estratégico para el desarrollo sustentable de la minería en Chile y Latinoamérica.**

elevando nuestros estándares de ingeniería y ejecución. Estos megaproyectos refuerzan nuestro rol como un socio estratégico para el desarrollo sustentable de la minería en Chile y Latinoamérica”.

## Proyectos que marcan un antes y un después en la minería

Más al norte, en la región de Tarapacá, Techint E&C alcanzó un nuevo hito: completó de forma segura y exitosa las pruebas del sistema de impulsión de agua (los 194 kilómetros de ducto y sus cinco estaciones de bombeo), llegando con agua hasta la Estación TS, ubicada a 4.400 metros sobre el nivel del mar. Este avance, en el marco del precomisionamiento y comisionamiento del Proyecto C20+, iniciativa de la Compañía Doña Inés de Collahuasi (CMDIC).

Las pruebas de las cinco estaciones de bombeo es un paso clave en el avance total del Proyecto C20+, cuya fecha de finalización y puesta en marcha están previstas para el primer semestre de 2026. El objetivo: garantizar la continuidad operacional de la cuprífera durante las próximas dos décadas.

En palabras de Ricardo Juan, Director de Proyectos de Techint E&C, “Este logro es el resultado de un gran trabajo en equipo entre el cliente y nuestros profesionales. Nos sentimos orgullosos de haber alcanzado este hito en C20+, que una vez más refleja el compromiso de Techint E&C con la excelencia, así como nuestra capacidad para cumplir los objetivos y plazos acordados con nuestros clientes”.

La participación de Techint E&C en el proyecto C20+ incluyó la construcción de cinco estaciones de bombeo, seis estaciones de drenaje, una estación de transferencia de 49.000 m<sup>3</sup> a más de 4.600 msnm y un ducto de aproximadamente 194 kilómetros y 44 pulgadas de diámetro, que transportará el agua desalinizada. Para la realización de las obras, la empresa generó más de 4.800 empleos directos.

Además, Techint E&C ha desarrollado otros proyectos estratégicos que refuerzan su liderazgo en infraestructura hídrica en Chile. Entre ellos destacan la expansión Quebrada Blanca 2, que implicó la construcción de 330 km de ductos para transportar agua desalinizada y concentrada de cobre a gran altura, el sistema de impulsión de agua de mar para Sierra Gorda, y el proyecto de interconexión que permitió enviar agua desalada desde la mina de Quebrada Blanca hacia la mina de Collahuasi, incluyendo catorce kilómetros de ductos, dos estaciones de bombeo y una piscina de almacenamiento, a más de 4.600 msnm.

Estas obras marcarán hitos no solo para Techint E&C, sino también para la industria minera chilena, reflejando el potencial de la innovación y la colaboración en la ejecución de proyectos de gran envergadura.

# LOS DESAFÍOS EN SALUD OCUPACIONAL ANTE LOS RIESGOS INHERENTES DEL TRABAJO MINERO



**Mientras el rubro avanza en prevención, en paralelo enfrenta nuevos retos ligados al bienestar, la salud mental y las condiciones extremas de las faenas.**

POR VALENTINA CÉSPEDES

Así allá del riesgo físico en faena, condiciones como la exposición al polvo de sílice, el ruido extremo, las largas jornadas de trabajo y el aislamiento geográfico obligan a la industria minera a reforzar sus medidas de salud ocupacional. Se trata de un desafío que impacta directamente tanto en la seguridad de los trabajadores como en la productividad de

## PUBLIRREPORTAJE

### La cultura organizacional como motor de la continuidad operacional

Por Karen Gutiérrez, directora de Personas y Cultura en Veltis Latam.

En minería solemos hablar de productividad en toneladas, maquinaria o planes de inversión. Pero después de más de 25 años de experiencia, en Veltis hemos aprendido algo clave: la verdadera continuidad operacional no solo depende de esos indicadores, sino de la cultura organizacional que ponemos en práctica todos los días, y que sitúa a las personas en el centro.

En una industria de alta exigencia, el desempeño no se sostiene únicamente con herramientas, protocolos o tecnología. Se sostiene gracias a la energía, el compromiso y el bienestar de quienes, turno tras turno, hacen posible que la operación funcione. La diferencia entre un clima laboral que "cumple" y uno que realmente se proyecta en el tiempo está en cómo cuidamos a las personas. Un estudio de Harvard y el MIT lo confirma: trabajadores satisfechos pueden aumentar la productividad en un 31% y reducir significativamente los errores.

