

SOLID

GROUND

#1 2021

UNA REVISTA DE
SANDVIK MINING AND ROCK SOLUTIONS

Rusia:
**En Siberia
bajo cero**

Sandvik LH518B:
**La próxima generación
en electrificación**

AutoMine Concept:
**Una muestra
del futuro**

Suecia: LKAB

Creciendo hacia abajo

SANDVIK

Estimado lector,

ESTRENAMOS UN NUEVO nombre dentro del Grupo Sandvik, Sandvik Mining and Rock Solutions (antes Sandvik Mining and Rock Technology). Pero la tecnología seguirá siendo el pilar de las soluciones que ofrecemos a nuestros clientes.

“El futuro ya está aquí” puede decirse respecto al vehículo AutoMine Concept, nuestra visión de futuro para los equipos mineros autónomos, en operación en nuestra mina de pruebas en Finlandia. Diseñado exclusivamente para el funcionamiento autónomo a control remoto, este cargador eléctrico a batería de alto rendimiento cuenta con prestaciones de mapeo en línea en 3D y prevención confiable de colisiones. Es capaz de encontrar la ruta óptima incluso en entornos mineros en continuo cambio.

LA EXPRESIÓN ES válida también para el cargador eléctrico a batería Sandvik LH518B, un diseño VEB de tercera generación dotado de soluciones nuevas para mejorar la visibilidad del operador y agilizar los cambios de batería. Y también es aplicable al revolucionario concepto Top Hammer XL, la última incorporación a nuestra oferta de perforadoras de superficie y una alternativa realista a la tecnología DTH para tamaños de tiro de hasta 178 milímetros. Nuestras soluciones solo son parte de nuestra ecuación: lo que realmente nos diferencia a la hora de maximizar la productividad de nuestros equipos es la asistencia prestada a pie de mina por nuestro personal de servicio altamente calificado.

Nuestro compromiso no se limita a nuestros clientes sino que se extiende a la industria y al mundo en general. Por eso, seguimos ensanchando los límites de la automatización, la digitalización, la electrificación y la sustentabilidad. Creemos que la productividad y la sustentabilidad van de la mano, que una mina más productiva es también más sustentable.

Tecnología y soluciones: una evolución que, al mirar atrás, no se sentirá como una revolución.



HENRIK AGER
PRESIDENTE SANDVIK MINING
AND ROCK SOLUTIONS



INICIO

Actualización internacional..... 4

MINA LKAB KIRUNA

Un gigante renovado..... 6

AUTOMINE CONCEPT

Abriendo nuevos caminos 14

ALTAYVZRYVSERVIS

Rendimiento extremo 18

PERFIL

La caja negra de la minería..... 24

TOP HAMMER XL

Supera los límites 26

SUSTENTABILIDAD

La profundidad del cambio..... 30

EL EXPERTO

Reconfigurar la industria..... 33

SANDVIK LH518B

Listo para cargar..... 34

PERSPECTIVA GLOBAL

Rayo de luz para la minería remota....38

SOLID GROUND revista de negocios y tecnología de Sandvik Mining, Kungsbron 1, 111 22 Estocolmo, Suecia. Tfn: +46 (0)8 845 61100. Se publica dos veces al año en alemán, bahasa, chino, español, francés, inglés, portugués, ruso y sueco. Es una revista gratuita para los clientes de Sandvik Mining and Rock Solutions. Publicada por Spoon Publishing de Estocolmo, Suecia. ISSN 2000-2874.

Editora responsable: Tiina Heiniö. **Jefe de proyecto:** Eric Gourley. **Jefe de redacción:** Jimmy Håkansson. **Subjefe:** Michael Miller. **Director creativo:** Pernilla Stenborg. **Coordinación de idiomas:** Louise Holpp. **Editor en español:** Eric Oller Westerberg. **Traducción:** Stephen Pepper. **Preprensa:** Markus Dahlstedt. Foto de tapa: Adam Lach. **Consejo editorial:** Robert Ewanow, Eric Gourley, Tiina Heiniö, Antti Niemi, Kate Parkinson y Katja Rivilä.

Por favor, tenga en cuenta que no se aceptan artículos no solicitados. El material publicado en la revista sólo puede ser reproducido con autorización previa. Consulte al jefe de redacción de *Solid Ground*. Los artículos y opiniones expresadas en *Solid Ground* no reflejan necesariamente los puntos de vista de Sandvik Mining y la editora. AutoMine, Knowledge Box, OptiMine, Pantera, RockPulse y Toro son marcas registradas de las empresas de Sandvik Group en Suecia y otros países.

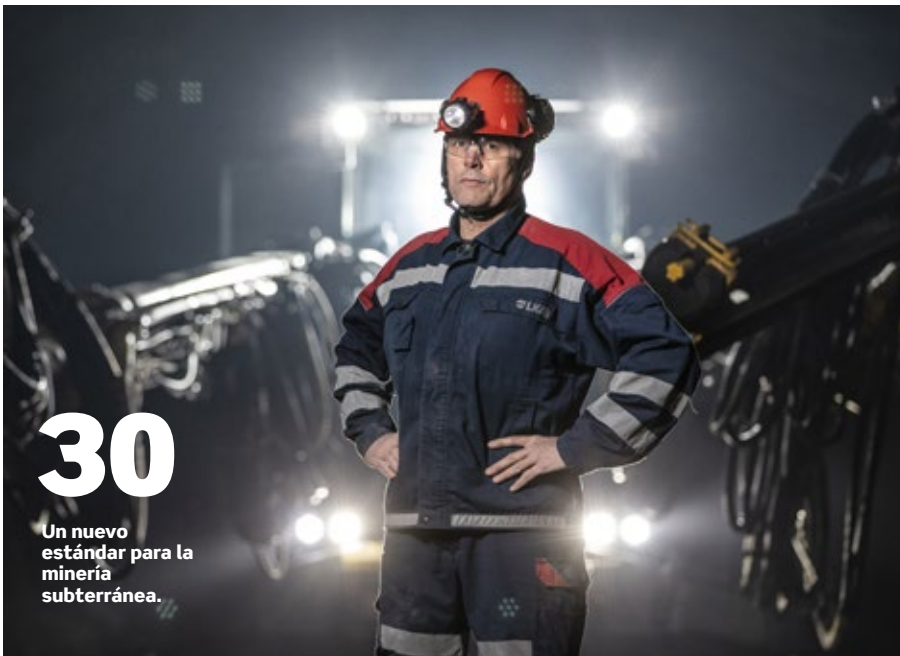
E-mail y cuestiones de distribución: solidground@sandvik.com
Internet: solidground.sandvik

Solid Ground se publica con fines informativos Su contenido es de carácter general y no debe ser tomado como consejo o base para decisiones en cuestiones específicas. Cualquier uso de la información proporcionada es por cuenta y riesgo del usuario, y Sandvik Mining no se responsabiliza de los posibles daños directos, indirectos o de otro tipo, derivados del uso de la información publicada en esta revista.

Sandvik procesa la información personal de acuerdo al Reglamento General de Protección de Datos de la UE (GDPR). Puede ver los detalles en www.home.sandvik/privacy. Para darse de baja o modificar su suscripción escriba a solidground@sandvik.com



Sumario **1.21**



PESOS PESADOS

Dos roadheaders tuneladoras Sandvik MT720, adaptadas especialmente para la excavación de roca dura, están a punto para enviarse a Corea del Sur. Su diseño robusto y sus prestaciones únicas ofrecen un rendimiento y una precisión de perfil excelentes. Trabajarán en una ampliación de 3,5 kilómetros de la línea de metro de Incheon, en la zona de Seúl. Debido a las restricciones urbanas en materia de perforación y tronadura, las Sandvik MT720 aplicarán resistencias a la compresión y abrasividades altas, poco habituales en el corte mecánico, utilizando tecnología ICUTROC de Sandvik. Además, el sistema CUTRONIC se encargará del corte automatizado para aumentar la productividad y mejorar la precisión.

Y cuando llegue el *bolter miner* eléctrico Sandvik MB670-1 a la mina de carbón subterránea Muraidih en Barora, Dhanbad, en la India, le esperan metas ambiciosas en un mercado nuevo y creciente. Diseñado para excavar galerías e instalar pernos de techo y pilar simultáneamente, el Sandvik MB670-1 es una solución más segura y eficiente para el desarrollo rápido de accesos en la minería de tajo largo que otras tecnologías disponibles en el mercado.



La Serie i pulveriza dos récords



Demetre Harris

por su terreno duro, una perforadora Sandvik DR412i equipada con una solución AutoMine optimizada mostró una productividad superior a los equipos de la competencia.

Una vez resuelto un cambio en la geología con las potentes herramientas de Sandvik y el apoyo de sus expertos, la mina logró un nuevo récord de 305 metros perforados en un solo turno. Dos meses más tarde, se

Una colaboración entre Sandvik Mining and Rock Solutions y una mina de hierro en Estados Unidos, ha tenido como fruto dos nuevos récords de perforación.

En una zona conocida

LOS RÉCORDS

305
metros en un solo turno

18.5
metros por hora programada

alcanzó un récord histórico de 18,5 metros por hora programada (velocidad de penetración media) con el algoritmo AutoDrill adaptativo de próxima generación.

“Aplicando el algoritmo correcto, que permite el ajuste automático tanto de la rotación como de la tracción descendente, al cual se sumó la actitud proactiva del cliente para pensar ‘fuera de la caja’, perforando tiros más pequeños en terrenos difíciles, se consiguieron resultados sin precedentes. Seguiremos profundizando nuestra colaboración, con la puesta en servicio de dos perforadoras adicionales y su integración sin fisuras en el sistema de gestión de flotas existente del cliente”, afirma Demetre Harris, gerente de productos de automatización en Sandvik Mining and Rock Solutions.

