

# DF

DIARIO FINANCIERO®

SUPLEN-  
MENTO

SANTIAGO DE CHILE  
VIERNES 19 DE ABRIL DE 2024

26

## MINERÍA 4.0, OPERACIÓN REMOTA Y ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO

# CÓMO AVANZA EL USO DE LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS EN LA MINERÍA

A la realidad virtual y aumentada, que vienen incorporándose desde hace varios años, sobre todo en actividades de entrenamiento y capacitación, hoy se suma la computación espacial. Para lo que resta de año también se espera mayor foco en la integración de datos en tiempo real, con el uso de internet de las cosas. POR SOFÍA PREUSS O.

La industria minera es una de las que ha aprovechado con fuerza el desarrollo de nuevas tecnologías, tanto para sus operaciones y faenas, como en las capacitaciones de su personal. En ese sentido, la computación espacial es una de las soluciones que ha empezado a posicionarse en el mercado, dicen los expertos, y según la necesidad a resolver, se han incorporado en su entorno la realidad aumentada, virtual y mixta.

La realidad aumentada es un recurso que permite, a través de dispositivos digitales, tener experiencias interactivas combinando la dimensión virtual y física. En el sector minero, sus aplicaciones van principalmente enfocadas a las actividades de entrenamien-

CMT

Centro  
Médico del  
Trabajador

ES EL MOMENTO DE  
LA **SALUD OCUPACIONAL**  
Optimizamos los tiempos de contratación

Exámenes de Altura Física  
Exámenes de Altura Geográfica  
Test de Drogas y Alcohol

Contáctanos  
(+56) 2 2634 2492  
contacto@cmtsalud.cl  
www.cmtsalud.cl

Iquique - Calama - Antofagasta - Copiapó - La Serena - Viña del Mar - Providencia - Santiago - La Florida - Rancagua - Talca - Concepción - Valdivia - Puerto Montt - Lima



to para certificar capacidades, conocimiento en la operación y mantenimiento de equipos mineros como perforadoras, palas eléctricas o camiones de extracción en minería a cielo abierto o en jumbos de avance y equipos de acarreo en minería subterránea.

Para Rodrigo González, CEO de Minverso, la realidad aumentada se ha ido complementando con otras tecnologías que mejoran la experiencia y ofrecen a los especialistas mineros herramientas como visualización de datos en tiempo real, asistencia guiada durante tareas críticas y capacidades avanzadas de diseño y planificación de minas. Bajo ese contexto, el ejecutivo indica que estas interacciones "son especialmente valiosas en aplicaciones industriales, donde los trabajadores necesitan acceder a información digital mientras realizan tareas en el mundo real".

Además, existen aplicaciones que permiten acceder y compartir información técnica en tiempo real desde cualquier punto de una mina o planta, señala

## ¿Está preparado el capital humano?

imprescindible poner a las personas en primer lugar y diseñar las soluciones centradas en ellas. "La clave está en incorporar a los usuarios finales desde las primeras etapas de evaluación y prueba de una nueva tecnología para hacer que su curva de aprendizaje sea lo más moderada posible", asegura.

Para Rodrigo González, CEO de Minverso, si bien algunos trabajadores pueden estar familiarizados con la tecnología y adaptarse rápidamente, otros pueden requerir capacitación adicional. "Es crucial que las empresas inviertan en programas de formación y desarrollo profesional para garantizar que su personal esté preparado para utilizar y beneficiarse de la realidad aumentada en su trabajo diario", apunta.

Siempre que se incorporan nuevas tecnologías para ser usadas por personas, hay que tener en cuenta el factor cultural y la gestión del cambio, define César Berardini, gerente de Innovación de Grupo Datco. En ese sentido, señala que es

Óscar Concha, gestor tecnológico de Expande. "Por ejemplo, registrar y enviar fotos de alguna situación operacional o revisar planos técnicos de un equipo, permitiendo acelerar la toma de decisiones o asegurar la continuidad operacional", explica.

Para Cristián López, CEO de Unitti, estas herramientas ofrecen múltiples beneficios. Al permitir a los trabajadores visualizar en tiempo real condiciones potencialmente peligrosas, mejoran la seguridad y, a su vez, facilitan la

capacitación mediante simulaciones de entornos de trabajo. La apuesta de la industria por ellas, señala, es principalmente por "su potencial para reducir costos, aumentar la eficiencia operativa y mejorar la sostenibilidad ambiental".

Esta es una opinión compartida por Danilo Naranjo, fundador Wingsoft y Ocular, quien define que actualmente el sector enfrenta desafíos continuos como la variabilidad de los precios de los minerales, el incremento

de las exigencias regulatorias y la necesidad de mejorar la sostenibilidad y la seguridad, y por ende, una mayor adopción tecnológica ofrece soluciones concretas proporcionando a las empresas mineras herramientas para permanecer competitivas y proactivas en un mercado global. "Estas tecnologías no solo resuelven problemas actuales, sino que también preparan a la industria para futuros desafíos, permitiendo una adaptación y crecimiento sostenibles", apunta el ejecutivo.

Con mirada futura, el CEO de Minverso proyecta un 2024 centrado en la integración de datos en tiempo real por medio del uso del internet las cosas y la inteligencia artificial, como también el desarrollo de aplicaciones específicas para tareas mineras y la facilitación de la colaboración remota.

"Sin embargo, se enfrentarán desafíos como la interoperabilidad de sistemas, la ciberseguridad y privacidad de datos, y la adopción y capacitación del personal", concluye González.

## CONFIANZA

Es lo que nuestros clientes sienten con un socio que entrega soluciones innovadoras, inteligentes y productivas, en línea con los desafíos de la minería y de un mundo cada vez mejor. Nuestro compromiso con la minería nunca se detiene.

▶ LLÁMANOS AL 229 277 000  
FINNING.COM

TU SOCIO DE CONFIANZA

FINNING CAT



# Soluciones holísticas y autónomas para los desafíos mineros actuales

**Las soluciones autónomas personalizadas de Emerson permiten a los mineros optimizar procesos y datos, lo cual es fundamental para seguir siendo rentable.**

La necesidad de equilibrar la rentabilidad y la productividad, minimizando al mismo tiempo el impacto ambiental y social, ha sido uno de los principales impulsores de la minería hacia la automatización. Emerson entendió esto y creó soluciones de automatización que ayudan a los mineros a ser mejores, más eficientes e inteligentes mediante la implementación de planes altamente innovadores que se adaptan a sus necesidades y objetivos.

La minería, como cualquier otra gran industria, genera enormes cantidades de datos, desafiando a las empresas a recopilarlos y analizarlos, además de optimizar algoritmos para tomar mejores decisiones en tiempo real. Para satisfacer esta necesidad, Emerson ofrece soluciones de control y automatización industrial que combinan diferentes tipos de controles escalables y de alta velocidad con análisis para brindar a los clientes los datos necesarios para acelerar la producción, cumplir con las regulaciones, tomar decisiones más inteligentes y reducir el tiempo de inactividad no planificado.

“Emerson aprovecha la tecnología, los procesos y la experiencia para lograr el objetivo de operaciones mineras autónomas con una toma de decisiones analítica eficiente y consistente, al tiempo que empodera a la fuerza laboral de una empresa con herramientas e infraestructura de soporte para lograr un rendimiento de cuartil superior de la planta. Nuestra visión es lograr un 100 por ciento de autonomía en equipos y toma de decisiones en la planta y los procesos de una empresa”, dijo el gerente de desarrollo comercial, Cristian Doerr.

Emerson constantemente invierte y desarrolla tecnología para conseguir operaciones mineras más eficientes, seguras y sostenibles.



Para implementar operaciones autónomas exitosas, las empresas mineras primero necesitan la base adecuada para diseñar e implementar el mejor plan de transición. Emerson fomenta reuniones periódicas con partes interesadas clave para establecer alternativas rentables y realizar pruebas piloto para apreciar los beneficios de estas soluciones. Una vez que el cliente confirma que el plan está funcionando eficazmente, Emerson ayuda a los clientes a implementar soluciones en otros procesos.

“Todas las iniciativas necesitan la colaboración del cliente. Si no tenemos eso, la transición no será exitosa. Todas las partes interesadas tienen un interés diferente en nuestras soluciones y, por lo tanto, diferentes indicadores para determinar si están

funcionando según las expectativas. La clave del éxito es fusionar todos estos intereses e indicadores en un solo plan”, afirmó Doerr.

Emerson trabaja para potenciar el futuro de la minería

Por otro lado, Emerson también ofrece una amplia gama de soluciones que abordan otros desafíos muy apremiantes en la minería: eficiencia energética e hídrica, así como cuestiones de sostenibilidad.

Así, por ejemplo, las soluciones de Emerson permiten recuperar y reinyectar agua en los procesos mineros, entregando datos clave para lograr la reducción y la reutilización, los que si se usan eficientemente en procesos de concentración, estas soluciones pueden reducir fácilmente el consumo de agua entre un 15 y un 20 por ciento.

Además, las soluciones de monitoreo no solo se aplican al agua, también se pueden aplicar al aire. De esa manera, los mineros pueden monitorear el consumo de aire e identificar dónde pueden ocurrir posibles fugas. Las ventajas son que hace que los procesos sean más eficientes y puede reducir el uso de energía eléctrica y también los costos relevantes.