En Veltis lo vivimos de manera concreta. Nuestros pilares culturales no son solo palabras: son habilitadores que permiten cuidar a nuestra gente y al mismo tiempo sostener



Karen Gutiérrez, directora de Personas y Cultura en Veltis Latam.

el negocio. Promovemos la diversidad y la integración porque creemos que cada persona aporta un valor único a la organización. Escuchamos activamente a través de encuestas anuales que nos entregan información clave para anticipar riesgos, detectar brechas y atender los temas que de verdad importan a quienes trabajan en nuestras faenas.

Además, buscamos retribuir de manera sostenible a la sociedad, a nuestros clientes y, sobre todo, a nuestros propios equipos. Lo hacemos a través de iniciativas como "Vivimos Nuestros Valores", un programa que nos recuerda que el reconocimiento, el cuidado y la valoración del esfuerzo son parte esencial de la cultura que construimos día a día.

Los resultados están a la vista: ambientes laborales positivos, equipos más involucrados y clientes que reconocen nuestra capacidad de asegurar continuidad operacional con

excelencia técnica. Tenemos la convicción que apasionarnos por el trabajo bien hecho refuerza la confianza y brinda la solidez a nuestra labor, poniendo en práctica nuestros valores: seguridad, colaboración, innovación, excelencia e integridad.

En minería, los avances técnicos son imprescindibles, pero el verdadero motor detrás de cada logro sigue siendo el compromiso de cada uno de nosotros. Por eso, necesitamos avanzar hacia modelos de gestión que entiendan que productividad, calidad de vida y cuidado de las personas no son caminos separados, sino engranajes del mismo motor que sostiene la competitividad de Chile y el liderazgo de nuestro sector en el largo plazo.

Y aquí está el desafío que debemos asumir como industria: atrevámonos a poner a las personas en el centro, no como un discurso, sino como una práctica diaria. Solo así lograremos construir una minería más humana, más innovadora y más sostenible, capaz de proyectarse al futuro con orgullo y con la certeza de que cada avance técnico tiene detrás a mujeres y hombres que lo hacen posible.

**En minería, los avances técnicos son imprescindibles, pero lo que realmente sostiene cada logro es el compromiso humano.**



ridad y Salud en la Minería (PNSSM), lanzada este año por el Ministerio del Trabajo y Previsión Social en conjunto con empleadores y trabajadores, la cual busca fortalecer los estándares de seguridad basada en la integridad física y psicosocial de los trabajadores.

En esta línea, el gerente general del Consejo Minero, Carlos Urenda, menciona que "el gran compromiso del sector sigue siendo la meta de fatalidad cero, pero en los últimos años ha cobrado fuerza el cuidado de la salud mental, que tiene efectos directos en la seguridad, el bienestar y el rendimiento de los trabajadores".

Entre los factores de riesgo emergentes destacan los turnos extensos en zonas aisladas, la exposición prolongada al frío y la altura, además de la fatiga crónica y los trastornos del sueño. Así lo explica el superintendente de minería de la Asociación Chilena de Seguridad (achs) Seguro Laboral, Jaime Sotomayor, y agrega que la industria aún enfrenta "desafíos emergentes que requieren una mirada integral", advirtiendo que aún persisten brechas entre operaciones en cuanto a estándares preventivos, lo que dificulta la movilidad laboral y reduce la eficiencia en la gestión de riesgos.

#### Avances en la industria

Ante este escenario, las compañías han comenzado a adoptar

**El gerente general del Consejo Minero, Carlos Urenda, señala que "desde hace mucho tiempo tenemos claro que el bienestar laboral está directamente relacionado con el incremento de la productividad. Una práctica clave para capitalizar esta relación virtuosa es el foco que ponemos en la prevención".**

nuevas tecnologías para fortalecer sus protocolos de salud ocupacional. La directora médica para Latinoamérica del Centro Médico del Trabajador (CMT), Marta Cabrera, destaca los avances recientes sobre monitoreo en tiempo real de riesgos físicos como el ruido o el polvo, que permite actuar de inmediato y reducir la exposición. "Antes se realizaban una o dos mediciones al año, y los resultados tardaban meses, perdiendo un tiempo valioso", explica.