BUENAS PRÁCTICAS PREMIADAS

Frost & Sullivan ha distinguido a Sandvik con su Premio 2020 Global al Liderazgo en Soluciones de Minería Autónoma por sus soluciones avanzadas de automatización, teleoperación y digitalización, AutoMine y OptiMine.

“Sandvik es la única empresa de equipos y soluciones para la minería que ha sido galardonada en nuestra Promoción 2020 de las 50 Mejores Prácticas Digitales”, señala Rohit Karthikeyan, analista industrial de Frost & Sullivan.



Perforadora gigante para Sudamérica

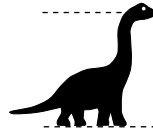
La DR416i, la perforadora rotativa más grande de Sandvik, ha sido transportada con éxito desde Florida a Brasil. Con un peso de más de 200 toneladas, la Sandvik DR416i ha llegado a Sudamérica para perforar barrenos de 311 milímetros de diámetro en una mina de mineral de hierro.

EL TAMAÑO IMPORTA: MEDIDAS DE LA SANDVIK DR416I



Diámetros de tiro

270 milímetros y 406 milímetros; el segundo mide igual que una pelota playera típica



21 metros, el mismo largo que un Apatosaurus



Tamaño de varilla/tubo

273 milímetros de diámetro, lo mismo que una pizza mediana estándar



Potencia

1118 kW, la misma potencia que el motor turboalimentado de una Bugatti Chiron



Con sus casi 212 toneladas de peso, hacen falta nueve camiones de gran tonelaje para transportar la perforadora más grande de Sandvik.

Mejoras con herramientas conectadas

Se sigue avanzando en la conexión de los equipos de construcción en los proyectos de infraestructura. Un objetivo es consolidar los sistemas de datos mixtos en la nube para identificar tendencias y mejorar la eficiencia, el tiempo de servicio y la seguridad. Sandvik es el primer fabricante que ofrece esta interoperabilidad con su Infrakit, que conecta su sistema de monitoreo remoto SanRemo para equipos de perforación de superficie con otros equipos, máquinas y trabajadores en una sola plataforma. Se busca reducir la complejidad y compartir datos con otros sistemas y usuarios para maximizar la productividad.



Sandvik crea una nueva área de negocio

La división de Trituración y Clasificación de Sandvik se ha convertido en un área de negocio autónoma llamada Sandvik Rock Processing Solutions. En los últimos años, la división de Trituración y Clasificación ha mejorado significativamente sus resultados y se tomó la decisión de habilitar un enfoque totalmente centrado en el cliente y la cadena de valor del procesamiento de roca. La nueva área de negocio también permitirá a Sandvik Mining and Rock Solutions potenciar su oferta básica para la extracción de roca con opciones de digitalización, automatización y electrificación.

Dice Stefan Widing, presidente ejecutivo de Sandvik: "Sandvik lidera el mercado de procesamiento de roca, y nuestra división de Trituración y Clasificación se destaca por sus buenos resultados. Al establecer Rock Processing Solutions como área de negocio, mejoraremos la transparencia y potenciaremos nuestras ambiciones de crecimiento". Puede ver la oferta de soluciones en rockprocessing.sandvik.



UN GIGANTE RENOVADO

KIRUNA, SUECIA. En la región ártica del norte de Suecia, el cargador subterráneo de mayor capacidad de la industria está ayudando a la mina de hierro subterránea más grande del mundo a mantenerse a la vanguardia del desarrollo tecnológico. ▶

TEXTO: ERIC GOURLEY FOTO: ADAM LACH



Con una capacidad de carga útil de 25 toneladas, el Toro LH625iE es el más grande de los cargadores eléctricos con cable de Sandvik.



“Si queríamos usar máquinas grandes y productivas, el diésel no era viable como opción”, dice Per Brannman, gerente de la división de carga de la mina de Kiruna.

de mineral y mantenimiento, tanto de los equipos como de los caminos.

“Asegurar la calidad del aire no es cuestión de poner más ventilación. También hay que perforar más túneles. Si queríamos usar máquinas grandes y productivas, el diésel no era una opción viable”, dice.

SIENDO UNA DE las primeras minas en usar cargadores eléctricos con cable, LKAB conoce perfectamente las ventajas de sustentabilidad y productividad de la minería eléctrica. Kiruna probó su primer cargador eléctrico con cable en 1985. Pocos años después, decidió actualizar su flota con ese tipo de equipos.

“Las necesidades de ventilación pesaron mucho en esa decisión. Y, además, con eso mejoramos las condiciones de trabajo bajo tierra”, cuenta Brannman.

Además de cero emisiones, los motores eléctricos generan menos calor, vibración y ruido; mejoran las condiciones de trabajo bajo tierra a la vez que reducen considerablemente las necesidades de ventilación.

Los equipos eléctricos también pueden reducir los costos energéticos a una mínima parte de los de una mina comparable que utiliza máquinas diésel.

“Hemos demostrado que prescindir de los motores diésel tradicionales y los combustibles fósiles multiplica la capacidad de

Había que aumentar la producción y, para eso, hacían falta máquinas más grandes

DESDE QUE LKAB inició la explotación de su famosa mina de Kiruna, en 1898, se han extraído casi 1.500 millones de toneladas de mineral de hierro. Con quinientos kilómetros de galerías, es una de las operaciones subterráneas más modernas del mundo y es reconocida por su compromiso con la innovación y la implementación de tecnología pionera.

El yacimiento de Kiruna mide unos 80 metros de ancho y 4 kilómetros de largo, y alcanza una profundidad de hasta dos kilómetros. Lo que comenzó como una mina a rajo abierto ha ido creciendo paulatinamente hasta convertirse en una mina subterránea profunda de alto volumen. En 1999, Kiruna ya había pasado los 1.000 metros de profundidad. En 2012, para continuar la explotación hasta el año 2035, abrió un nivel principal de transporte a 1.365 metros de profundidad.

Pero estos túneles tan profundos encarecen

la ventilación. “Había que aumentar la producción y, para eso, hacían falta máquinas más grandes. Pero usar máquinas diésel nos parecía muy problemático”, explica Per Brannman, que dirige la división de carga de la mina, con 300 empleados. Su división es responsable del saneo, carga de explosivos, tronadura, carguío, renovación de los piques

LKAB

Luossavaara-Kiirunavaara AB (LKAB) es un grupo internacional de alta tecnología dedicado principalmente a la extracción y procesamiento de mineral de hierro en Suecia para el mercado global del acero. La empresa extrae el 80% del total de mineral de hierro extraído en Europa. En 2020, su volumen de producción ascendió a 27,1 millones de toneladas. Las ventas de LKAB, fundada en 1890 y de propiedad del estado sueco, alcanzaron los 3.900 millones de dólares en 2020. Tiene unos 4.500 empleados en 12 países. Otras actividades del grupo incluyen minerales industriales, sistemas de perforación, transporte ferroviario, servicios de construcción con rocalla y gestión inmobiliaria.



LKAB extrae el 80% de todo el mineral de hierro de Europa. En 2020, su volumen de producción ascendió a 27,1 millones de toneladas de mineral.





Desde su fundación en 1890, LKAB se ha convertido en una empresa internacional. Hoy, está presente en 12 países y cuenta con unos 4.500 empleados en todo el mundo.

Trabajar juntos en un proyecto de esta envergadura exige una mentalidad abierta

transporte y potencia la productividad”, afirma Brannman. “Es algo que hemos comprobado desde principios de los años 80. Conocemos perfectamente las cualidades de las máquinas eléctricas. Ahora queremos dar un paso más”. Una vez que decidieron pasar a los cargadores eléctricos, Kiruna ha ido sustituyendo sus cargadores diésel. Hoy, la mina cuenta con una flota de 17 cargadores eléctricos Sandvik LH625E. Con una carga útil de 25 toneladas, desempeñan un papel esencial para transportar las 85.000 toneladas diarias de mineral extraído.

“Somos una mina grande, pero los puntos de carga son limitados”, dice Brannman. Por eso, las máquinas deben rendir al máximo. No puede haber cuellos de botella. Si no disponemos de la capacidad de carga, no podemos cumplir los objetivos de producción diaria. La capacidad de las máquinas es muy importante”.

El más antiguo de los cargadores LH625E de la mina tiene 13 años y acumula más de 35.000 horas de producción. Y las unidades originales tienen componentes obsoletos. Un proyecto de modernización para mejorar los equipos acabó convirtiéndose en un modelo completamente actualizado.

“Estábamos muy satisfechos con el viejo LH625E y queríamos renovarlo”, dice Brannman. “Pero Sandvik nos dijo que mucho de lo que llevaban ya era obsoleto, que no podíamos construir un 625 antiguo. Construiríamos uno nuevo, y eso es lo que hicimos”, cuenta.

“El tiempo pasa rápido; lo que en los años 80 fue tecnología de punta, hoy es anticuado. Mucho proviene del LH625E, pero con tecnología nueva. Con el know-how y la

experiencia de Sandvik y nuestras experiencia tras muchos años de uso, el resultado fue el Toro LH625iE”.

SANDVIK COLABORÓ ESTRECHAMENTE con LKAB para adaptar el diseño del Toro LH625iE a las necesidades de Kiruna. Mejoró la eficiencia energética pero mantuvo la capacidad de carga útil de 25 toneladas, la más grande del sector, y diseñó una cabina más grande y más ergonómica.