“El desafío más apremiante para todas las industrias ahora es la sostenibilidad. Todas las industrias necesitan mejorar no sólo para obtener mejores resultados operativos sino también para lograr un desempeño sostenible, de modo que aumenten su competitividad. Es la única manera en que una empresa puede garantizar su supervivencia en el largo plazo”, indicó el gerente.



La automatización es clave para alcanzar los objetivos de sostenibilidad de la industria.



Emerson apoya a la industria en su objetivo de mejora continua.



# Automatización y el Internet Industrial de las Cosas



¿Por qué la gente está hablando de esto?

- Mejoras en tecnologías de sensado
- Conectividad segura y rentable
- Computación avanzada y métodos analíticos

Apalancándose en décadas de experiencia en automatización digital, Emerson presenta Plantweb Digital Ecosystem, un portafolio escalable de hardware, software, dispositivos inteligentes y servicios basados en estándares que le permiten implementar de manera segura el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) con mejoras medibles del rendimiento en el negocio.

Plantweb se transforma en el más completo e integrado portafolio de Internet Industrial de las Cosas de la industria.

 EmersonLatinoamerica

 EmersonLatinoamérica

  
**EMERSON**  
Go Boldly™



# “LA NECESIDAD DE METAVERSO ES A NIVEL GLOBAL Y TENEMOS LA TECNOLOGÍA PARA ABORDARLO”

“Hemos sido testigos del proceso de cómo las empresas ya se han ido plasmando de una cultura que ve el valor de las realidades inmersivas y no se quieren quedar atrás”, asegura Rodrigo González, CEO de Minverso.

El software chileno, creado en el 2021, ofrece un espacio virtual donde los operadores pueden simular, e inclusive proyectar, los procesos de inserción en el espacio y la extracción de los minerales. Una posibilidad que abre las puertas a una serie de oportunidades para la industria, especialmente para la capacitación. “Cada vez más personas acuden a nosotros porque nos conocen desde antes de este boom inmersivo”, añade.

Durante 2023, la firma implementó diversas capacitaciones

Para Rodrigo González, fundador de Minverso -el primer metaverso minero, creado en Chile en 2021-, la industria vive un “boom inmersivo”, que los está haciendo crecer no solo en las grandes mineras locales, sino también fuera de Chile.

POR MACARENA PACULL

para procedimientos eléctricos, de extracción y lixiviación en mineras como Los Pelambres y Codelco Chuquicamata.

“La personalización de los espacios inmersivos es uno de nuestros sellos que queremos seguir potenciando. Replicamos espacios reales e incorporamos en ellos cada detalle que requiera el cliente, de manera de entregar una experiencia lo más cercana posible al entorno físico”, indica González, y desta-



ca que esta tecnología permite monitorear el impacto ambiental en tiempo real, beneficiando la optimización de los recursos y la reducción de residuos. “El metaverso puede ser un aliado valioso en la búsqueda de la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente en la industria minera”, asegura.

## Los planes

Uno de los grandes proyectos que Minverso tiene es seguir consolidándose y puliendo su “Ecosistema metaversal”, un espacio común entre la academia, la empresa y diversas instituciones. “Llevamos un camino avanzado en la conformación de esta comunidad minera en la que todos salen beneficiados, y pondremos fichas en seguir sumando nuevos actores que reman junto a las nuevas tecnologías”, adelanta.

Por estos días, la firma está en la búsqueda de expandirse internacionalmente, movida por la gran demanda que aseguran tener fuera de Chile. González explica que desde otros países recurren a ellos para implementar su plataforma, lo que “sin duda es un tremendo desafío para el que estamos trabajando, ya que vemos que la necesidad de metaverso es a nivel global y tenemos la experiencia y tecnología para abordarlo”.



## SOLUCIONES DIGITALES MÁS ALLA DE LA TRONADURA



Integrando soluciones digitales a lo largo de toda la cadena de valor minera.



## PUBLIRREPORTAJE

### Caleras San Juan amplía su capacidad productiva en origen y duplica su capacidad de almacenamiento de Oxido de Calcio en Santiago de Chile

La tecnología instalada para la producción de cal permite alta eficiencia energética, para procesar de manera automática, todos los parámetros, resguardando la calidad y la productividad.

Caleras San Juan, presente en el mercado en Chile, finaliza la construcción del tercer horno Maerz. La puesta en marcha será el próximo mes de mayo. De esta manera Caleras San Juan contará con tres hornos totalmente automatizados operativos para producir cal de alta reactividad. El cuarto horno, se encuentra en proceso de construcción y se estima que entrará en operación a fines del año 2025.

El centro logístico está ubicado en la Región Metropolitana, Lampa. Cuenta con una RCA para el almacenamiento de 10.000 tn. y en la actualidad se encuentra en proceso de duplicar su capacidad de almacenamiento instalada. Se espera contar con esta nueva capacidad de almacenamiento en inicios del segundo semestre de este año.

El centro logístico cuenta con alta tecnología, donde toda la cadena de suministro está



digitalizada y permite a sus clientes obtener información en tiempo real como por ejemplo conocer el nivel de inventario, fechas de ingresos, calidad de los productos, etc. Además, cuenta con un sistema de reconocimiento facial para el acceso de sus colaboradores; también un sistema de reconocimiento automático de patentes para

validar de manera automática la documentación del camión, tipo de carga, etc.; y, además, cámaras IP con analítica de video que permiten restringir el acceso en caso que algún trabajador no esté usando los EPP al ingreso en la zona de carga.

Caleras San Juan, de la mano de la tecnología tiene el objetivo de posicionarse en el mercado chileno con un alto estándar que garantice la calidad del producto desde el momento que se produce hasta que se entrega al cliente final.



PUBLIRREPORTAJE



GRUPOTUSMAQUINAS

# El ecosistema pionero de máquinas en Latinoamérica

GrupoTusMaquinas ha revolucionado el paisaje del sector de maquinarias, reconociendo su papel fundamental en la transformación digital para el mundo de las máquinas.



Frank Schürch y Jan Rusch, cofundadores de GrupoTusMaquinas, junto al equipo humano de la empresa, se enorgullecen del impacto que la empresa ha tenido en la industria aportando a la transformación digital de las maquinarias.

Al cumplir un rol indispensable en la construcción de puentes, carreteras, escuelas, faenas mineras, entre otros, las grandes máquinas son un eslabón fundamental en el desarrollo del país y su economía. En ese contexto, desde su inicio en 2018, el grupo ha liderado una revolución digital en un ámbito que, si bien estaba comenzando a explorar las nuevas tecnologías, aún permanecía mayormente anclado en métodos de gestión analógica.

Con la visión de aprovechar esta oportunidad, GrupoTusMaquinas se propuso

desarrollar el primer portal digital integral para el arriendo, compra, venta, financiamiento, gestión e inspección de maquinarias, es decir un ecosistema pionero de máquinas en Latinoamérica. Reuniendo a un equipo humano multidisciplinario conformado por expertos en máquinas y en tecnología, la empresa se dedicó a hacer más accesible este sector, empoderando a sus usuarios para tomar decisiones informadas y llevar flotas a proyectos cruciales en Chile y más allá.

Desde sus primeros pasos centrados en el arriendo, GrupoTusMaquinas ha evolucionado

hacia una plataforma tecnológica sofisticada que ofrece un acompañamiento integral a sus partners. Gracias al análisis de datos avanzados, la empresa es capaz de brindar una visión completa del rendimiento de cada vehículo, que a su vez no solo establece nuevos estándares sino fortalece un ecosistema de máquinas adaptado a las exigencias de un entorno cada vez más competitivo.

El éxito alcanzado en Chile impulsó a GrupoTusMaquinas a internacionalizarse hacia nuevos horizontes, liderando proyectos en Perú y Colombia. Este escalamiento a

nuevos mercados se basa en la confianza de sus clientes, quienes han experimentado un viaje del cliente más eficiente y fluido gracias a sus servicios.

De cara al futuro, GrupoTusMaquinas se compromete a mantener a sus usuarios en el centro de sus operaciones, mientras continúa contribuyendo a la digitalización del sector de maquinarias. Para 2024, la compañía seguirá trabajando con pasión y humildad para pensar y crear nuevas realidades que impulsen el crecimiento y la innovación en el rubro.



## EL ECOSISTEMA QUE CONECTA MÁQUINAS, CAMIONES Y EQUIPOS CON OBRAS EN LATINOAMÉRICA

ARRIENDA

COMPRA - VENDE

FINANCIA

GESTIONA

INSPECCIONA



Expositores en



- PABELLÓN COBRE - STAND 34
- PABELLÓN YODO - STAND 675



@GrupoTusMaquinas

www.grupotusmaquinas.com





## Los desafíos para implementar una minería autogestionada



**CARLOS CARMONA**

DOCENTE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

El paso hacia la mina autónoma, 5.0 y digitalizada, requiere de cambios significativos. Ante eso, las compañías mineras deben comenzar desde ya a trabajar en su ruta de implementación y así mantenerse competitivas en la nueva era digital que estamos viviendo, pues independiente de la digitalización, muchas tecnologías estratégicas ya están operativas y se deben integrar.