A su vez, se suma el uso de herramientas digitales con enfoque en bienestar. Sotomayor destaca la aplicación suiza Kyan Health, que, basada en inteligencia artificial, ofrece orientación emocional, autocuidado y derivación profesional en caso de detectar síntomas críticos. También menciona el uso de tecnologías como el sistema Xact 625i, que permite medir la presencia de más de 30 metales en el aire, lo que refuerza la transparencia en faenas cercanas a comunidades, y se han incorporado simuladores y realidad virtual para entrenar a los operarios en escenarios de riesgo, como espacios confinados, altura o conducción defensiva.

"Estas tecnologías no solo reducen accidentes y enfermedades. También mejoran la salud mental, disminuyen el ausentismo, fortalecen la calidad de vida laboral y aumentan la productividad",

sostiene el ejecutivo.

Por otra parte, Cabrera valora la mejora del diseño y ajuste personalizado de los Elementos de Protección Personal (EPP), adoptando un enfoque de género y fisonomía, como los protectores auditivos o la selección del respirador. De no hacerlo, "al entregar un EPP, la empresa cree que el trabajador está protegido, pero a veces el equipo no sella o no se ajusta bien y la exposición real al ruido puede ser significativamente mayor", dice.

La ejecutiva también subraya que los programas de bienestar deben ser medibles. "Deben tener objetivos claros, métricas de cobertura y retorno sobre la inversión (ROI). Para ser efectivos, necesitan ser personalizados y diseñados a la medida, considerando el apoyo dual entre gerencia y trabajadores, la adaptación de necesidades de grupos diversos y el alcance de la familia y comunidades, en la medida de lo posible", añade.

Así, la adopción integral de estas medidas tendrían efectos directos entre el bienestar y la productividad. El gerente general del Consejo Minero concluye: "Desde hace mucho tiempo tenemos claro que el bienestar laboral está directamente relacionado con el incremento de la productividad. Una práctica clave para capitalizar esta relación virtuosa es el foco que ponemos en la prevención".

## PUBLIRREPORTAJE

**CMT** | Centro Médico del Trabajador

# Nuevo Acuerdo de Homologación en la industria minera

Centro Médico del Trabajador, referente en salud laboral con presencia en Chile, Perú y un plan de expansión en Latinoamérica, participó activamente en el Acuerdo de Homologación como el único actor privado invitado a integrar el comité revisor.

Tras seis meses de trabajo y cinco mesas técnicas temáticas, hace unas semanas se concretó un hito para la salud laboral en Chile: la actualización V7 del Acuerdo de Homologación aplicable a instalaciones de CODELCO y a la industria minera en general. El proceso —de carácter colaborativo y técnico— convocó a mandantes mineros, organismos administradores de la Ley 16.744, gremios y referentes técnicos del ecosistema, con el propósito de unificar metodologías, procedimientos, criterios comunes y estándares mínimos en evaluaciones de condiciones de salud para trabajos con exposición a diversos riesgos.

"Durante estos meses trabajamos codo a codo con mutualidades, CODELCO y actores



Dr. Fernando, Director Médico Nacional de Centro Médico del Trabajador.

claves de la industria para converger en criterios comunes que permitan homologar estándares, simplificar la movilidad de trabajadores, reducir trámites y costos y, sobre todo, poner el foco en el cuidado de la salud," señala el Dr. Fernando Peñafiel, Director Médico Nacional de Centro Médico del Trabajador.



Fabiola Suárez, Country Manager Chile de Centro Médico del Trabajador.

La actualización recogió las mejores prácticas y consensos técnicos, en un contexto donde la normativa nacional no define de forma explícita todas las baterías médicas ni los criterios de contraindicación para exposición a riesgos, especialmente en faenas mineras. Por ello, este acuerdo se propone como guía

de referencia y estándar sectorial, alineado al marco regulatorio vigente y con orientación para su implementación operativa.

#### Participación y comité revisor

El proceso integró a mandantes (p. ej., CODELCO y compañías mineras), organismos administradores (ACHS, Mutual de Seguridad, IST, ISL), gremios (APRIMIN, SONAMI, CNS) y entes técnicos (entre ellos, el Departamento de Salud Ocupacional del ISP y SOCHMET), entre otros. En esta actualización, Centro Médico del Trabajador fue el único actor privado invitado a integrar el comité revisor.