El Toro LH625iE mide 14 metros de largo y está equipado con un balde de 4 metros de ancho. Se conecta a la red de la mina con un cable umbilical de 350 metros, que le da un diámetro de trabajo de hasta 700 metros. Su cabina espaciosa ofrece una comodidad inigualable y permite instalar un asiento

LA MINA KIRUNA

Situada en la ciudad de Kiruna, es la mina subterránea de mineral de hierro más grande del mundo. Desde que se inició la explotación en 1898, la mina ha producido casi 1.500 millones de toneladas de mineral de hierro. Tiene 1.800 empleados, de los cuales 400 trabajan en la mina. En 2020, Kiruna produjo 25,6 millones de toneladas de mineral de hierro. La mina extrae alrededor de 85.000 toneladas de mineral cada día. Sus reservas ascienden a más de 730 millones de toneladas, con una ley de hierro del 41% según cálculos de enero de 2021. El mineral se transporta por ferrocarril a un puerto libre de hielo en Narvik, Noruega.

exclusivo con un ángulo de giro de 180 grados, algo imposible en los cargadores Sandvik más compactos. Manejado con un joystick, el asiento puede girarse para orientarse en el sentido de la marcha. De esta manera, mejora la ergonomía para el operador al no tener que mirar por encima del hombro. “El asiento giratorio es mucho más ergonómico que un asiento típico y mejora mi visibilidad”, afirma John-David Sundbris que fue operador de LH625E durante dos años. Desde hace seis meses, maneja el primer Toro LH625iE de la mina (casualmente el cargador eléctrico número 600 entregado por Sandvik internacionalmente).

“Puedo seguir perfectamente el flujo de trabajo y si en algún momento necesito mirar en otra dirección, simplemente giro el asiento. Así, resulta mucho más cómodo trabajar”, explica.

TAMBIÉN SE HA rediseñado el bobinado del cable. El nuevo sistema de bucle cerrado de baja tensión está diseñado para alargar la vida del cable umbilical y reducir los daños del cable en las esquinas de las galerías. “Se trata de una mejora importante”, dice Brannman. “Permite bobinar a una velocidad constante, sin tirones. Todo el proceso es más suave. El cable implica mucho tiempo de

mantenimiento. Si podemos mejorar su comportamiento, repercute directamente en más tiempo de producción”.

AL PRINCIPIO, HUBO algunos contratiempos pero LKAB y Sandvik trabajaron juntos para superarlos. “Es un sistema totalmente nuevo y hubo que introducir modificaciones para que funcionara mejor”, concluye Brannman. Concluidas las pruebas en la fábrica de Sandvik, LKAB puso a trabajar el prototipo del Toro LH625iE sin demora, en febrero de 2020. En las primeras 350 horas, la unidad produjo 140.000 toneladas de mineral, sin parar ni un minuto, dice Brannman.

“Para nosotros, es vital contar con máquinas que rindan con la productividad necesaria para entregar el volumen previsto de roca”, dice Sundbris. “De lo contrario, se producen cuellos de botella”.

Sundbris se adentra en una galería, llena el balde de 10 metros cúbicos con facilidad y navega hasta el conducto de extracción más cercano. Vuelca 25 toneladas en un contenedor justo por encima del nivel principal, donde se acumula el mineral antes de transportarlo en trenes sin conductor a las grandes trituradoras subterráneas, situadas a 1.365 metros de profundidad.

“Es una máquina fuerte”, resume Sundbris.



Con valiosos aportes de LKAB, Sandvik adaptó el diseño del Toro LH625iE a las necesidades de Kiruna.



Una de las muchas novedades del Toro LH625iE es el nuevo sistema de bobinado, diseñado para alargar la vida útil del cable umbilical.



“Es una máquina muy confiable. Cumple exactamente lo que habíamos pedido”, dice el operador John-David Sundbris.



TORO LH625iE

Con una capacidad de carga útil de 25 toneladas y un motor eléctrico IE4 de bajo consumo, que asegura un bajo costo por tonelada, el Toro LH625iE es el más grande de los cargadores eléctricos con cable de Sandvik. El nuevo gigante cuenta con un nuevo sistema de bobinado de baja tensión que alarga la vida útil del cable umbilical, y en su espaciosa cabina, el operador dispone de un asiento que gira 180 grados. El Toro LH625iE también incorpora de serie soluciones inteligentes como el Sistema de Control Inteligente Sandvik y la Knowledge Box, integrada en My Sandvik Digital Services. Para el monitoreo de la producción, también puede equiparse con el Sistema de Pesaje Integrado (IWS) de Sandvik, así como soluciones AutoMine y OptiMine.

Destaca el tamaño y la funcionalidad de una pantalla táctil en color de siete pulgadas, que le permite ver toda la información necesaria sin tener que desviar la vista del camino.

LA PANTALLA MUESTRA información de servicio, diagnósticos del sistema y registros de alarmas para simplificar el mantenimiento. El Sistema de Control Inteligente de Sandvik vigila el funcionamiento del cargador y avisa antes de que se produzca una falla, evitando daños graves y pérdidas de producción.

“Como el LH625iE es más digital, más integrado al tablero de mando, es más fácil ver si pasa algo”, dice Sundbris. “Es una máquina muy confiable”.

Kiruna recibió su segundo Toro LH625iE en noviembre de 2020. Se entregarán tres más a lo largo de 2021 y un sexto a principios de 2022. Con una opción para dos más, LKAB

tendrá una flota completa de Toro LH625iE, dice Brannman.

La mina también tiene tres cargadores automatizados LH621, el cargador diesel más grande de Sandvik. Los gases se ventilan tras las tronaduras nocturnas. El tercero de los Toro LH625iE, a entregar para el tercer trimestre de 2021, también contará con AutoMine.

“Queremos explorar las posibilidades de ampliar la automatización”, afirma Brannman.

El gigante renovado ha superado las expectativas de LKAB.

“Trabajar juntos en un proyecto de esta envergadura exige una mentalidad abierta”, continúa. “Recomendaría a Sandvik sin reservas, por su profesionalidad, su disposición a escuchar, su entusiasmo y su competencia técnica. Es una colaboración win-win”. ■

AUTOMINE CONCEPT



ABRIENDO NUEVOS CAMINOS

Combinando capacidades avanzadas de detección, tecnología sustentable a batería e inteligencia artificial, el vehículo AutoMine Concept es la visión de futuro de Sandvik para los equipos de minería autónomos. Y ya está trabajando en la mina de pruebas de Sandvik en Tampere, Finlandia.

TEXTO: **TURKKA KULMALA** FOTO: **SANDVIK**



Con su percepción avanzada del entorno, tecnología de mapeo e inteligencia artificial, el vehículo AutoMine Concept es capaz de planificar sus propias rutas.



VEHÍCULO AUTOMINE CONCEPT

- Cargador eléctrico a batería de alto rendimiento
- Percepción del entorno por mapeo en línea en 3D
- Capacidad de adaptación para encontrar la ruta óptima, incluso en entornos mineros en continuo cambio
- Detección instantánea de obstáculos y reacción en tiempo real para evitar colisiones

JUSSI PUURA, jefe de digitalización de Sandvik Mining and Rock Solutions, está muy entusiasmado con el vehículo AutoMine Concept, y no es para menos. “Básicamente, es la hoja de ruta de Sandvik que señala el camino hacia el futuro”, dice. “Muestra cómo podría ser un equipo de minería típico dentro de 10 o 20 años. Y no es una imagen creada en una presentación de diapositivas. Es un vehículo físico que existe y que ya está trabajando en nuestra mina de pruebas”.

Además de ser un cargador eléctrico a

batería con la última tecnología, AutoMine Concept incorpora una avanzada percepción del entorno en 3D, tecnología de mapeo e inteligencia artificial lo que le permite adaptarse y planificar sus propias rutas para encontrar el mejor trayecto, incluso en entornos en continuo cambio. En definitiva, representa un gran paso hacia la autonomía total en la minería.

Este vehículo constituye un hito importante en el desarrollo de las soluciones AutoMine y OptiMine de Sandvik, los sistemas digitales que apoyan operaciones mineras automatizadas desde 2004.

Inicialmente, el mercado se resistía a adoptar soluciones tan revolucionarias, pero desde hace algunos años, la demanda crece con fuerza, incluso en mercados en vías de desarrollo como África, India, China y América Latina.

Las capacidades de los sistemas AutoMine también han mejorado sustancialmente a lo largo de los años. Y últimamente se ha visto como empieza a abrirse camino la próxima generación de automatización y las actualizaciones de la plataforma abren nuevas posibilidades. Este salto en el desarrollo sería comparable con los avances recientes en los vehículos autónomos de carretera, que incluyen innovaciones como el Google Car, Tesla y otros. Sobre todo en los mercados en desarrollo, las difíciles condiciones de la minería exigen confiabilidad y robustez máximas.

Riku Pulli, presidente de la división de Perforadoras y Tecnologías para Roca de Sandvik Mining and Rock Solutions, detalla algunas de las tecnologías revolucionarias incorporadas en el AutoMine Concept.