En ese contexto, las mineras ya están

explorando, por ejemplo, el desarrollo de equipamiento automatizado y un mayor control de gestión de activos. En el futuro, las operaciones autónomas irán mucho más allá del equipamiento, abarcando procesos completos –en ingeniería, planificación, producción y actividades de soporte del negocio–, lo que les permitirá autogestionarse y hacer cambios en condiciones cambiantes con muy baja o nula intervención humana.

Los desafíos para llevar la autonomía a este siguiente nivel serán el uso creciente de inteligencia en los sistemas, como la inteligencia artificial; machine learning; automatización de procesos robóticos; análisis descriptivo, diagnóstico, predictivo y prescriptivo; y modelización de escenarios. Estas tecnologías permiten que los sistemas comprendan los datos que fluyen a través de los procesos, el conocimiento de la situación, una visión en tiempo real de las operaciones unitarias y determinar acciones, ya que las máquinas se comunicarán a través de sensores inteligentes proveedores de datos, tanto entre sí como con Ethernet o en la nube. De esta forma, la industria podrá lograr una mayor inclusión y aprobación social, utilizar energía y agua eficientemente, descarbonizar, afrontar una gran escala de producción y operar y rentabilizar yacimientos profundos de baja ley y altos esfuerzos.

# ¿SE ACERCA CHILE A DAR EL SALTO PARA DESARROLLAR UNA MINERÍA 5.0?

Mientras las operaciones mineras son cada vez más digitalizadas, el futuro del sector está apuntando a dar un impulso hacia la autonomía y a una sinergia cada vez mayor entre máquinas y humanos. Aquí, tres académicos analizan cómo está avanzando Chile para construir una industria 5.0, cuáles son los pasos que vienen para liderar este camino, los retos que se deben resolver y las oportunidades de lograrlo.

## PUBLIRREPORTAJE



SAG DTWIN, DESARROLLADO POR ME ELECMETAL, ABORDA LAS INCERTIDUMBRES DEL FUNCIONAMIENTO INTERNO DEL MOLINO

# Inteligencia operacional, clave para aumentar productividad en proceso molienda SAG

Se trata de una completa plataforma de diagnóstico, análisis, control y optimización operacional, conectada en línea con variables del proceso y con alto potencial de impacto en la eficiencia operacional de molinos SAG.

ME Elecmetal, empresa global con operaciones en cuatro continentes (América de Norte y del Sur, África y Asia) y con más de 100 años de experiencia como proveedor y aliado estratégico en el rubro de la minería, destaca por estar a la vanguardia de la innovación y tecnología, con el objetivo de entregar nuevas y mejores soluciones integrales a sus clientes en todo el mundo, y así superar sus expectativas.

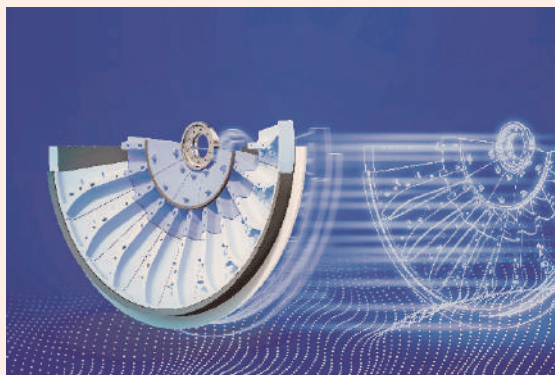
En esa línea, ha orientado sus esfuerzos en dar respuesta a las interrogantes que enfrentan día a día sus clientes en torno al proceso de molienda SAG, debido a la gran cantidad de variables que éste considera, a lo cual se suma el desafío de entender y medir lo que ocurre al interior del molino.

Mediante la aplicación de tecnologías como inteligencia artificial, machine learning, redes neuronales, entre otras, ha desarrollado SAG DTWIN, gemelo digital operacional de molienda SAG, para mejorar la capacidad de análisis y de entendimiento de las interacciones entre las diferentes variables que dominan la eficiencia del proceso de conminución en molinos SAG.

### Cómo opera SAG DTWIN

El gemelo digital operacional de molinos SAG representa una réplica virtual del molino SAG, completamente digital (sin sensores), siendo una alternativa de inteligencia operacional que: entrega información clave en línea y tiempo real, es 100% no invasiva, es interoperable con sistemas de control y tiene máxima disponibilidad.

Esta plataforma digital agrupa diferentes mecanismos de predicción, simulación y análisis de variables para diagnosticar el funcionamiento del molino y habilitar estrategias de control en función de estabilidad operacional y maximización productiva. Se alimenta de data de proceso en línea (DCS/PI/PHD, otros) y desarrolla variables operativas que, combinadas con modelos fenomenológicos, simulación DEM y algoritmos



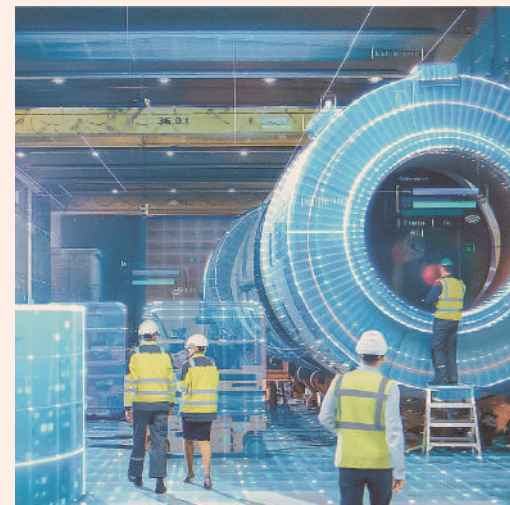
de optimización, son capaces de reflejar el estado operativo del molino y recomendar ajustes operacionales.

### Principales beneficios de SAG DTWIN

SAG DTwin aporta beneficios a la productividad, estabilidad, seguridad y sustentabilidad del proceso. Además, tiene la particularidad de desarrollar variables que cambian en tiempo real, con el objetivo de apalancar la competitividad y el crecimiento en torno a la minería digital.

### Implementación en Chile

SAG Dtwinn es el primer gemelo digital de su tipo en el mundo. Actualmente, ME Elecmetal se encuentra implementando el pilotaje de SAG DTWIN en tres de las operaciones mineras más importantes de Chile y se proyecta la expansión a Perú y Norteamérica en lo que queda del año, evidenciando la tracción del mercado hacia este tipo de soluciones digitales para apoyar sus estrategias de mejoras productivas.





## Las tecnologías que marcarán el futuro de la operación minera



**MIGUEL HERRERA**

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN MINERÍA, FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS UAI.

La minería 5.0 se caracteriza por una sinergia entre seres humanos y máquinas autónomas, y las innovaciones tecnológicas que están prevaleciendo en los medios de producción y están basados en inteligencia artificial, la Internet de Todo, los sistemas ciberfísicos, minería de datos, o-bots y la omnipresencia de la realidad aumentada. Esto se verá reflejado por la presencia de robots operando de manera interactiva con vehículos

no tripulados, cadena de bloques en control y gestión, gemelos digitales y aprendizaje automático, entre otros.

La evolución hacia una minería 5.0 está asociada al desarrollo de tecnologías de visión artificial y aprendizaje, por lo que las máquinas autónomas modernas (robots inteligentes) serán reemplazadas por robots colaborativos (cobots) con una inteligencia artificial muy poderosa, principalmente en los segmentos más estresantes y peligrosos de la minería, como minas subterráneas y plantas de procesamiento. Otro componente significativo será la minería de big data, que permitirá la implementación de una estrategia de transición hacia la minería verde, gracias a un análisis "ultrapreciso" del equilibrio interindustrial en el consumo de fuentes naturales y la generación de energía.

La tecnología digital central, que determina el camino de transición a la minería 5.0, es la minería en la "nube", que permite utilizar la inteligencia artificial no solo para gestionar procesos individuales e incluso empresas, sino clústeres industriales completos, integrando datos digitales, tecnologías, talentos, parámetros de computación en la nube de los lazos de cooperación entre empresas.

## Alcanzar el potencial de nuevas capacidades



**ÁLVARO VIDELA**

PROFESOR DE INGENIERÍA DE MINERÍA UC Y DIRECTOR DEL CENTRO DE ENERGÍA UC

Los desafíos del desarrollo de una actividad minera más sustentable y productiva, imponen una necesidad por profundizar la incorporación de las nuevas herramientas tecnológicas en la minería. En la década de los '90, la implementación de sistemas de monitoreo y control tuvieron un enorme impacto en la producción y resultados de la industria, logrando aumentos de productividad del 5% al 15% con el uso

de sistemas de control expertos.

Dichos sistemas remotos han permitido retirar personal de zonas de alto riesgo, asegurando la continuidad operacional. Asimismo, en la búsqueda de mayores y mejores resultados en la última década, hemos visto los esfuerzos por profundizar el monitoreo e integración de los datos a lo largo de la cadena productiva, mediante la instalación de centros integrados de operaciones.

El poder alcanzar el potencial de estas nuevas capacidades requiere la incorporación de modelos predictivos de mejor calidad y con mayor robustez. El uso de inteligencia artificial abrirá entonces nuevas oportunidades para la búsqueda de valor de una minería cada vez más digitalizada. La construcción de estas capacidades, por supuesto, requiere la formación de personas en áreas científico-tecnológicas avanzadas e interdisciplinarias, que no solo hagan factible la instalación de sistemas e infraestructura, sino también la utilización de las capacidades y el desarrollo de soluciones nuevas en instrumentación, comunicación y análisis de los datos.