"Nos enorgullece haber sido parte del comité revisor. Creemos en la colaboración público-privada, la autorregulación y la mejora continua como vía para elevar el estándar de la salud laboral en Chile y la región. Nuevamente Chile sube la vara regional marcando un hito en el establecimiento de este nuevo acuerdo que debería inspirar que otras industrias en Chile, y otros países con desarrollo minero lo tomen como referencia", comenta Fabiola Suárez, Country Manager Chile de Centro Médico del Trabajador.

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO AVANZA PARA IMPACTAR EN LA PRODUCTIVIDAD MINERA

Uno de los grandes retos de la minería es mantener operativos sus equipos, evitando fallas que frenen la producción, elevar los costos o pongan en riesgo a los trabajadores. En este contexto, el mantenimiento predictivo se posiciona como una solución efectiva para anticipar fallas y mejorar la productividad. Según una encuesta de GlobalData de 2024, más del 66% de las minas en el mundo ya ha invertido en mantenimiento predictivo para equipos móviles, y el 48% planea hacerlo o aumentar su inversión en los próximos dos años.

El gerente general de operaciones de Veltis Latam, Andrés Zelaya, señala que, como gran parte de las plantas mineras en Chile tienen años de antigüedad, es clave adoptar modelos de mantenimiento predictivo para aumentar los niveles de producción y hacerlas más eficientes, lo que las lleva a obtener "mejores resultados de disponibilidad, por me-

**Frente a la complejidad de los equipos y la presión por reducir costos, este modelo basado en monitoreo y datos en tiempo real está ganando terreno en la industria, mostrando avances en disponibilidad, eficiencia y continuidad operativa.**

POR VALENTINA CÉSPEDES

dio de tecnologías para monitorear la condición de los activos en tiempo real, prediciendo fallas y, en suma, reduciendo las paradas no planificadas y costos operativos". Aunque reconoce que su implementación puede ser costosa, destaca que los beneficios "superan con creces esa inversión".

El director ejecutivo de la

Asociación de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin), José Pablo Domínguez, afirma que esta disciplina "se ha visto tremadamente potenciada por las tecnologías emergentes, especialmente por la analítica de datos y la inteligencia artificial". En un contexto donde productividad y competitividad son cada vez más desafiantes, sostiene que

"las compañías están recurriendo a todas las tecnologías y metodologías disponibles, y el mantenimiento predictivo ha demostrado ser clave para sostener operaciones más eficientes y rentables".

Para el gerente de innovación en KronTec, Pedro Pablo Coloma, el éxito del modelo no depende solo de la tecnología, sino también de una base sólida de gestión que "requiere que la operación esté preparada internamente". Destaca que ya se observan mejoras concretas en disponibilidad de activos, extensión de vida útil y uso eficiente de repuestos, permitiendo a las compañías "cumplir e,

incluso, superar sus metas de producción, al mismo tiempo que hacen más eficiente el uso de los presupuestos operacionales".

Pese a ello, Domínguez advierte que persisten barreras importantes para consolidar su adopción. Una de ellas es la brecha entre grandes compañías mineras y proveedores más pequeños, cuya diferencia de escala "genera complejidades en los procesos de contratación y en la ejecución de proyectos, especialmente en operaciones remotas". Resolverla es uno de los grandes desafíos para masificar el uso del mantenimiento predictivo en la minería chilena, recalca.



## SALFA MANTENCIÓNES®

Con un liderazgo basado en la seguridad de las personas, somos expertos en servicios de mantenimiento Mecánico, Eléctrico e Instrumentación para la gran minería en Chile.

Nos especializamos en mantenimiento integral de activos en plantas mineras, ofreciendo soluciones innovadoras y digitales para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

**+300**  
PROFESIONALES ESPECIALISTAS

**+2.500**  
TÉCNICOS ESPECIALISTAS

**+30**  
CONTRATOS MINEROS VIGENTES

**+11**  
CENTROS DE OPERACIÓN

SERVICIOS INTEGRALES Y  
ESPECIALIZADOS PARA LA GRAN MINERÍA

salfamantenciones.cl

RECONOCIDA DENTRO DEL TOP 3 EN  
EL "RANKING DE PROVEEDORES DE  
LA MINERÍA 2024".



Con Respeto Absoluto por la Vida,  
somos la mejor opción en mantenimiento y  
operación de activos para la Industria Minera.