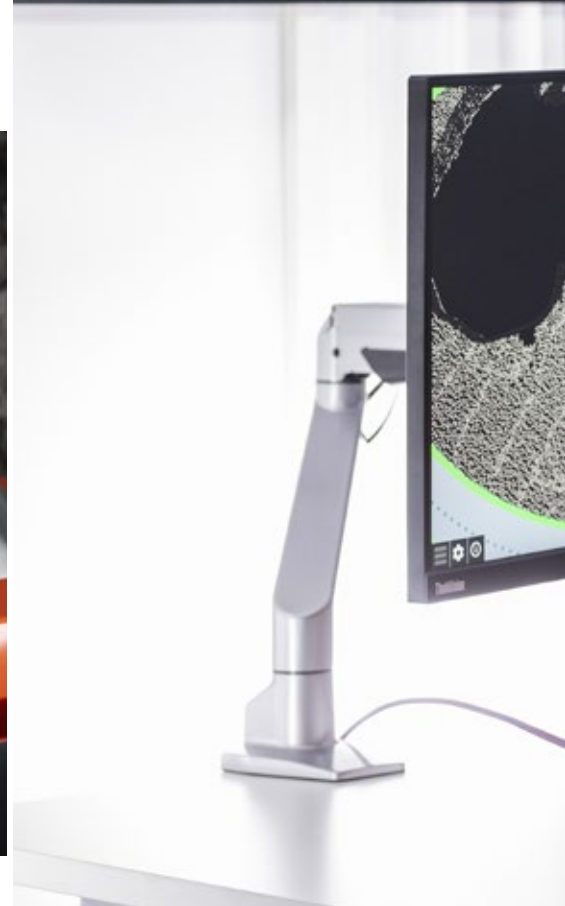
“En primer lugar, este vehículo está



Una visión de un equipo de minería típico dentro de 10 o 20 años



Con el vehículo AutoMine Concept, Sandvik pretende crear un patrón a seguir para generaciones futuras de operaciones mineras autónomas.



diseñado desde el primer momento para la automatización”, afirma. “La filosofía de diseño de las flotas existentes se basa en un cargador convencional, que siempre incluye una cabina, joystick, pedales y demás”.

EL AUTOMINE CONCEPT está diseñado exclusivamente para el funcionamiento automatizado mediante teleoperación. No hay cabina, lo que permite reducir costos y superar limitaciones. Al no ser necesario duplicar los sistemas de dirección y los mandos –uno para el operador humano y otro para el sistema de control por computadora– el diseño global es más eficiente y confiable. Otra gran innovación es la expansión de las capacidades de detección, superando las limitaciones de los equipos de minería

existentes, que pueden detectar dónde están las paredes del túnel y poco más. El vehículo AutoMine Concept crea una imagen tridimensional completa de su entorno, también en dirección vertical.

“Abre posibilidades realmente importantes respecto a los sistemas de automatización existentes, que deben moverse dentro de recintos cercados –separados de las personas y de otros equipos– de forma parecida a las vallas de seguridad que rodean los robots utilizados en la fabricación”, explica Pulli.

El sistema de seguridad AutoMine actual se basa en barreras de aislamiento, que crean una zona designada dentro de la cual pueden desplazarse los equipos automatizados, parando la máquina inmediatamente si se salta una barrera de seguridad. Al incorporar una

capacidad de detección de 360°, el vehículo AutoMine Concept permite prescindir del aislamiento de las zonas de trabajo, ya que puede detenerse o rodear cualquier obstáculo en su ruta.

“SE TRATA DE una mejora decisiva porque elimina una multitud de restricciones”, afirma Pulli. “Hasta ahora, era necesario separar las operaciones mineras automatizadas de las operaciones manuales convencionales. Con la nueva plataforma, la flexibilidad operativa mejora muchísimo porque ya no hace falta aislar las operaciones automatizadas. El trabajo puede continuar mientras operan los vehículos automatizados”.

¿Por qué elegir, entonces, un cargador eléctrico a batería como vehículo de



El Automine Concept está diseñado exclusivamente para el funcionamiento automatizado mediante teleoperación.

concepto? Según Pulli, Sandvik quería demostrar que los equipos de minería del futuro no solo serán autónomos sino también libres de emisiones. Otra razón tiene que ver con la plataforma AutoMine. La mayor parte de los equipos controlados con este sistema son cargadores. Estos se diferencian de otros equipos de minería por sus velocidades relativamente altas, requisitos de rendimiento exigentes y el hecho de que trabajan las 24 horas del día con una tasa de utilización alta en espacios muy estrechos.

Sandvik quería establecer un patrón que, de cumplir las expectativas, confirmaría la posibilidad de transferir la tecnología a otros tipos de equipos, como las perforadoras, que se caracterizan por un grado menor de exigencia.

¿Cuáles son los próximos pasos? Aplicar la tecnología en otros tipos de equipos mineros es un primer objetivo factible para un futuro próximo. También habrá que decidir qué tecnologías priorizar. Actualmen-

te, se dispone de distintas tecnologías de escaneo y, por primera vez en los equipos de minería, inteligencia artificial. Algunos de estos componentes se incorporarán al actual sistema AutoMine en 2021. ■

VENTAJAS:

Seguridad: prevención de colisiones y paradas de emergencia

Flexibilidad: posibilidad de operar vehículos convencionales y autónomos en la misma zona

Productividad: potencial ilimitado para la automatización minera

Sustentabilidad: vehículo eléctrico a batería sin emisiones



PERFORADORA SANDVIK D50KS

Potencia del motor: 403–522 kW

Profundidad máx. del tiro: hasta 45 m

Dimensiones (L-An-Al): 10,3 x 4,9 x 11,4 m

Con el mastil bajado: 14,2 x 3,81 x 5,82 m

Diámetro del tiro: 152–229 mm

Peso de servicio (vacía): 47.727 kg

Cabezal rotativo: 194 rpm/6,643 Nm

Profundidad de pasada (pasada única): 8.7 m

Gama de compresores: 29,7–45,3 m³/min

Técnica de perforación: Rotativa

“Es una máquina muy potente”, dice Sergey Devyanin, operador de la Sandvik D50KS.

Para un caso extremo

SIBERIA, RUSIA. Con su flota de tres perforadoras rotativas, el contratista de perforación Altayvzryvservis perfora con facilidad una gran variedad de tipos de roca en las duras condiciones climáticas del corazón de Siberia.

TEXTO: VLADIMIR KOZLOV FOTO: VOZDUH FILM COMPANY

KEMEROVO OBLAST, o Kuzbass, en el suroeste de Siberia, es conocida como la principal región minera de carbón de Rusia. Este año, se conmemora el tricentenario del descubrimiento de una “montaña quemada”, en la orilla izquierda del río Tom, por el buscador Mikhailo Volkov. El descubrimiento marcó el inicio de la extracción de carbón en Kuzbass.

A pesar de la importancia de los depósitos de carbón, las primeras explotaciones fueron marginales debido a su aislamiento geográfico. Sin embargo, la construcción del Ferrocarril Transiberiano en la década de 1890 impulsó el progreso en toda la región, incluida su industria de carbón.

En el siglo XX, Kuzbass se consolidó como una de las grandes regiones mineras de carbón. Hoy, lo sigue siendo; aproximadamente el 60% del carbón extraído en Rusia y el



Alexander Leonov, director general de Altayvzryvservis.

70% de las exportaciones proceden de esta región.

“Actualmente, Kuzbass lidera la extracción de carbón en Rusia. Y la estrategia de desarrollo de la región de Kemerovo prevé

incrementos anuales de la producción hasta 2035”, afirma Alexander Leonov, director general de Altayvzryvservis, un contratista que presta servicios de perforación en la zona.

A MEDIADOS DE diciembre, la temperatura ronda los 20 grados bajo cero y el sol brilla en un cielo despejado sobre la taiga cubierta de nieve, cerca de las estribaciones del Kuznetsky Alatau. Camiones volquete de 130 toneladas transportan el carbón extraído desde las canteras en docenas de kilómetros cuadrados de paisaje nevado y boscoso.

Aquí, a unos 40 kilómetros al sur de la ciudad de Novokuznetsk, OOO Resurs, una de las mayores empresas de la región de Kemerovo, explota la mina de carbón Novokazanskoye. Altayvzryvservis es su contratista de perforación y tronadura.





Con tres siglos de historia, Kuzbass es la principal región minera de carbón de Rusia.

Temperaturas de 20 grados bajo cero son habituales en el corazón de Siberia.



Yevgeny Martynushkin, director de ingeniería de Altayvzryvservis.



Alexey Gorlov, subdirector general de producción de Altayvzryvservis, sabe lo duro que es trabajar en Siberia.

La productividad siguió aumentando

En 2018, Altayvzryvservis buscaba una perforadora confiable capaz de soportar las duras condiciones climáticas de la región.

“En invierno, las temperaturas pueden llegar a 40 grados bajo cero, y los equipos tienen que ser capaces de funcionar en estas condiciones extremas”, dice Leonov.

Según Yevgeny Martynushkin, director de ingeniería de Altayvzryvservis, además de soportar la dureza del clima, los equipos de perforación deben poder adaptarse a distintos tipos de roca.

“Al norte, la roca es más dura, en la zona central es más blanda pero con intercalaciones, y al sur, cerca de las estribaciones de las montañas de Altay, vuelve a ser mucho más dura, con depósitos contiguos de mineral”, explica Martynushkin. “Por eso, sin excepción, las perforadoras deben poder utilizarse

en roca húmeda, soportar las condiciones climáticas –no deben congelarse– y, por supuesto, garantizar una alta productividad”.

“La productividad y la confiabilidad se incluyeron entre los criterios clave para elegir una perforadora ideal”, dice Alexey Gorlov, subdirector general de producción de Altayvzryvservis. Después de estudiar distintas opciones de varios proveedores, finalmente se eligió la Sandvik D50KS. “Uno de los factores que influyó en nuestra decisión fue el liderazgo de Sandvik en el segmento de la perforación de superficie desde hace décadas”, comenta.

MUY POCOS DE los trabajadores de Altayvzryvservis habían trabajado con una Sandvik D50KS. Al comprarla, el contratista solo contaba con una cuadrilla de operadores

familiarizados con este tipo de máquina, y hubo que enseñar a otras dos desde cero.