**Electrohidráulica Ltda.**

PROYECTOS, INGENIERÍA Y DESARROLLO DE SISTEMAS

## Teleoperación y Automatización de equipos mineros.

- Implementación de Sistemas de Teleoperación, Automatización y Auto-guiado para equipos móviles y maquinaria mineras multi marcas.

- Vamos a la vanguardia con innovación e implementación de sistemas Telecomandos, con el objetivo de entregar soluciones tecnológicas que mejoren la calidad y seguridad de los trabajadores e incrementar los procesos productivos.

### Implementación de telecomandos y controles remotos



- Los equipos son Teleoperados mediante comunicación Wifi, con sensores laser de guiado y seguridad, cámaras full HD, monitoreo de señales vitales con tecnología HED de alta eficiencia, además cuenta con respaldo y garantía de fabrica e Ingenieros de programación y arquitectura capacitados en Alemania y U.S.A.





# ASÍ SE FABRICAN LOS BUSES ELÉCTRICOS QUE ESTA USANDO LA INDUSTRIA LOCAL

Ubicada en la comuna de Rancagua, la planta de la empresa Reborn Electric Motors es la primera instalación dedicada a la producción de buses eléctricos en el país. En 2019 comenzaron a trabajar con Codelco en pruebas piloto para electrificar la división El Teniente y hoy tienen 104 buses operando. POR ANDREA CAMPILAY



**H**ace dos años, Reborn Electric Motors marcó un hito en la industria de la electromovilidad con la inauguración de la primera fábrica de buses eléctricos en Chile. Luego de un comienzo enfocado en la reconversión de vehículos, la startup dio un giro hacia el mundo minero y comenzó a crear buses eléctricos para empresas del rubro. El primer acuerdo lo lograron con Codelco.

Su jefe de la División Comercial, Pablo Bravo, recuerda que en los inicios en el año 2016 trabajaba un

equipo pequeño en el desarrollo de las infraestructuras y conexiones, cada uno desde su casa, pero al enfocarse en una producción más masiva tuvieron que crecer y tener un espacio de trabajo. Pensando en eso levantaron capital y lograron inaugurar una instalación de 3 mil m2 donde actualmente trabajan alrededor de 70 personas especializadas en electromovilidad. "Casi la mitad son de Rancagua y otras comunas de O'Higgins", detalla Bravo, destacando que la incorporación del talento regional en

## Minería 4.0 y permisos: ¿se podrá implementar?



Por Sergio Hernández, director ejecutivo de la Asociación de Proveedores Industriales de la Minería

Las operaciones mineras requieren maquinarias, equipos, estudios y una multiplicidad de otros servicios para funcionar. De estas necesidades deriva la importante función de los proveedores, en que los de mayor tamaño e innovaciones están afiliados a Aprimin: somos quienes entregamos la tecnología tradicional y también innovadora, y el conocimiento para la industria, como también la mayoría de la mano de obra necesaria para poner en pie a esta actividad.

La innovación, tanto la operacional como la que requieren nuevos procesos limpios, es necesaria para potenciar una industria productiva y sostenible, en un mundo que avanza rápidamente. En ese sentido, es imperativo impulsar capacitación, inversión público-privada y desarrollo de políticas públicas que potencien la digitalización, la automatización, los controles remotos, la robótica y la inteligencia artificial en actividades económicas.

Esta verdadera revolución industrial, que se conoce como minería 4.0, viene a proponer soluciones a temáticas como la seguridad en terreno al exponer menos a muchos trabajadores en faenas con la teleoperación, gemelos digitales, modelos predictivos utilizando inteligencia artificial e incluso modelamiento 3D de las minas

para anticipar las situaciones ya mencionadas, así como sacar el mejor provecho a las operaciones, conociendo, por ejemplo, en cada sector de las minas sus distintas leyes de mineral, entre muchos otros factores.

Lo anterior no sólo hace a nuestra actividad más productiva, sino que también la hace más inclusiva y nos acerca a las urbes y capitales regionales que pueden posicionarse como centro de operaciones. Mujeres y hombres, sexualidades diversas, personas con capacidades diferentes o enfermedades crónicas, cuidadores, en fin, respetando la conciliación de la vida personal, familiar y laboral, tienen las posibilidades de trabajar en la expansión de oportunidades laborales en el sector minero y en sus empresas proveedoras. Las posibilidades de los trabajadores de la minería se expanden. Y puede también mejorar la calidad de vida para una gran cantidad de personas, quienes nos dedicamos con pasión a la minería.

Todas estas iniciativas representan, sin duda alguna, un gran potencial para seguir posicionando a Chile como uno de los mayores distritos mineros del planeta.

**Pero, ¿qué pasa cuando estas innovaciones tecnológicas no pueden implementarse?**



Tenemos infraestructura y capital humano, pero los tiempos de aprobación de los proyectos mineros, independiente de su tamaño, aún genera incertidumbre.

Por eso cuando a principios de este año se presentaron los proyectos de reforma al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) y de Permisos Sectoriales, vimos una luz para avanzar en las certezas para nuevas inversiones, que son las que mayormente pueden aplicar las tecnologías innovadoras. Actualmente este trámite está avanzando en el Senado.

Esperamos que se cumpla con la promesa de reducir los plazos de aprobación de proyectos nuevos y ampliaciones, para por fin aprovechar mejor como país las posibilidades que la minería 4.0 nos brinda, frente a mercados cuya demanda de minerales que Chile produce con grandes reservas, ya se observa al alza.

El Comité de Innovación APRIMIN tiene el agrado de invitarlo al Seminario "Transitando hacia una minería más sostenible", en el que destacadas compañías mineras como Codelco y AMSA compartirán sus experiencias en electrificación en la industria minera. Además, se presentarán casos de éxito de empresas asociadas. El evento se llevará a cabo el miércoles 8 de mayo, de 08:30 a 12:00 horas, en la sala de Conferencias de Deloitte. ¡No se pierda esta oportunidad de conocer las últimas tendencias en innovación para una minería más sostenible!





áreas de mecánica automotriz y electrónica ha sido clave para las operaciones.

Ubicada en Rancagua, en esta planta se reciben las carrocerías y otros elementos del vehículo diseñados en alianza con fabricantes brasileños para agregarles componentes como las baterías, sistemas de aire acondicionado, calefacción y motor eléctrico. "Hacemos 100% el software de nuestro vehículo. Eso es muy importante porque le permite al cliente pedir cosas específicas",

complementa Bravo. Después del ensamblaje de componentes, el ciclo de trabajo implica que otro equipo se encargue de las conexiones y de cargar los softwares, para luego entrar a la fase final de control de calidad y entrega.

Además, la planta cuenta con un área de mantenimiento preventivo donde se realizan principalmente chequeos visuales de cables y conexiones. En el caso de los buses utilizados para minería, esta revisión se realiza cada 7.500 km.

#### La apuesta minera

En 2019, la startup comenzó un período de pruebas para transformar buses diésel a eléctricos de la división El Teniente de Codelco.

"Lo que hicimos fue diseñar un concepto especialmente hecho para la operación. Tomamos el bus más representativo de su flota, que era un taxibus Mercedes-Benz LO 916 con carrocería Marcopolo y lo electrificamos. La electrificación se pensó especialmente para ambientes complejos como la minería", destaca Felipe



Cevallos, CEO y cofundador de Reborn Electric Motors.

Tras un período de pruebas y controles de calidad, implementaron inicialmente una flota de siete taxibuses reconvertidos junto a dos cargadores, los cuales sirvieron para validar temas de operación, puntos de carga, disponibilidad de los buses, tiempos de carga, entre otros elementos. "Con eso logramos validar que era posible electrificar la división El Teniente e hicimos una alianza con Marcopolo y Mercedes-Benz de Brasil, y desarrollamos nuestro primer bus nuevo cero kilómetro hecho en Chile", agrega Cevallos sobre los vehículos que ya se encuentran homologados en el Centro de Control y Certificación

Vehicular 3CV.

La ampliación del proyecto a escala local y la internacionalización son parte de los planes que la startup tiene para este año.

Desde Codelco aseguran que la fábrica ha generado un alto impacto en el transporte de personal al interior de la mina. "Actualmente son 104 los buses y taxibuses (que utilizan 34 cargadores de electricidad) los que operan para llevar y traer a los trabajadores hacia y desde el interior de la mina subterránea más grande del mundo", señalan. Estos cuentan con una autonomía de 200 kilómetros y, en caso de que se desgaste por completo la batería, tienen un tiempo de carga de 45 minutos.

## PUBLIRREPORTAJE

A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

**SALFAMONTAJES®**

# Salfa Montajes genera un nuevo estándar para la industria de la construcción de proyectos para la gran minería

Ha adaptado sus procesos para satisfacer los requerimientos de sus clientes y generar valor compartido, tanto para la gestión de proyectos como para la productividad de los procesos operativos, convirtiéndose en una parte integral de su cadena de valor. "Hoy nos encontramos integrados con nuestros clientes en la ejecución de sus proyectos y ellos forman parte de nuestros procesos, logrando así efficientar los resultados por medio de la integración y cambios organizacionales con la agilidad y adaptación como nuevas herramientas y competencias", indica Rodrigo Hübner Grasso, gerente general.