# LOS NUEVOS PILARES DE LOS CAMPAMENTOS MINEROS

**El bienestar y el cuidado del capital humano son ejes centrales de los nuevos diseños. El objetivo es elevar la calidad de vida de quienes trabajan en la minería y garantizar la continuidad operacional en las faenas.**

**L**a vertiginosa evolución que ha experimentado la industria en los últimos años ha impuesto renovados estándares de bienestar, seguridad, conectividad y sostenibilidad al implementar nuevas generaciones de campamentos mineros. Una serie de avances que buscan mejorar las condiciones de habitabilidad y aprovechar al máximo fuentes de energía renovables.

El director del área de construcción de Inacap, Nicolás Moreno, puntualiza que, con el tiempo, este tipo de infraestructuras han evolucionado desde instalaciones



básicas y temporales, hasta llegar al desarrollo de instalaciones altamente sofisticadas y que integran niveles de eficiencia, seguridad y confort cada vez más altos.

"Ya no se trata solo de alojar trabajadores, sino de promover espacios que consideren áreas sociales, recreativas y de servicios, donde el bienestar y la retención

del talento son ejes centrales del diseño, lo que contribuye a elevar de manera significativa la calidad de vida en faena y, también, reducir la huella ambiental y los costos operacionales", subraya.

En este contexto, el académico del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y Minas de la Universidad Católica del Norte,

Óscar Benavente, destaca que la aplicación de sistemas de turnos especiales y la inclusión de una mayor cantidad de mujeres a la fuerza laboral de la industria, entre otros trascendentes factores, han hecho imperativo la aplicación de mejoras para retener el talento y asegurar la continuidad operacional.

"También se han incorporado

avances tecnológicos y de conexión, lo que ha llevado a que estas instalaciones sean espacios que ofrezcan altos estándares de bienestar, seguridad, confort y entretenimiento", sostiene.

## Modernización integral

Hoy, los nuevos campamentos mineros integran tecnologías eficientes, entre las cuales sobresalen paneles solares y sistemas de reutilización de agua. Así lo subraya el docente de la Escuela de Construcción de Duoc UC sede San Bernardo, Vicente Torrealba, quien recalca que el propósito es incrementar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental.

"El fin es adaptarse a los más diversos tipos de terreno y condiciones extremas, gracias al desarrollo de soluciones flexibles, modificables y escalables", precisa.

Ante este escenario, los expertos coinciden en que la industria de la minería avanza a paso firme a la modernización en nuestro país, gracias al desarrollo de complejos con estándares comparables a los de mercados más maduros. De igual manera sigue progresando a través de la aplicación de conectividad de alta velocidad en zonas remotas y el uso de energías renovables y microrredes de abastecimiento eléctrico, lo que fortalece la sostenibilidad y garantiza la continuidad operacional.

## PUBLIRREPORTAJE

# Promet: campamentos modulares que transforman la experiencia minera

Respalda por más de tres décadas de trayectoria, la unidad de negocio de soluciones modulares de Grupo Cintac se ha consolidado como socio estratégico de la gran minería, entregando campamentos y hoteles que integran tecnología, innovación y sostenibilidad.

En la minería, los campamentos no son solo espacios de alojamiento: son parte esencial de la experiencia de quienes viven y trabajan en faena. Promet, unidad de negocio de soluciones modulares de Grupo Cintac, ha transformado ese desafío en una oportunidad, diseñando y operando soluciones modulares que ponen en el centro el descanso, el bienestar y la seguridad de los trabajadores mineros.

Con más de 35 años acompañando a sus clientes, la compañía hoy combina tecnología, innovación y sostenibilidad en el diseño, construcción y operación de campamentos modulares personalizados para sus clientes, junto con la oferta de tres hoteles propios ubicados en Coya, Mejillones y Calama. Estas soluciones permiten entregar bienestar y calidad de vida a los trabajadores en faena y, al mismo tiempo, un valor estratégico para la industria, gracias a su eficiencia, rapidez y sostenibilidad, contribuyendo a mejorar la productividad de las operaciones.