“Hubo un periodo de adaptación. Nuestros trabajadores cuentan con un alto nivel de preparación, pero la mayoría había trabajado con otros tipos de equipo de perforación”, cuenta Martynushkin. “Tuvimos que probar diferentes configuraciones hasta dar con la combinación correcta. Pero, aún así, la productividad siguió aumentando todo el tiempo. Nuestros planes mensuales fijan una meta mensual de 27.000 – 30.000 metros ▶

MINA DE CARBÓN NOVOKAZANSKOYE

Ubicación: Zona de Erunakovsky, región de Kuzbass, Rusia

Descubrimiento: 1973

Superficie total: 19,66 km²

Titular de la licencia: Resurs

Contratista: Altayvzryvservis

Sergei Zapara es gerente regional de servicio de Sandvik para Siberia Occidental.



perforados. Ahora sabemos que la máquina estará a la altura”.

Un factor crucial que ayudó a Altayvzryvservis a conseguir unos resultados óptimos fue la estrecha colaboración con Sandvik. Explica Martynushkin: “Trabajamos estrechamente con Sandvik para mejorar los parámetros de rendimiento de la máquina e incorporar mejoras”.

Sergei Zapara, gerente regional de servicio de Sandvik para Siberia Occidental, confirma que las tres perforadoras Sandvik D50KS del contratista mantienen una disponibilidad media del 91–93%. “Para asegurar la disponibilidad y una respuesta rápida a cualquier posible emergencia, hemos acopiado un volumen importante de repuestos para este tipo de máquina”, explica Zapara. “En esta región, las capas de carbón están situadas bajo distintos tipos de roca. Eso complica la perforación. Pero nuestros equipos se adaptan sin problemas a esas condiciones y es fácil seleccionar las herramientas de perforación óptimas”.

ALTAYVZRYVSERVIS (CONTRATISTA)

Fundada: 2018

Campos de actividad: Servicios de perforación y tronadura

Director general: Alexander Leonov

Número de empleados: 100+

Zona de operaciones: Kuzbass, Rusia

Máquinas Sandvik utilizadas: Tres perforadoras Sandvik D50KS

Ahora, tras más de tres años de uso, la primera máquina Sandvik de Altayvzryvservis ha demostrado ser una opción confiable; ofrece una productividad alta en condiciones climáticas difíciles y con muchas horas de funcionamiento.

“En tres años de uso, no hemos tenido ningún problema”, afirma Gorlov. Sergey Devyanin fue uno de los primeros

operadores del contratista en manejar la Sandvik D50KS.

“A lo largo de mi vida profesional, he trabajado con distintos tipos de máquinas”, dice. “Comparada con las otras, es una máquina buena. Tiene muchas ventajas. Es una máquina muy potente”.

Además, conforme mejoraba la productividad, la flota de perforadoras Sandvik D50KS fue batiendo récords de rendimiento dentro de Altayvzryvservis.

“En 2019, nuestra Sandvik D50KS perforaba 33.000 metros al mes”, recuerda Gorlov. “Y, en 2020, ha perforado 35.000 metros. Muestra un crecimiento progresivo, año tras año”. Se esperan nuevos récords de rendimiento. “Es el objetivo que hemos fijado”, dice.

Mientras tanto, Altayvzryvservis ya tiene planes para aumentar su capacidad de perforación en los próximos años.

“Vamos a necesitar más equipos de perforación y, dada la experiencia con Sandvik, estudiaremos su oferta de productos y servicios”, concluye Leonov. ■

En Siberia, con temperaturas hasta 40 grados bajo cero en invierno, las condiciones de trabajo son muy duras, tanto para el personal como para las máquinas.

Es óptima en términos de productividad, confiabilidad y calidad





LA CAJA NEGRA DE LA MINERÍA

Con datos y transparencia, la minería será “más segura, más cómoda y más eficiente”, afirma Alexandre Cervinka, presidente ejecutivo de Newtrax Technologies. Este ejecutivo quebequense se reunió con Solid Ground para hablar de la “caja negra” de Newtrax.

P: ¿PUEDE RESUMIRNOS BREVEMENTE QUÉ ES LO QUE HACE NEWTRAX?

R: Newtrax lleva 10 años desarrollando una serie de dispositivos para la Internet de las Cosas que monitorean personas, máquinas y el entorno en las minas subterráneas de roca dura. ¿Conoce las cajas negras que registran todo en un avión? Pues bien, tenemos la única caja negra de la industria minera, compatible con cualquier máquina.

P: ¿CÓMO INFLUYE PARA QUE QUE LA MINERÍA SUBTERRÁNEA SEA MÁS SEGURA Y EFICIENTE?

R: Con transparencia. La gente que trabaja bajo tierra no siempre tiene acceso a la información que necesita para tomar las mejores decisiones. Por eso, hemos creado un sistema que lo mide todo y pone esa información a disposición de los trabajadores y gerentes para que tengan una perspectiva global. Miden el proceso minero, visibilizan toda la cadena y producen transparencia.

P: CUANDO EMPEZÓ, NEWTRAX NO SE DEDICABA A LA MINERÍA, ¿CUÁNDO Y CÓMO CAMBIÓ EL RUMBO?

R: Me formé como ingeniero eléctrico. Hace 20 años, cuando me gradué en la Universidad McGill de Montreal, con algunos amigos,

intentamos poner en marcha una serie de negocios, creando sensores inalámbricos para controlar todo tipo de cosas. En uno de estos proyectos, conocimos a un profesor que tenía estudiantes de doctorado que intentaban aplicar tecnología inalámbrica en las minas subterráneas de roca dura de Quebec y en una mina experimental de Val-d'Or. Empezamos a trabajar con ellos, nos entusiasamos y, en 2008, decidimos dedicarnos exclusivamente a la minería.

P: ¿POR QUÉ ES MEJOR OBTENER LOS DATOS DIRECTAMENTE QUE AL FINAL DE UN TURNO?

R: Un buen ejemplo de una aplicación que necesita conectividad y monitoreo en tiempo real es la gestión de evacuaciones. Si hay un incendio bajo tierra, tienes que recibir el aviso de evacuación lo antes posible. Las minas han utilizado gas fétido, o luces que parpadean, si hay luces en esa parte de la mina. Hasta que la señal llegue a cada zona, pueden pasar 20 o incluso 40 minutos. Luego, para el mantenimiento, hay algunas alarmas como presión baja en los neumáticos, que deben remediarse cuanto antes para no perder el neumático. Hay situaciones que afectan a la productividad, por ejemplo, volver a trabajar en una zona después de una tronadura, en las que se necesita saber si los niveles de gas son seguros.

ALEXANDRE CERVINKA

Edad: 41

Vive en: Montreal, Canadá

Posición: CEO

Familia: Esposa, Valérie, y dos hijos, Jacob y Zac



P: ¿POR QUÉ LA MINERÍA SUBTERRÁNEA HA TARDADO EN ADOPTAR LA AUTOMATIZACIÓN Y LA DIGITALIZACIÓN?

R: La respuesta tiene varios vectores, pero el primero es el acceso al GPS, un sistema basado en satélites que no funciona bajo tierra. De entrada, cualquier solución que dependa del GPS no podrá utilizarse bajo tierra. Luego está el problema de las comunicaciones. En el sector de las telecomunicaciones, está comprobado que la parte más cara y compleja es la última milla que conecta la red central con cada casa. Y bajo tierra, por la propia naturaleza del proceso minero, hay una nueva última milla cada semana. Además, hay que tener en cuenta que las minas trabajan con flotas heterogéneas compuestas por máquinas de varios fabricantes. Y el sector tampoco se ha caracterizado por una arquitectura de datos muy abierta. Esa es una de las cosas que logra nuestra caja negra: en principio, obliga a todos los datos a estar abiertos.

Hemos creado un sistema que lo mide todo

P: ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES DESAFÍOS A LOS QUE SE ENFRENTA LA MINERÍA SUBTERRÁNEA MODERNA Y CÓMO AYUDAN SUS SOLUCIONES A RESOLVERLOS?

R: Animamos a la gente a trabajar en una mina bajo tierra, ayudamos a garantizar un entorno más seguro. Nadie quiere trabajar en un entorno inseguro. También es muy frustrante para las generaciones más jóvenes no poder acceder en su trabajo a las herramientas digitales que usan en su vida diaria. Nosotros les facilitamos las herramientas que reclaman para trabajar con eficacia y seguridad.