Hace cinco años, Salfa Montajes se propuso trabajar en su transformación digital para convertirse en una Empresa 4.0, situando a sus clientes en el centro de su propósito. Los resultados comenzaron a materializarse, al ser evaluada en diversas instancias, obteniendo importantes reconocimientos y certificaciones como la máxima distinción de seis estrellas, entregada por la CChC por tres años seguidos en su programa de excelencia de seguridad, la certificación 3262 de equidad e inclusión, la acreditación BIM 2024/0001; así como el premio Kaizen, por excelencia operacional 2021/2022, el reconocimiento de la AHK Chile de



Con más de 30 años apoyando la cadena de valor y el desarrollo productivo de sus clientes, Salfa Montajes lidera los servicios de construcción y montaje industrial de obras de gran complejidad.



Rodrigo Hübner Grasso, gerente general.

energías renovables 2022 y el primer lugar en ingeniería y construcción como la compañía más innovadora de Chile 2023 del MIC ESE Business School.

"El objetivo ahora es ir un peldaño más arriba y ser el mejor partnership para nuestros clientes mineros. Resolver los grandes desafíos que tienen para ser más productivos ante el envejecimiento de los yacimientos, la extracción minerales más

duros y la complejidad del desarrollo subterráneo. Adicional a lo anterior, se suma la falta de mano de obra calificada, talento joven y herramientas de gestión. Buscamos ser 'el' socio estratégico, trabajando juntos por un bien común en un mismo proyecto", explica Rodrigo Hübner Grasso.

De esta manera, los sistemas de gestión de Salfa Montaje se integran a los de sus clientes para ver en línea la misma información y optimizar la toma de decisiones, de manera conjunta, creando un nuevo estándar en la ejecución de proyectos de montaje industrial. Se trata de una serie de plataformas de soporte, abiertas y flexibles, que permiten integrar, visibilizar y ejecutar.

Es un ecosistema integrado con el que se tiene información fidedigna, en línea, que además permite simulaciones y predicciones en cuanto a la ingeniería, construcción y suministros. Así, por ejemplo, se evitan y disminuyen desviaciones que pueden tener costos y aplazamientos no deseados. "Los resultados son mucho más ciertos en términos de plazos, al saber que la producción iniciará el día proyectado. Tener una certeza de la ejecución permite proyectar la producción y comprometer su venta de manera mucho más eficaz", destaca el gerente.



# EL ROL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA AUTOMATIZACIÓN MINERA

Para la industria minera, la comunicación no solo es fundamental entre los trabajadores, sino también entre equipos y maquinarias en procesos productivos, y en el impulso de la automatización y la operación remota.

Innovaciones como el internet de las cosas (IoT), al igual que habilitadores como la fibra óptica son, según explica Alex Cabrera, CEO de Previsis, parte de una cantidad variada de tecnologías hoy implementadas en muchas de las operaciones. "Algunas son nuevas o han ido evolucionando con las comunicaciones, como TETRA y P25, redes WiFi, llegando a LTE y 5G", explica.

Actualmente las redes de fibra óptica se han vuelto una pieza clave para la automatización, ya que permiten la transmisión de datos en tiempo real y el control a distancia de maquinaria

La implementación de fibra óptica ha permitido una comunicación fluida entre los equipos en terreno y los centros de control, además de la incorporación de sistemas de control remoto. El desafío, sin embargo, aún está en garantizar la cobertura en entornos aislados.

POR ANDREA CAMPILAY

y procesos. "Esto es vital para aumentar la eficiencia, mejorar la seguridad y reducir los costos operativos", destaca Cristián López, CEO de Unitti.

César Berardini, gerente de Innovación de Grupo Datto, explica que si bien solo este tipo de

enlace puede permitir el despliegue a gran escala de tecnologías que requieren simultáneamente un ancho de banda constante, de calidad y también baja latencia (rapidez del tráfico de datos), "solo cuando existe una infraestructura fotónica hasta la

última milla de la operación en la que se pretende incorporar la automatización a escala industrial es que es posible desplegar estas tecnologías a toda la operación".

## Desafíos

Pese a los avances en la infraestructura de telecomunicaciones disponibles a nivel país, a juicio de López, uno de los desafíos más significativos para la automatización minera es la necesidad de garantizar la cobertura y la resistencia de las redes en entornos extremos y aislados, además de asegurar una infraestructura

que no altere la producción así como también la capacitación del personal para manejar estas tecnologías eficazmente.

"El despliegue de redes de fibra óptica al norte de la Región Metropolitana aún está en deuda con las industrias mineras y las que las abastecen con otras infraestructuras, como la eléctrica", señala Berardini, añadiendo que esto ha impulsado a muchas empresas a desplegar infraestructura privada en sus operaciones, pero les sigue faltando la troncal de fibra óptica para potenciar la conexión.

## INNOVACIÓN



GRUPO DATCO CHILE

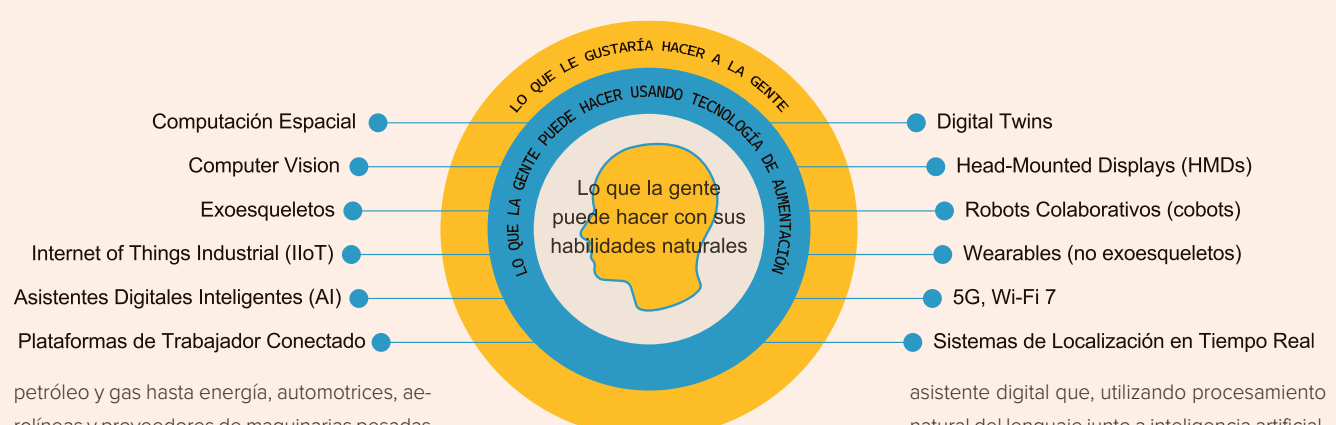
## Aumentar la Productividad mediante Innovación Combinatoria

Las personas seguirán siendo esenciales en terreno y esto implica que, para aumentar su productividad, hay que empoderarlas para que logren hacer más que lo que sus habilidades naturales les permiten. ¿Cómo se logra esto? Mediante la Aumentación.

Para que las empresas logren aumentar su productividad, reducir costos y aumentar su desempeño, deben ir más allá de la incorporación de tecnologías para la digitalización y la automatización. Sólo poniendo en primer lugar a las personas, que seguirán siendo esenciales en terreno, es posible alcanzar mejores KPIs.

Si se quiere que los trabajadores logren hacer más que lo que sus habilidades naturales les permiten, las empresas deben considerar la aumentación: la combinación de tecnologías para empoderar a las personas les permite aumentar la productividad e impulsar la excelencia en todas sus operaciones y procesos. El objetivo de la aumentación es amplificar las capacidades humanas mediante tecnología.

En Grupo DATCO, somos los pioneros en Latinoamérica en empoderar a los colaboradores que están en campo. Hemos implementado proyectos de aumentación de trabajadores en más de 50 empresas de la región, desde minería,



petróleo y gas hasta energía, automotrices, aerolíneas y proveedores de maquinarias pesadas para esas industrias.

Para aumentar las capacidades naturales de estos trabajadores, los dotamos de soluciones que les liberan las manos al usar una computadora. Combinamos dispositivos industriales de realidad aumentada controlados por voz -certificados IP66, MIL-STD-810 e intrínsecamente seguros- con plataformas para la asistencia experta remota y la ejecución de flujos de trabajo digitales. Además, les proveemos digital twins de los activos a intervenir, como así también wearables para monitorear constantemente el estado de salud de las personas. Complementados con siste-

mas de localización en tiempo real, basados en ultra-wideband, hemos logrado mejorar el bienestar de los empleados y su seguridad.

En procesos de puesta en servicio que antes se ejecutaban con papel y lápiz o tablet, redujimos su tiempo de ejecución en hasta un 60%, mientras que en inspecciones de activos logramos que, tras la aumentación, se realicen en la mitad del tiempo y con un 33% de mayor precisión, reduciendo los errores humanos.