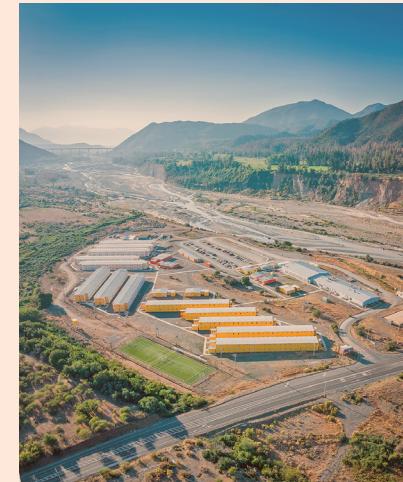
La clave está en la construcción modular. Basada en el uso de acero y procesos industrializados, esta metodología permite reducir hasta un 60% los plazos de ejecución y un 30% los costos respecto a la edificación tradicional. Además, disminuye considerablemente la huella ambiental: hasta 3,5 veces menos residuos y más del 98% de ahorro en consumo de agua, entre otros beneficios. Con el apoyo de tecnologías como BIM y gemelos digitales, Promet asegura precisión, rapidez y altos estándares de sostenibilidad en cada proyecto.

A lo largo de su trayectoria, Promet ha desarrollado campamentos para algunas de las obras más relevantes del país. Uno de los más emblemáticos es el campamento desarrollado para la división Raimundo Tomic de Codelco, en la Región de Antofagasta: una infraestructura de más de 12.000 m<sup>2</sup>, con capacidad para 1.500 personas, ejecutada en solo cinco meses y sin accidentes. Este proyecto fue premiado por el Modular Building Institute en Estados Unidos, consolidando a la compañía como referente internacional en construcción modular aplicada a la minería.

A este logro se suman los más recientes reconocimientos en seguridad laboral, entre ellos la máxima calificación de seis estrellas en el Cuadro de Honor en Seguridad y Salud Ocupacional 2025, otorgada por la Cámara Chilena de la Construcción. Un respaldo que refleja el compromiso de la compañía con la vida, la salud y el bienestar de quienes hacen posible el desarrollo de la minería en Chile.

[www.promet.cl](http://www.promet.cl)

**PROMET**



# SOLUCIONES MODULARES SE POSICIONAN COMO TENDENCIA CLAVE EN LA INDUSTRIA

Con motivo del desarrollo de proyectos cada vez más focalizados, eficientes y sostenibles, las nuevas generaciones de campamentos mineros están evolucionando hacia soluciones modulares y reutilizables. Una tendencia que no solo apunta a reducir costos y tiempos de montaje, sino que también a cuidar el medio ambiente y optimizar la gestión de inversiones.

En este nuevo escenario, el director de ingeniería civil industrial de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez, Arturo

**La minería chilena está integrando a plenitud este nuevo modelo, no solo como un avance transitorio, sino que también como una estrategia de infraestructura de soporte.**



Alba, puntualiza que la industria hoy está avanzando hacia un nuevo paradigma en el que predomina la ejecución de estructuras prefabricadas que permiten traslados, ensamblados y desmontajes rápidos y eficientes.

"La tendencia apunta a la implementación de un modelo industrializado off-site y montaje on-site: las

instalaciones se fabrican en planta bajo condiciones controladas y se ensamblan en faena al igual que un mecano. Esto permite desmontar y reutilizar módulos en otras operaciones, lo que transforma esta habilitación en un activo flexible y escalable. Proyectos recientes de Codelco representan un ejemplo de esa innovadora transición", explica.

Según destaca el experto, esto no solo acelera los tiempos de trabajo y reduce costos, sino que también transforma la infraestructura en un activo flexible y adaptable a los ciclos del negocio. Un avance que mejora la competitividad y la calidad de vida en las faenas.

"Lo modular no es solo una solución constructiva, es un cambio de paradigma en la gestión de activos mineros. Permite transfor-

ingeniería en minas de la Universidad Andrés Bello, Manuel Reyes, quien precisa que, en costos directos, las reducciones superan el 20% cuando se aplican diseños estandarizados y repetibles.

"Desde la perspectiva medioambiental, estudios comparativos muestran que las soluciones modulares generan entre 46% y 87% menos residuos que los métodos tradicionales, con reportes de reducción cercanos al 80% en ciertos proyectos. Todo esto simplifica la logística en emplazamientos alejados y reduce los costos de transporte y tratamiento", subraya.