EXPANDE LOS LÍMITES

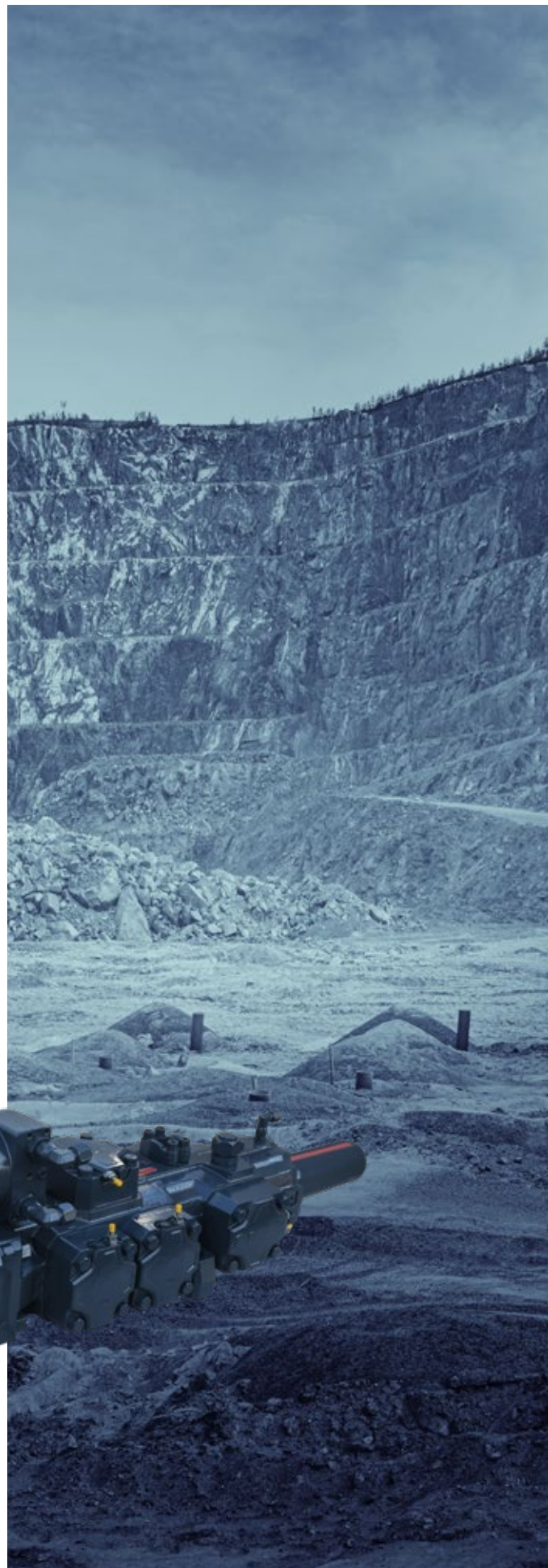
Top Hammer XL amplia los diámetros de tiro para la perforación con martillo en cabeza hasta 178 milímetros, ofreciendo las ventajas de esta tecnología como alternativa viable a la perforación con martillo de fondo (DTH) a una escala mucho mayor que antes.



TEXTO: TURKKA KULMALA FOTO: SANDVIK



Se ha revisado y rediseñado la perforadora, el martillo y las herramientas para lograr un efecto óptimo.





RD1840C

LT90

PANTERA™ DP1600i

ESPECIFICACIONES

PANTERA DP1600i

Diámetro de tiro: 140–178 mm

Martillo: RD1840C

Herramientas para roca: LT90

Potencia del motor: 287 kW/1800 rpm

Volumen de aire: 14 m³/minuto

Cabina: Ergonomía excelente, aire acondicionado, ROPS/FOPS

Actualizar la plataforma hasta el siguiente nivel fue la alternativa lógica

A PRINCIPIOS DE este año, Sandvik Mining and Rock Solutions lanzó una nueva perforadora top hammer, la Pantera DP1600i. Este nuevo miembro de la familia de perforadoras hidráulicas sobre orugas Pantera DPi, ofrece elevadas velocidades de penetración y avanzadas opciones de automatización. Pero, hasta ahora su diámetro de tiro máximo tenía un tope de 152 milímetros.

Para poder perforar tiros de entre 140 y 178 milímetros de diámetro, los ingenieros buscaron un equilibrio entre los tres componentes básicos de la perforadora: el carro, el martillo y las herramientas.

La solución para el carro se basa en la confiable y probada plataforma de la serie Pantera DPi, mejorada con piezas críticas en el sistema hidráulico y una estructura de brazo rediseñada a la que se acopla un martillo más potente. El resultado es un incremento de la capacidad y, con el tiempo, un diámetro de tiro más grande, sin aumentar el tamaño del equipo.

“Las perforadoras Pantera DPi ofrecen eficacia en la perforación con martillo en cabeza, con datos que se remontan a 2008. Actualizar la plataforma con la nueva solución hasta el siguiente nivel fue la alternativa lógica”, explica Jarno Viitaniemi, gerente de producto para la perforación de superficie en Sandvik Mining and Rock Solutions.

CON EL NUEVO martillo RD1840C, se utiliza un pistón de perforación más largo, y por eso más pesado, para aumentar la energía de percusión de la perforación sin aumentar el tamaño físico de la perforadora. Se ha optimizado la geometría, la longitud y el peso del pistón, buscando un diámetro de tiro óptimo de 165 milímetros. El resultado es una onda de impacto más efectiva y más larga, y una mejora de la dinámica de perforación.

“Los tres componentes principales del

sistema de perforación –la perforadora, el martillo y las herramientas– han sido revisados, rediseñados y optimizados mutuamente”, dice Jukka Siltanen, jefe de línea de productos para martillos hidráulicos en Sandvik Mining and Rock Solutions. “Es una sola unidad cohesionada”.

Como opción, el RD1840C puede incorporar el sistema de monitoreo de esfuerzos Sandvik RockPulse, que ofrece al operador datos de medición en tiempo real de tres parámetros clave de la perforación: respuesta de la broca, carga de la herramienta y nivel de avance. El sistema mide en tiempo real las ondas de esfuerzo inducidas por cada impacto del pistón y ayuda al operador a evitar un mal contacto con la roca, esfuerzos de tracción excesivos y avances excesivos o insuficientes.

LA NUEVA FAMILIA Sandvik LT90 ha sido elegida como sistema de herramientas optimizado para la Top Hammer XL. Y el principal desafío fue acomodar la onda de choque generada por el nuevo martillo, más largo y más potente. Concretamente, había que transferir la onda de forma controlada hasta el fondo del tiro, perdiendo el mínimo de energía en el camino para maximizar la velocidad de penetración.

“Tenemos más energía en todo el sistema”, dice Fredrik Bjork, jefe de producto para herramientas de perforación de superficie en Sandvik Mining and Rock Solutions. “Si no se aprovecha esa energía para romper la roca, destruirá el tren de varillas y las roscas. Se transformará en calor”.

La solución pasó por mejorar la dinámica de la perforación, equilibrando cuidadosamente una serie de parámetros potencialmente

Se desarrollaron herramientas nuevas para la Top Hammer XL.





El martillo RD1840C ha ido sometido a miles de horas de pruebas en banco. Además, la perforadora ha perforado más de 100.000 metros en rocas difíciles.

temperaturas mínimas próximas a los -40°C en invierno y hasta $+30^{\circ}\text{C}$ en verano.

Los resultados muestran una reducción del 50% en el consumo de combustible, una reducción del 25% en el costo total de perforación y un aumento del 15% en la productividad, comparado con el método de perforación con martillo de fondo (DTH)*. La vida útil de las brocas es muy superior a la de los productos y tecnologías de la competencia. Para ilustrar la magnitud del ahorro de combustible en condiciones típicas de explotación, es comparable al consumo anual de 107 automóviles de tipo familiar. Las mismas ventajas se observan en las explotaciones mineras a gran altitud. La reducción del 50% del consumo de combustible también tiene un impacto significativo en las emisiones de CO_2 .

Sandvik es el primer fabricante que introduce este tipo de tecnología para la perforación con martillo en cabeza, con la posibilidad de perforar diámetros de tiro grandes a un costo asumible. De este modo, las perforadoras con martillo en cabeza, con su eficiencia superior en el consumo de combustible, se erigen como alternativa viable a la tecnología DTH a una escala mucho mayor que antes.

**Basado en los resultados de pruebas de campo realizadas en condiciones controladas específicas.*

contrapuestos. Uno de ellos es la rigidez del tren de varillas, necesaria para conseguir tiros rectos. Al mismo tiempo, debe evitarse una rigidez excesiva que podría provocar la rotura de las herramientas bajo flexión. A nivel práctico, limitar la rigidez también implica evitar diámetros de varilla excesivos, con esfuerzos mayores sobre las uniones roscadas en condiciones de flexión.

Las roscas de varilla deben ser lo más finas posible, pero resistentes para optimizar el acoplamiento del tren de varillas. Una ventaja es que es más fácil enroscar y desenroscar las varillas y las brocas.

También había que equilibrar resistencia al desgaste y dureza; un acero excesivamente duro será demasiado frágil. Sandvik se benefició de los conocimientos de sus expertos en calidades de acero y tratamientos térmicos en Sandviken, Suecia.

EL MARTILLO RD1840C fue sometido a miles

de horas de pruebas en banco. Además, la perforadora ha acumulado más de 100.000 metros de perforación en condiciones reales en rocas difíciles. Las pruebas de campo se realizan en el norte de Europa desde enero de 2019. La solución Top Hammer XL ha soportado sin problemas el amplio espectro de condiciones típicas de las zonas subárticas, con

VENTAJAS DEL TOP HAMMER XL

- Una alternativa realista a la perforación DTH, con diámetros de tiro hasta 178 milímetros
- Economía de consumo excelente y significativamente menos emisiones
- Reducción notable del costo total de perforación
- Productividad mejorada
- Opciones avanzadas de MWD y automatización

Un cambio muy profundo

En alianza con cuatro socios industriales, LKAB se propone establecer nuevas pautas en la minería subterránea. Para ello, tendrá que llegar a profundidades jamás alcanzadas.

TEXTO: JIMMY HÅKANSSON FOTO: ADAM LACH & FREDRIC ALM

LA MINA SUBTERRÁNEA de mineral de hierro de LKAB en Kiruna, al norte de Suecia, es la mayor de su tipo. Sin embargo, en el nivel principal, a 1.365 metros bajo la superficie, el mineral se agota y solo queda un camino: seguir los cuerpos mineralizados hacia abajo.

En 2030, LKAB debe estar preparada para llegar a profundidades nunca alcanzadas hasta ahora. Pero la empresa sueca no se conforma con tener la mina más profunda. Quiere ser un nuevo referente en la minería subterránea libre de carbono.

“Cuando surgió este proyecto, me encontraba en una etapa de transición profesional”, admite Michael Lowther, director de la mina de pruebas Konsuln de LKAB en Kiruna.