Nuestra más reciente incorporación es IDA (Industrial Digital Assistant). Se trata de un

asistente digital que, utilizando procesamiento natural del lenguaje junto a inteligencia artificial, permite a los trabajadores industriales hacer preguntas complejas sobre sus labores diarias y recibir respuestas precisas obtenidas a partir de grandes volúmenes de información y fuentes de datos dispares de toda la empresa. A su vez, cuida la seguridad y confidencialidad de los datos, de manera que no salgan del entorno empresarial del cliente.

Sólo mediante la innovación combinatoria, que pone en primer lugar a las personas y a la tecnología al servicio de estas, nunca al revés, su empresa podrá liberar el potencial de su fuerza de trabajo y aumentar la productividad.



PHOENIX CONTACT

# Impulsando la Minería Sostenible en Chile y el Mundo con Soluciones de Industria 4.0

Esta iniciativa no solo aborda las necesidades locales, sino que también establece un modelo para la minería global.

En el contexto de la creciente demanda mundial por prácticas industriales sostenibles, Phoenix Contact está a la vanguardia en el desarrollo de soluciones de Industria 4.0 diseñadas para la minería, con un enfoque significativo en Chile, uno de los mayores productores de cobre del mundo.

Phoenix Contact ha reconocido que la minería, especialmente en regiones como Chile, enfrenta desafíos únicos debido a su geografía y la necesidad de proteger los delicados ecosistemas. A través de la implementación de tecnologías avanzadas, la empresa está facilitando una transformación hacia operaciones mineras más eficientes y menos invasivas.

“La columna vertebral de esta transformación es la integración del Internet de las Cosas (IoT), que permite la conexión y automatización de equipos a lo largo de la cadena de valor minera”, comenta Cristian Jacobsen, gerente general. Estos sistemas, comenta el ejecutivo, permiten un monitoreo en tiempo real de las operaciones, lo que ayuda a optimizar el consumo de recursos y reducir los desechos. En efecto, las soluciones de IoT de Phoenix Contact también facilitan la recolección y análisis de grandes volúmenes de datos para mejorar la toma de decisiones y aumentar la eficiencia operacional.

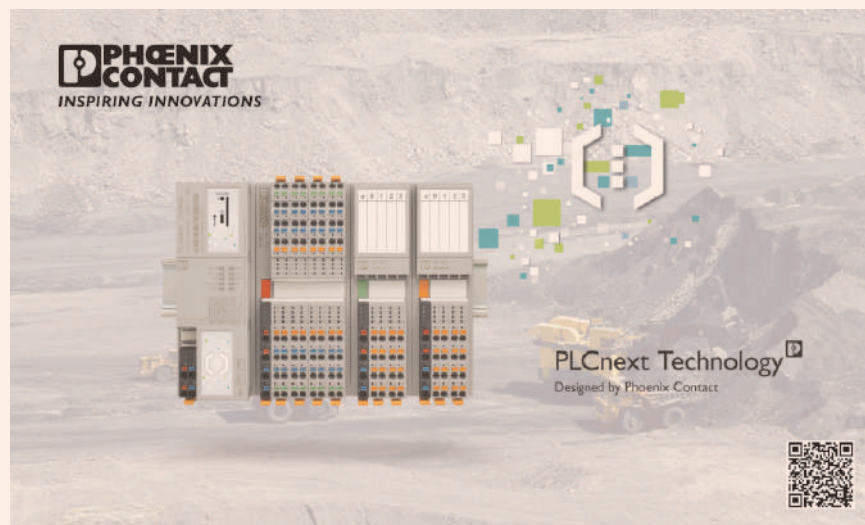
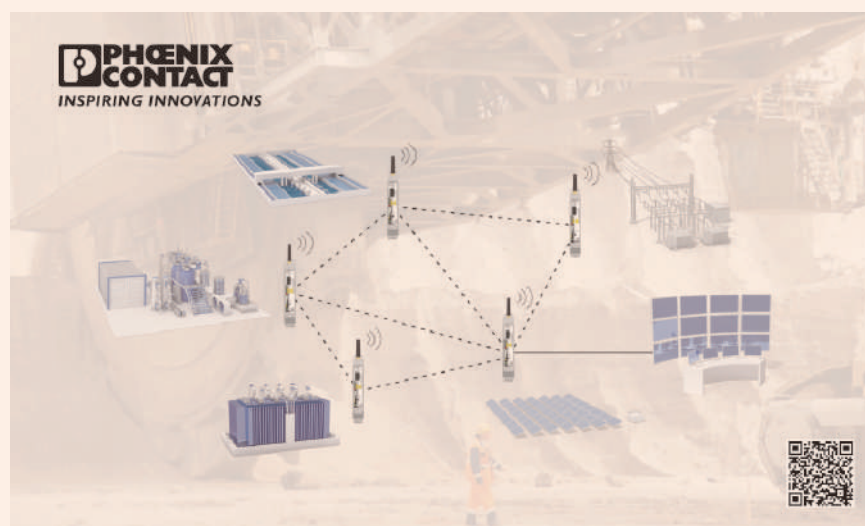
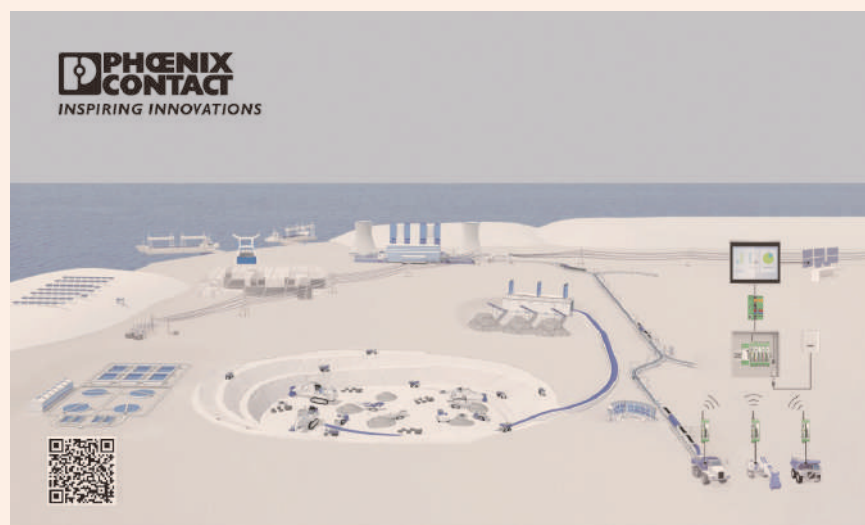
En el ámbito de la energía, un recurso crítico en la minería, Phoenix Contact está implementando sistemas de gestión energética que no solo reducen el consumo, sino que también promueven el uso de energías renovables.

En Chile, donde la radiación solar es alta en áreas mineras como el desierto de Atacama, Phoenix Contact está ayudando a integrar soluciones fotovoltaicas en las operaciones mineras, lo que disminuye la dependencia de combustibles fósiles y reduce las emisiones de carbono.

## Seguridad, diagnóstico predictivo y sostenibilidad

Otro aspecto crucial es la seguridad, tanto de los trabajadores como del entorno natural. Phoenix Contact ha desarrollado sistemas de seguridad avanzados que incluyen tecnologías de parada de emergencia y control de acceso. Estos sistemas no solo protegen al personal, también aseguran que los procesos operativos cumplan con las normativas ambientales y de seguridad más estrictas.

Además, la adopción de técnicas de



Cristian Jacobsen, gerente general.

diagnóstico predictivo mediante algoritmos de inteligencia artificial (IA) está revolucionando el mantenimiento de equipos. Estos algoritmos predicen fallas antes de que ocurran, lo que minimiza el tiempo de inactividad y prolonga la vida útil del equipo, una ventaja significativa en términos de sostenibilidad y costos operativos.

Asimismo, Phoenix Contact también está contribuyendo a la sostenibilidad ambiental mediante la implementación de sistemas que monitorizan y controlan la calidad del agua y la emisión de contaminantes. En Chile, esto es especialmente importante dado el impacto potencial de la minería en los recursos hídricos y la biodiversidad local.

En conclusión, “la estrategia de Phoenix Contact de utilizar soluciones de Industria 4.0 no solo está transformando la minería en Chile, sino también ofrece un modelo replicable para la minería en todo el mundo”, destaca Cristian Jacobsen.

Mediante la utilización de tecnologías avanzadas, Phoenix Contact está liderando el camino hacia una minería más eficiente, segura y, sobre todo, sostenible, asegurando que la industria pueda cumplir con sus responsabilidades tanto económicas como ecológicas.



# AUTOMATIZACIÓN Y OPERACIÓN REMOTA: CLAVES PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA Y SEGURIDAD EN LAS FAENAS

Según Markets & Markets, se espera que el tamaño del mercado mundial de automatización minera en 2024 sea de US\$ 3.600 millones, cifra que representa un crecimiento de más de US\$ 200 millones respecto del año anterior. Este panorama se ha incorporado en la industria nacional y ha llevado a que las empresas mineras que operan en Chile también estén participando en su desarrollo, implementando distintas y nuevas tecnologías en el sector para poder concretar operaciones a distancia o de forma automatizada.