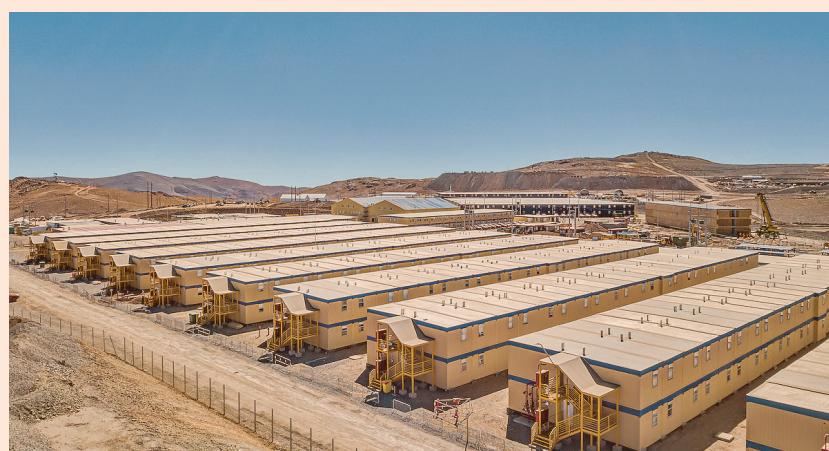
Desde la perspectiva de ingeniería de costos, el profesional enfatiza que la aplicación de este modelo traslada parte del riesgo de cronograma desde el sitio de faena a la planta de fabricación, donde la variabilidad es significativamente menor y el control de calidad mucho más estricto, lo que contribuye a disminuir la necesidad de provisiones de contingencia.

"En lo que respecta a gestión de inversiones, el carácter reubicable de los módulos permite considerarlos como activos de flota, con mayor tasa de uso a lo largo de distintos proyectos. En ese contexto, ejemplos como el campamento modular de Los Bronces (Anglo American) y el Camp 7000 (Minera Escondida) demuestran la aplicabilidad de este innovador modelo en proyectos de construcción mayor y en expansiones operativas", resalta.

## PUBLIRREPORTAJE



### Soluciones modulares con sello Tecno Fast: eficiencia y seguridad para proyectos mineros



Quebrada Blanca.

Con 30 años de trayectoria, Tecno Fast se ha consolidado como un socio estratégico en la fabricación, arriendo, venta y operación de campamentos modulares para el sector energético y los principales proyectos mineros del país, entre ellos Escondida, Pelambres y Quebrada Blanca.

Sus soluciones, tanto para proyectos temporales como permanentes, permiten una rápida implementación y garantizan un alto estándar de calidad, gracias a su planta automatizada. Esto se traduce en espacios versátiles, confortables y seguros para los trabajadores.

"Operamos una flota de más de 14.000 camas en arriendo y hemos ejecutado

proyectos de gran envergadura, con capacidad para hasta 8.000 personas. Esa escala nos permite responder con precisión a cualquier desafío de la industria", afirma Cristian Ossa, gerente comercial de Tecno Fast.

La empresa también opera hoteles propios en Calama y Salamanca, estratégicamente ubicados para apoyar la operación minera. Además, gestiona campamentos como Rajo Inca de Codelco, equipados con servicios sanitarios, eléctricos y recreativos, y con todo lo necesario para su funcionamiento inmediato.

[www.tecnofast.cl](http://www.tecnofast.cl)

**La industrialización del proceso constructivo permite acortar los tiempos de montaje entre 20% y 50% respecto al modelo convencional, explica el académico de ingeniería en minas de la U. Andrés Bello, Manuel Reyes.**

mar la infraestructura en un recurso flexible, adaptarse a escenarios de alta incertidumbre y optimiza tanto la habitabilidad como la sostenibilidad del trabajo en terreno. En síntesis, un ejemplo claro de cómo la arquitectura y la ingeniería industrial convergen para dar respuesta a los desafíos del siglo XXI", enfatiza.

La industrialización del proceso constructivo permite acortar los tiempos de montaje entre 20% y 50% respecto al modelo convencional. Así lo plantea el académico de

**GRUPO DF**  
DF DFLINE DFMS DFSLUO DFSEÑAL  
CAPITAL ED IID

Director: José Tomás Santa María / Subdirector: Paula Vargas / Gerente Comercial: José Ignacio De la Cuadra /  
Editora: Claudio Marín / Director Creativo y Arte: Rodrigo Aguayo /  
Coordinadora: Marcia Aguilar / Dirección Edificio Fundadores, Badajoz 45, piso 10, Las Condes, Fono: 2 23391000 / e-mail: buzondf@df.cl /  
Impreso por Gráfica Andes Limitada, que sólo actúa como impresor.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de los contenidos de la publicación.