Tras 35 años en la industria minera, buscaba un nuevo desafío profesional. Cuando se anunció el proyecto Minería Subterránea Sustentable, liderado por LKAB, fue una oportunidad que no podía dejar pasar.

“El concepto de este proyecto es absolutamente increíble”, dice Lowther. “Se trata de buscar una forma más sustentable de trabajar y, en última instancia, de proteger el clima y el futuro de nuestra sociedad. Con este proyecto, se pretende mostrar hacia dónde encaminar la industria minera”.

Iniciado en 2018, este enorme esfuerzo conjunto, que reúne a LKAB, Sandvik, ABB, Epiroc y Combitech, propone cambiar funda-

Nils Stenberg,
director de la
mina Kiruna de
LKAB.



mentalmente la minería subterránea.

“Vemos un futuro digital y automatizado, libre de emisiones de CO₂”, dice Nils Stenberg, director de la mina Kiruna de LKAB. “Pero no podemos conseguirlo solos; lo tenemos que hacer junto con otros proveedores y operadores”.

Los objetivos del proyecto se pueden dividir en cuatro. El primero es causar cero daños y garantizar un lugar de trabajo más seguro para todo el personal. El segundo es eliminar el CO₂ de la minería. El tercero es aumentar la productividad en un 50%.

“Es probablemente el mayor desafío de todos, porque la mina será más profunda”, dice Lowther. “Y generalmente, a más profundidad, más costos y menos productividad”. Stenberg asiente y agrega: “Hoy, las galerías más profundas están a 1.365 metros bajo la ▶

Buscamos una forma más sustentable de trabajar y de proteger el clima

El calendario

2018

LKAB pone en marcha el proyecto, junto con ABB, Epiroc, Combitech y Grupo Volvo.

2018-2022

Pruebas piloto de la tecnología y los métodos de extracción en la mina de pruebas Konsuln.

2020

Sandvik se une al proyecto y el Grupo Volvo se retira.

2022-2033

Se preparan los niveles principales futuros y la producción a escala industrial.

2030

Se implanta un nuevo estándar para la minería subterránea sustentable.

Aunque la mina subterránea de LKAB, en el norte de Suecia, es la más grande de su tipo del mundo, debe ampliarse para satisfacer una demanda creciente.

El proyecto de Minería Subterránea Sustentable fue una oportunidad que Michael Lowther, director de la mina de pruebas Konsuln de LKAB, no podía dejar pasar.



El concepto de este proyecto es absolutamente increíble

superficie. Tendremos que bajar unos 700 metros más”.

¿Y el cuarto y último objetivo? Fijar un nuevo estándar para la minería subterránea sustentable a gran profundidad.

PARA LOGRAR ESTAS metas, LKAB y sus socios utilizan la mina de pruebas Konsuln para probar nuevas tecnologías. Obviamente, la electrificación, la digitalización y la automatización serán elementos importantes. Y en la copia virtual de la mina Konsuln real, se ensayan las nuevas tecnologías.

“La mina virtual nos permite simular los sistemas antes de gastar mucho dinero en llevarlos abajo”, dice Lowther. “Es útil, por ejemplo, si surge una situación de emergencia y necesitas saber dónde está todo el mundo y cuáles son las mejores rutas hacia un lugar seguro. O si tienes un plan de producción para un día pero ocurre un imprevisto: se revienta una

tubería o un neumático, o ciertas zonas de trabajo dejan de estar disponibles. Entonces puedes pedir tres o cuatro simulaciones al laboratorio para ver cuál es la mejor alternativa”.

Lowther explica que es un desarrollo lógico para un sector cada vez más digitalizado. “Con esta tecnología, podemos estar en comunicación constante con la gente de la mina, y sabemos dónde están”, dice. “Hace 20 años, nos habría costado saber dónde estuvo aparcado un camión los últimos días”. En un proyecto de esta envergadura, el tiempo es oro. En 2030, las tecnologías deben ser plenamente operativas.

“El nivel en el que estamos trabajando se agotará entre 2035 y 2040”, continúa Stenberg. “En 2030, tendremos que bajar de los 1.365 metros actuales. Para entonces, la tecnología que estamos desarrollando tiene que estar a punto para su puesta en servicio”. Aunque los objetivos estén claros, no lo está

tanto el camino a seguir. La pandemia ha alterado el calendario inicial, obligando a retrasar las pruebas preliminares en Konsuln. Sin embargo, el verdadero desafío es conseguir que los socios trabajen al unísono en una colaboración sin precedentes.

“Las grandes empresas como Sandvik, Epiroc y ABB no están acostumbradas a poner las cartas sobre la mesa y mostrar lo que tienen”, dice Lowther. “Estamos tratando de hacer algo diferente aquí, y el desafío es conseguir que la gente piense de forma diferente”.

Agrega Stenberg: “Estamos entrando en terreno inexplorado; las soluciones que buscamos no se están en los catálogos”.

EN NOVIEMBRE DE 2020, LKAB presentó un histórico plan de transformación. La nueva estrategia de la empresa propone eliminar las emisiones de carbono de sus procesos y productos antes de 2045 y garantiza la actividad con una expansión de la explotación más allá de 2060. Una de las tres grandes prioridades es establecer un nuevo estándar sectorial para la minería, con operaciones más autónomas y digitalizadas.

Por otra parte, LKAB dejará de ser un productor de pellets y pasará progresivamente a producir hierro de reducción directa, el llamado hierro esponja, utilizando hidrógeno verde. La tercera prioridad es extraer minerales críticos de los residuos mineros. Es la mayor transformación en los 130 años de historia de LKAB y podría resultar en la mayor inversión industrial jamás realizada en Suecia.

“Es un orgullo para mí formar parte de esto y ayudar a asegurar el futuro de las generaciones venideras”, concluye Stenberg. ■

LA COLABORACIÓN

El proyecto es una colaboración entre LKAB, Sandvik, ABB, Epiroc y Combitech. El Grupo Volvo formó parte del proyecto cuando se puso en marcha en 2018, pero se retiró dos años después. La visión es trabajar juntos para explorar nuevas fronteras en los ámbitos de la automatización, la digitalización, la electrificación y la sustentabilidad para asegurar un futuro más sustentable para la minería subterránea.

El experto

William Pratt Rogers, profesor adjunto de ingeniería minera en la Universidad de Utah, no duda de que la automatización seguirá transformando la industria minera, aunque no necesariamente de la forma que todos esperan.

WILLIAM PRATT ROGERS es uno de los autores de “La automatización de la industria minera: una revisión de la tecnología, los sistemas, los factores humanos y el riesgo político” (en inglés). Comparte algunas ideas con Solid Ground.



P: USTED HABLA DE NIVELES DE AUTONOMÍA DEL 1 AL 10. ¿PUEDE EXPLICARNOS QUÉ SIGNIFICA ESTO?

R: Queremos decir que la automatización no es algo binario, sino que se desarrolla a lo largo de un espectro. Esto es fundamental porque muchas empresas grandes están tomando decisiones y ejecutando estrategias de automatización basadas en pretextos falsos. Además de transformaciones de sistemas enteros, la automatización también admite cambios progresivos. Empresas mineras de todo el mundo, y de todos los tamaños, se están adaptando a un cambio tecnológico. Y cada una debe ejecutar una estrategia de automatización acorde con el capital disponible y las demandas del sistema. Comprendiendo mejor los niveles de automatización, podrán ejecutar con más éxito su estrategia tecnológica y digital.

P: ¿CÓMO AFECTARÁ A LA MINERÍA?

R: La automatización ofrece la oportunidad de replantear el concepto de economías de escala, que más grande significa más cantidad. En algunas regiones ha llevado a subestimar la ingeniería minera de precisión. Pero con la automatización, se impone una

mayor precisión en el diseño y la ingeniería de variables, y con ello una economía de minerales más predecible. Tengo curiosidad por ver cómo afectará la automatización al tamaño de los equipos. Para algunos expertos, las máquinas automatizadas del futuro serán más pequeñas, pero las flotas serán más grandes.

P: ¿EN QUÉ SE EQUIVOCA MÁS LA GENTE CUANDO PIENSA EN LA MINERÍA AUTÓNOMA?

R: En el “todo o nada”, en creer que una mina o está automatizada al 100% o no lo está. Las empresas recurren con frecuencia a la automatización y la seguirán implantando de forma progresiva. También hay ideas equivocadas sobre los puestos de trabajo. La automatización cambiará la estructura laboral en la minería pero no en la medida que muchos esperan. No se puede tener una computación inteligente sin un input humano inteligente. El próximo paso será formar una generación de

especialistas en tecnología minera.

Debemos reciclar al personal actual y atraer talento a los programas de ingeniería minera, e incorporar una diversidad de perfiles procedentes de la informática y la ingeniería de sistemas.

P: ¿ASÍ QUE LA AUTOMATIZACIÓN NO SUPONDRÁ ELIMINAR A LOS HUMANOS DE LA MINERÍA?

R: Creo que la automatización total de la minería aún está muy lejos. La mayoría tendrá flotas mixtas de máquinas operadas por humanos y automatizadas. A veces escucho decir que la automatización es necesaria para reducir nuestra dependencia de los humanos. Es contraproducente, parece indicar que podemos automatizar sin humanos. Yo no creo que se pueda.

P: ¿LA TECNOLOGÍA AUTÓNOMA CONSEGUIRÁ HACER MÁS SEGURA LA MINERÍA SUBTERRÁNEA?