En la industria nacional, estos procesos han ganado un impulso significativo como parte de la estrategia para aumentar la eficiencia operativa, mejorar la seguridad en las minas y optimizar el uso de recursos, señala Danilo Naranjo, fundador de Wingsoft y Ocular. "Las grandes empresas mineras han implementado centros de control remoto que les permiten monitorear y controlar equipos a distancia, reduciendo tiempos de inactividad y mejorando la capacidad de respuesta ante emergencias", ejemplifica.

Para Cristián López, CEO de Unitti, el camino chileno ha sido progresivo y se ha acelerado en los últimos años. "Frente al aumento de costos en la minería del cobre, estas herramientas ofrecen beneficios significativos", señala, detallando que

**Control remoto para maquinaria pesada, plataformas de gestión de datos que integran internet de las cosas para monitorización en tiempo real y sistemas avanzados de simulación y modelado 3D son parte de las herramientas que han llegado a revolucionar el sector.**

POR SOFÍA PREUSS O.

los sistemas de control remoto para maquinaria pesada, plataformas de gestión de datos que integran internet de las cosas (IoT) para monitorización en tiempo real y sistemas avanzados de simulación y modelado 3D son las más destacadas.

A pesar de los avances, César Berardini, gerente de Innovación de Grupo Datco, explica que aunque esta industria es líder a nivel mundial en producción en distintos minerales, aún se encuentra lejos del podio de la automatización respecto a otros mercados como Australia, Suecia y Estados Unidos. "Esto se explica, en parte, porque países que tienen menos reservas de un determinado mineral superan a Chile en producción. Por ejemplo, Australia con el litio", indica.

## Beneficios

Estas tecnologías permiten una reducción en los costos

operacionales mediante la optimización de procesos y la disminución del tiempo de inactividad de los equipos, define el ejecutivo de Unitti, añadiendo que al minimizar la exposición de los trabajadores a condiciones peligrosas, contribuyen a la disminución de los costos de mano de obra. "Adicionalmente, la precisión de las operaciones mejora, lo que reduce el desperdicio de recursos y optimiza el consumo

energético", señala.

Opinión compartida por Álvaro Videla, profesor de Ingeniería de Minería UC y director del Centro de Energía UC, quien destaca que el uso de sistemas de monitoreo en línea ha mejorado significativamente la operación minera: "Los camiones autónomos muestran consistentemente aumentos en productividad entre el 10% al 15%, y la incorporación de modelos predictivos aporta aumentos de productividad entre el 5% al 15%".

Los requerimientos de las empresas mineras en materia tecnológica son cada vez más exigentes, de igual modo frente a los conceptos de seguridad, prevención, productividad y eficiencia, apunta Marcelo Rojas, gerente de Ventas y Servicios

de Electrohidráulica. Es por ello que estas herramientas suman a la protección de los operadores "para llevarlos a un ambiente de seguridad, resguardo y confort, eliminando los riesgos de accidentes por derrumbes, gases y polvo", sostiene.

El ejecutivo de Wingsoft y Ocular señala que ante el aumento de los costos operativos en la minería del cobre en Chile -reportado por Cochilco en el primer semestre de 2023- emergen las tecnologías de automatización y operación remota como soluciones claves para abordar estos desafíos. Gracias a la eficiencia de los equipos autónomos, "estas herramientas permiten una reducción significativa en los costos operativos mediante la minimización de la mano de obra intensiva y la optimización del uso de recursos, como combustibles y energía".

En la misma línea, el experto destaca que el mantenimiento predictivo -habilitado por las tecnologías- juega "un rol crucial en la reducción de paradas no planificadas y costosas reparaciones, mientras que la mejora en seguridad reduce los costos relacionados con accidentes y cumplimiento normativo". En conjunto, estos instrumentos no solo ayudan a manejar los costos, "sino que también fortalecen la competitividad y sostenibilidad de la minería en Chile", concluye el profesional.

US\$ **5.100**  
MILLONES

ALCANZARÍA EL MERCADO MUNDIAL DE LA AUTOMATIZACIÓN Y REMOTIZACIÓN MINERA EN 2029, SEGÚN MARKETS & MARKETS.



# “LOS PROVEEDORES DEBEN SER CATALIZADORES DEL CRECIMIENTO Y LA SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA DEL LITIO”

Chile posee el 41% de las reservas mundiales de litio, mineral que ya se ubica como el segundo producto minero más relevante en las exportaciones para el país. Sin embargo, según datos del Banco Central, las ventas de litio al exterior acusaron una caída de 61% en marzo, respecto al mismo mes del año anterior, al sumar solo US\$ 247 millones.

Pese a estas cifras, en la Asociación de Proveedores de la Minería (Aprimin) hay optimismo respecto al futuro de la naciente industria, debido a que se prevé un crecimiento significativo en la demanda global, especialmente por su uso en baterías para vehículos eléctricos y soluciones de almacenamiento energético, explica Ari Bermann, director de la entidad.

“Se espera que los proveedores

**Ari Bermann, director de la Asociación de Proveedores de la Minería, sostiene que es crucial pulir los servicios que promuevan prácticas sostenibles, además de mejorar la productividad y eficiencia de las operaciones mineras.**

POR MACARENA PACULL

sean catalizadores del crecimiento y la sostenibilidad en la industria del litio”, resalta el ejecutivo y, por ello, estas empresas deben desarrollar servicios que, además de mejorar la productividad y eficiencia de las operaciones mineras, promuevan prácticas sostenibles y responsables, elementos “fundamentales para impulsar la expansión responsable de la industria”.

En ese sentido, añade que el desafío principal para los proveedores de la industria del litio



es la integración de tecnologías avanzadas para lograr una mayor eficiencia en las operaciones y cumplir con las estrictas regulaciones ambientales.

“Es imprescindible implementar un nuevo plan estratégico para la inversión en el sector del litio, teniendo en cuenta la volatilidad del mercado y las proyecciones de aumento en la demanda”, advierte, y considera que es clave para las empresas proveedoras “la adaptabilidad y la capacidad para responder a las fluctuaciones del mercado, que son esenciales para sostener el crecimiento a largo plazo”.

El profesional considera que expandir y diversificar sus servicios, enfocándose en la innovación y la calidad, el compromiso con la excelencia operativa y la satisfacción del cliente, junto con una estrategia proactiva para enfrentar desafíos futuros, serán temas clave para que los proveedores logren mantener la competitividad y la relevancia en un mercado en constante evolución.

Para lograrlo, Bermann sostiene que “la colaboración con empresas mineras, la formación de alianzas estratégicas, el compromiso con la protección ambiental y el desarrollo comunitario son fundamentales para impulsar la expansión responsable de la industria”.

## PUBLIRREPORTAJE

### SUMMIT NANOTECH

## Tecnología sostenible para la extracción directa de litio

Con la experiencia de proyectos a nivel global, Summit Nanotech es pionero en el desarrollo de tecnologías para establecer nuevos estándares en la extracción limpia de este preciado metal.

En un contexto global de una alta demanda de litio, asegurar un suministro sostenible para la transición energética actual es clave. “Summit tiene una comprensión empresarial holística, donde considera no sólo variables económicas sino también sociales y ambientales. A través de años de experiencia en liderazgo adquirida en la industria del petróleo y el gas en Canadá, Summit Nanotech comprende el enfoque de 360 grados para la minería ética”, explica Paul Barbaro, General Manager LATAM de Summit Nanotech.

Con presencia también en Argentina, Chile y Estados Unidos, es una empresa líder en tecnología limpia para la extracción directa

de litio (DEL). “La solución Summit denaLi™ captura los iones de litio en salmuera mediante nanotecnología. Después de la extracción, Summit reinyecta la salmuera agotada en litio al salar para preservar los recursos acuíferos de agua dulce cercanos. Luego, la solución de litio purificada se refina utilizando una cantidad limitada de productos químicos para minimizar el impacto ambiental”, ilustra Barbaro.

Además de su alcance internacional, Summit brinda a sus clientes los beneficios de su experiencia en las pruebas de salmueras de diferentes tipos y múltiples fuentes. “Entendemos que el proceso de Contratos Especiales de Operación del Litio (CEOL) tiene como objetivo promover el time to market más rápido para su extracción. Nuestra experiencia internacional brindará a Chile certeza en torno al uso de la tecnología DLE en las nuevas plantas de procesamiento de litio”, resume Barbaro.



### denaLi™ DLE: Extracción directa de litio sostenible

Summit trabaja con empresas mineras para generar valor y preservar el medio ambiente.

- Hasta un 95% de recuperación de litio.
- 95% de recuperación de agua.
- Acotado uso de tierra.



Este lunes, el ministerio de Minería e Inversión de Chile publicaron el documento "Exposición de interés y requerimientos de información" para que inversionistas privados declaren su intención de explotar el litio y en qué salares, el grado de inversión que quieren realizar y con qué tecnología, para poder evaluar las posibilidades de desarrollar dichos proyectos, en el marco de la Estrategia Nacional del Litio que lleva adelante el país para promover el mineral de forma armónica en salares clave.

"Aún es muy temprano para evaluar el proceso. Ahora, lo que hemos recogido ha sido mucho interés por ser parte del proceso. Solo el primer día tuvimos más de 70 descargas de las bases desde distintas partes del mundo", detalla la ministra de Minería, Aurora Williams.

La ministra indica que, si bien aún no reciben consultas, esperan que con el paso de los días empiecen a llegar. El plazo máximo para ello es el 17 de mayo.

"El inicio del proceso para recibir manifestacio-

nes de interés es un paso más en la consolidación de la Estrategia Nacional del Litio. Los últimos meses hemos trabajado con el compromiso de entregar certezas, diálogo y participación de las comunidades, transparente, profesional y con visión de futuro para construir, entre todos y todas, una potente industria nacional del litio para el presente y futuro de Chile", destaca la secretaria de Estado.

Los énfasis de la cartera han estado en las definiciones en cuanto a la participación del Estado y los privados en el desarrollo de la industria del litio, estableciendo, por ejemplo, los salares a explorar en un país que tiene las mayores reservas del mineral, pero que es el segundo mayor productor del mundo, superado solo por Australia.

"El proceso de determinar partes interesadas en la exploración de litio en nuevas áreas de nuestro país figura como un hito clave en la hoja de ruta de la Estrategia Nacional del Litio, y vuelve a poner a Chile en el centro de gravedad de importantes participantes

# CHILE DESPIERTA EL INTERÉS DE LOS INVERSIONISTAS PARA EXPLOTAR LITIO

Apenas van cinco días desde que se abrió el proceso para que los interesados declaren qué salar quisieran explorar, explotar o procesar, pero desde la cartera de Minería señalan que solo el primer día hubo más de 70 descargas de las bases desde distintas partes del mundo. POR FRANCISCA ORELLANA



## PUBLIRREPORTAJE

# Planta piloto de CleanTech Lithium produce primera partida de Eluato de cloruro de litio usando DLE

CleanTech Lithium PLC (CTL), compañía de exploración y desarrollo de proyectos sostenibles de litio en Chile, inició la operación de su planta piloto en Copiapó, produciendo el primer eluato de cloruro de litio a partir del proceso de Extracción Directa de Litio (DLE, por sus siglas en inglés). Este avance no solo confirma el compromiso de CTL con la innovación tecnológica sino también con los lineamientos establecidos en la Estrategia Nacional del Litio del Gobierno de Chile.

"La operación de esta planta piloto marca un precedente en la industria y coloca a CleanTech Lithium en una posición privilegiada para liderar el mercado del litio en Chile", afirmó Steve Kesler, Presidente Ejecutivo y CEO Interino de CTL. "Nuestro proceso de DLE no solo representa una revolución en la eficien-

cia y sostenibilidad de la extracción de litio, sino que también es un testimonio de nuestro compromiso con la producción responsable y ambientalmente consciente."

La planta, ubicada en Copiapó, cuenta con una capacidad de producción mensual de 1 tonelada de carbonato de litio equivalente, lo que convierte a CTL en una de las pocas empresas del sector que produce volúmenes a escala piloto de producto con grado batería, lo que le permite ofrecer muestras de alta calidad a potenciales socios estratégicos, incluidos los principales fabricantes de vehículos eléctricos y baterías, preparando el terreno para futuros acuerdos de compra.

La salmuera del proyecto de Laguna Verde se almacena en un gran recipiente de 243.000 litros fuera de la planta piloto, y se introduce en



CleanTech Lithium cuenta con dos proyectos clave de litio en la Región de Atacama: Laguna Verde y Cuenca Negro Francisco.

un tanque interior tras haber pasado por filtración, para eliminar los sólidos en suspensión. Luego, se inyecta en las columnas de DLE, llenas de adsorbente, diseñadas para actuar y seleccionar las moléculas de litio. El litio, en forma de cloruro de litio, se adsorbe de la salmuera antes del proceso de desorción con agua, que crea un eluato de cloruro de litio. La Extracción Directa de Litio actúa como una etapa de purificación que recupera el cloruro de litio de la salmuera y rechaza más del 99% de las demás impurezas.

El eluato concentrado se enviará mensualmente por lotes a Canadá y Estados Unidos, donde se convertirá en carbonato de litio para

baterías completando el proceso industrial estándar que CTL planea utilizar a escala comercial para el proyecto de Laguna Verde.

CleanTech Lithium cuenta con dos proyectos clave de litio en la Región de Atacama: Laguna Verde y Cuenca Negro Francisco. A inicio de abril, la compañía anunció que reingresaría las solicitudes de Contratos Especiales de Operación de Litio (CEOL) para ambos proyectos, actualizándolos en línea con los últimos requerimientos que estableció el Gobierno de Chile los que, junto a el trabajo asociativo con comunidades locales y su enfoque de participación temprana, contribuirán a acelerar su proceso de aprobación.





**Chile es el segundo mayor productor global de litio y lanzó una política nacional para aumentar el control estatal en salares considerados estratégicos y abrir una veintena de otros salares a iniciativa privada.**

al interior de la industria del litio en términos de poder participar en futuros proyectos de producción de litio en Chile”, destaca Víctor Pérez, académico de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez.

**Metas**

A la fecha, el país ha encomendado a Codelco y Enami desarrollar proyectos estratégicos, se han definido salares para explotar (Salar de Atacama y Maricunga) y otros a proteger o explorar, entre algunos avances.

La ministra Williams explica que, en paralelo, se sigue avanzando en otras áreas de la estrategia que lleva adelante el país: “Estamos en pleno desarrollo de los procesos de consultas indígenas para el otorgamiento de los Contratos Especiales de Explotación del Litio a Enami y Codelco, en la Región de Atacama, que buscarán socios privados para el desarrollo de sus proyectos en salares de gran interés”.

El Ministerio del Medio Ambiente, en tanto, trabaja en la creación de la Red de Salares Protegidos.

La ministra Williams

añade que próximamente anunciarán, junto al Ministerio de Ciencias, “la creación del Instituto de Litio y Salares, que complementa los esfuerzos de avanzar en un desarrollo integral, generando conocimiento público en litio y salares para su protección, el desarrollo de mejores proyectos y las interacciones que existen en los territorios que conviven en estos ecosistemas”.

Para este año, proyecta tener resultados auspiciosos en los procesos de consulta indígena, que se concentrarán entre 2024 y 2025: “El 2025 debiera ser el año de los nuevos proyectos, de celebrar acuerdos con empresas y comunidades,

garantizando un futuro próspero para una industria del litio desarrollada en Chile”.

Alicia Domínguez, socia líder para la industria de Energía y Minería de EY, indica que aún está pendiente saber “cómo seguirán prosperando las alianzas y negociaciones con Codelco y Enami, y si alguna otra empresa del Estado participará eventualmente en este negocio también. Y queda también pendiente saber si habrá cambio de calificación de algunos salares, porque ha habido por ahí voces expertas que están desafiando la calificación que se hizo de ellos”.

Pérez acota que actualmente el mundo empresarial y la ciencia jugarán un rol clave en abordar los temas medioambientales y determinar los efectos de la producción en el frágil ecosistema de nuestros salares: “El mayor desafío está vinculado al potencial impacto medioambiental que tendrá la reinyección de salmueras en los salares asociado a las nuevas tecnologías de extracción directa de litio que se encuentran escalando en Chile”.



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
Universidad del Estado

¡Visítanos!  
www.uta.cl

## Utarapacá: Impulsando el Futuro Sostenible con Litio y Tecnología

En el extremo norte de Chile se encuentra el Laboratorio de Termosifones Bifásicos (LABTER), del Departamento de Ingeniería Mecánica-UTA, uno de los pocos laboratorios en el mundo especializados en el uso de esta tecnología.

“Como laboratorio estamos desarrollando superconductores de calor que utilizan diferentes fluidos de trabajo, entre ellos el litio, ya que es ideal para operar a altas temperaturas, principalmente en aplicaciones de energía solar concentrada”, señaló el doctor en ciencias térmicas, Luis Cisterna, académico encargado del laboratorio. Los termosifones son capaces de transferir grandes cantidades de calor con pequeñas gradientes de temperatura, operando en un ciclo cerrado de evaporación y condensación, transfiriendo energía térmica de manera eficiente y pasiva.

Esto permitiría desarrollar el transporte eficiente de calor para la generación de electricidad, posicionando a Chile no solo como un extractor de litio sino también como desarrollador de tecnologías avanzadas.

## UTarapacá + Sostenible

“Sin duda dominar la tecnología de los superconductores de calor nos va a permitir cierta autonomía en la generación de electricidad cuando se utiliza el litio como fluido de trabajo. Al mismo tiempo, desarrollar sistemas de control térmico para las baterías mejorará la eficiencia en su uso y almacenamiento. Esto nos permitirá adaptarnos mucho más rápido a la electromovilidad y a los desafíos energéticos del país”.

Dr. Luis Cisterna, Académico de la Facultad de Ingeniería UTA

TERMOSIFONES BIFÁSICOS



ESTUDIO E INNOVACIÓN UTA de tecnologías renovables



EFICIENCIA ENERGÉTICA

desde el norte de Chile

En este contexto, Cisterna destacó la importancia de la electromovilidad en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y cómo la tecnología de LABTER mejoraría el rendimiento de las baterías de litio, disipando el calor producido por ellas dentro del vehículo: “Si ese calor generado por y entorno a las baterías no es transferido, va generar un aumento en su temperatura, perjudicando enormemente su desempeño y también reduciendo su vida útil. Las baterías de litio aún son bastante caras, necesitan el control térmico que los termosifones pueden proporcionar”.



@utarapaca