R: Alejando a los humanos de las zonas de alta energía cinética o potencial, el resultado siempre es mejor. Las mejoras en seguridad y salud se deben precisamente a esto. Si los trabajadores pasan menos horas bajo tierra se mitigarán los problemas derivados de la exposición a emisiones y partículas. En el futuro, con minas más profundas, habrá más calor y serán más difíciles de ventilar. Por ejemplo, la mina Resolution Copper en Arizona, Estados Unidos, es una mina profunda y extremadamente calurosa. La automatización será crucial para su éxito. Espero que el progreso tecnológico permita la automatización total de la mina. ■

“No se puede tener una computación inteligente sin un input humano inteligente”

SANDVIK LH518B

RECARGADO Y LISTO PARA OPERAR

El nuevo cargador Sandvik LH518B ofrece el potencial de reducción de calor y ventilación típico de los vehículos eléctricos a batería (VEB), junto con una flexibilidad operativa excepcional y un costo total de propiedad comparable al de un equipo diésel convencional.

TEXTO: TURKKA KULMALA FOTO: SANDVIK



“**NUESTROS SISTEMAS TRABAJAN** en el mundo real”, dice Mike Kasaba, director general de la Unidad de Negocio Artisan de Sandvik. “Acumulamos una década de uso concreto en minería subterránea. Somos el fabricante de VEBs con más experiencia de la industria. Y con la capacidad de Sandvik para fabricar y apoyar un producto adaptable a cualquier entorno, puede decirse que el futuro de la minería subterránea ya está aquí”.

Desde hace tiempo, Sandvik lidera el mercado de los cargadores eléctricos con una línea de productos probada. Sandvik sabe qué es lo que las empresas buscan al modernizar sus flotas. Esta experiencia ahora se enriquece con Artisan. A dos años de su adquisición por Sandvik, el centro de innovación presenta el primer fruto de los esfuerzos conjuntos de I+D: el cargador eléctrico a batería Sandvik LH518B. Combina una avanzada tecnología VEB con elementos de la flota actual de Sandvik, soluciones probadas como el diseño

del balde y brazo y la cabina del cargador.

Los especialistas de Sandvik aportan su filosofía Diseño de Primeros Principios y sus tres valores esenciales: confiabilidad, redundancia de sistemas y optimización del ciclo, integrados sin fisuras en el diseño de cargadores.

¿QUE SIGNIFICA EN la práctica? La primera generación de VEBs se limitó a sustituir el motor diésel por un motor eléctrico y una batería, conservando la transmisión, el convertidor de torque y la toma de fuerza que accionan el sistema hidráulico. En la segunda generación, se eliminó el convertidor de torque y se sustituyó la toma de fuerza con un motor eléctrico independiente. Si bien estas primeras iteraciones mejoraron sensiblemente la eficiencia del cargador, seguían limitadas por el diseño mecánico del propio cargador, así como por las limitaciones de la transmisión mecánica.

El Sandvik LH518B representa la tercera generación del diseño de VEBs. El vehículo entero fue diseñado desde cero, eliminando las limitaciones de los diseños más antiguos y originalmente mecánicos. Las soluciones heredadas de los cargadores diésel se sustituyen con un diseño nuevo centrado en el uso de baterías y una transmisión eléctrica, que permite una topología de transmisión totalmente diferente. La libertad resultante permite nuevas soluciones, como el uso de ruedas traseras más pequeñas para mejorar la visibilidad del operador y una sección desacoplable en el bastidor trasero para facilitar el cambio de batería.

Aplicada a la actividad minera diaria, la filosofía de diseño de la tercera generación de VEBs ofrece ventajas concretas de gran utilidad. Se ha aumentado sustancialmente la carga útil pero manteniendo las mismas dimensiones y el mismo peso, lo que probablemente convierte el LH518B en el



Los clientes suelen pensar que la nueva tecnología será más cara. En realidad, no es así



ESPECIFICACIONES

SANDVIK LH518B

Capacidad de carga: 18 toneladas

Frente de excavación: 4,5 metros

Esfuerzo de tracción: 450 kN

Capacidad en subidas: Velocidad 12 km/h, con gradiente del 20% y carga completa

Velocidad máxima: 30 km/h

Potencia en régimen continuo: 560 kW

Potencia máxima: 660 kW

El Sandvik LH518B representa la tercera generación de VEBs. Diseñado desde cero, carece de las limitaciones de sus homólogos más antiguos, originalmente mecánicos.

cargador de 18 toneladas más potente que existe actualmente. Cuenta con un balde de 18 toneladas diseñado para un frente de excavación de 4,5 metros y una transmisión con 450 kN de esfuerzo de tracción, ajustado a la caja de un cargador de 14 toneladas.

Desde la perspectiva del propietario de la mina o del contratista, significa poder hacer más con una máquina más pequeña. Por ejemplo, con una carga completa, puede subir un gradiente del 20% a 12 km/h. Otro ejemplo de la capacidad del Sandvik LH518B es su velocidad máxima: 30 km/h.

El ciclo de “repostaje” del Sandvik LH518B es el más rápido del sector, gracias al sistema patentado de cambio de batería y su sistema de estabilidad integrado. La estación de carga no requiere ninguna infraestructura pesada ni equipos adicionales, como una grúa. Consiste en tres cubos compactos que se

conectan a la red eléctrica ya existente de la mina y pueden reubicarse fácilmente a medida que avanza el desarrollo de la mina.

En la estación de carga, el operador solo tiene que dejar la batería agotada y llevarse otra nueva, totalmente cargada. Por otra parte,

las conexiones de la batería interna están automatizadas, por lo que todo el ciclo de cambio de batería puede realizarse sin salir de la cabina.

El Sandvik LH518B ofrece a los propietarios y contratistas una libertad total de elección, independientemente de la composición de su flota existente. Puede sustituir tanto los cargadores diésel como los eléctricos con cable si así lo requieren las necesidades operativas, pero también puede coexistir perfectamente con cualquier sistema original, si este debe seguir en servicio, con cambios mínimos en los ciclos de carga.

EL COSTO TOTAL de propiedad es una preocupación común, sobre todo si las máquinas a batería nuevas han de adaptarse a una explotación existente.

“Los clientes suelen pensar que la nueva tecnología será más cara”, dice Brian Huff, vicepresidente de tecnología de la Unidad de Negocio Artisan de Sandvik. “En realidad, no es así. Ciertamente, las baterías constituyen un nuevo componente de costo que debe agregarse al modelo existente. Sin embargo, su costo es muy inferior al del combustible, que ahora se elimina. Además, la máquina no tiene ni motor ni transmisión ni convertidor de torque. Por lo tanto, no habrá costosas reparaciones a mitad de su vida útil, y los cambios de enfriador serán mucho más espaciados”.

El costo total de propiedad no será superior al de un cargador diésel. A medida que se normalice la tecnología de los VEBs y aumenten la producción, también bajarán los precios. Los cálculos no incluyen el potencial para reducir la generación de calor y con ello los costos de ventilación.

VENTAJAS DEL SANDVIK LH518B

Productividad: cargador de 18 toneladas del mismo tamaño de caja que uno de 14 toneladas

AutoSwap: la batería se cambia rápida y fácilmente, sin manipulación manual

Flexibilidad: no es necesario hacer cambios importantes en la infraestructura de la mina

Agilidad: ajustes mínimos de los ciclos de carga

Cero emisiones locales: sin motor diésel, sin emisiones de gases de escape

Costo total de propiedad: comparable a los equipos diésel

El cargador eléctrico a batería Sandvik LH518B es el resultado de combinar la experiencia única de Sandvik con la perspectiva fresca de Artisan.



Un rayo de luz para la minería remota

LAS EXPLOTACIONES MINERAS en lugares remotos suelen depender de grupos electrógenos diésel para el suministro eléctrico, pero este sistema presenta muchos inconvenientes. El elevado costo de transporte del combustible encarece este tipo de generación eléctrica y, además, se asocia a un impacto medioambiental importante derivado de las emisiones de CO₂.

Las energías renovables, como la solar o la eólica, son la alternativa obvia. La energía híbrida – una combinación de grupos electrógenos diésel y energía renovable, con o sin almacenamiento – es una solución. Así, una mina típica no conectada a la red

eléctrica nacional priorizaría la energía solar o eólica, pero tiene la opción de cambiar al diésel si surgen problemas en el suministro eléctrico con fuentes renovables. También existen microrredes solares y eólicas portátiles para las minas que no quieren o no pueden comprometerse con un suministro eléctrico a largo plazo.

Para las minas dispuestas a comprometerse para el largo plazo, la energía solar garantiza una reducción significativa de los costos y del impacto medioambiental a lo largo de su vida útil. Ahora es posible instalar placas solares sin una inversión inicial a través de un Contrato de Compra de Energía.

Bajo estos contratos, la instalación corre a cargo del proveedor y la mina paga por kWh consumido durante un plazo acordado. También existe la opción de comprar el sistema al vencimiento del contrato.

La energía solar ofrece muchas ventajas a la industria minera, caracterizada por un elevado consumo energético. Su diseño modular permite reubicar las placas conforme crezca la mina, la luz solar es gratuita y la electricidad generada no produce emisiones de carbono. Justificación más que suficiente para augurar un crecimiento espectacular de la energía solar en las minas remotas en un futuro próximo. ■







SANDVIK DL422iE

INTELIGENTE Y 100% ELÉCTRICA

La Sandvik DL422iE es una perforadora a batería totalmente automatizada de tiros largos con martillo en cabeza. El sistema de transmisión eléctrico con cero emisiones de diésel durante los traslados y la perforación de producción automatizada continua garantizan un entorno de trabajo subterráneo más seguro y más productivo.

Sea parte del cambio:
[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK](https://rocktechnology.sandvik.com)

