

# MINING & CONSTRUCTION

EXCAVACIÓN MECANIZADA DE ROCA CON ATLAS COPCO – N° 1 / 2010

EXPOSICIÓN BAUMA  
Presentación especial de M&C

## Bajando costos con tunelería de precisión

Página 12

Empernado de roca avanzado en LKAB

Página 3



Las minas de Kazajistán confían en el éxito

Página 18



Nueva vida para mina ártica de mineral de hierro

Página 22



*Atlas Copco*



Ha habido un gran debate sobre el estado de la economía mundial. ¿Seguimos en recesión? ¿Ya pasó lo peor? ¿Cuán rápida será la recuperación? ¿Y si volvemos atrás? Estos son temas importantes, por supuesto. Pero en Atlas Copco nos hemos concentrado en lo más importante – el éxito a largo plazo de nuestros clientes.

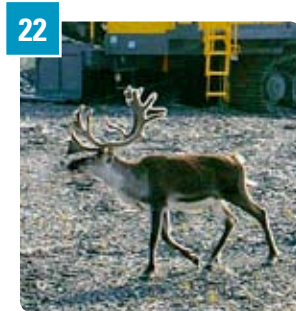
En lugar de realizar recortes drásticos, hemos hecho ajustes adecuados e inteligentes que nos han permitido seguir produciendo productos innovadores – soluciones que permitirán a nuestros clientes hacer las cosas más rápido, más fácilmente y con más eficiencia que nunca.

Pensamos que esta actitud es tan importante que le hemos dado un nombre – Productividad Sostenible. A través de nuestra historia nos hemos dedicado a aumentar la productividad de nuestros clientes, de manera que esto no es una novedad. La palabra clave ahora es “sostenible”.

En el mundo de hoy, aumentar la productividad es relativamente fácil. La tecnología avanzada nos permite perforar túneles, construir caminos y puentes y excavar minas a una velocidad asombrosa, con respecto a hace unos pocos años. Lo difícil es lograr que estas ganancias en la productividad se mantengan en el tiempo.

Es por eso que, por ejemplo, durante la reciente crisis hemos hecho grandes esfuerzos para desarrollar programas de entrenamiento de perforistas y paquetes de mantenimiento y servicio, porque estamos convencidos de que los equipos usados correctamente y mantenidos apropiadamente son la clave de la sostenibilidad. Esa es la promesa de nuestra marca, y si usted visitó Bauma, habrá visto como llevamos esa promesa a la práctica.

**HENK BROUWER**  
Presidente, Atlas Copco Construction Tools.



**ARTÍCULOS**

**3** LKAB encara un proyecto de refuerzo de roca gigantesco con la más nueva tecnología de empernado.

**8** Bauma otra vez. Un resumen de las soluciones presentadas por Atlas Copco.

**14** Una cantera noruega descubre la clave de la perforación a través de la capa de estéril.

**18** Kazajastán se levanta. M&C informa sobre la floreciente industria minera del país.

**22** Soporte de servicio completo da nueva vida a una mina de hierro en el Ártico.

**27** Estándar de diamante: La nueva gama de coronas Excure aumenta la productividad.

**TÉCNICAMENTE HABLANDO**

**12** Sepa por qué la Tunelería de Alta Precisión es “dinero en el banco”.

**PRODUCTOS & PROGRESOS**

**21** La perforación DTH se hace más inteligente... con el SmartRig ROC D65.

**25** Solución exclusiva – cómo realizar perforación con revestimiento.

**26** Después de pruebas de campo muy exitosas, ha llegado el nuevo Scooptram ST7.

**EN EL MERCADO & NOTICIAS BREVES**

**30** Una recorrida por las novedades mundiales en construcción y minería.

**MINING & CONSTRUCTION** es publicada por Atlas Copco. La revista se concentra en el know-how, los productos y los métodos de la compañía usados, en todo el mundo, para perforación, refuerzo de roca y carga.

**PUBLICADA POR** Atlas Copco Rock Drills AB, SE-701 91 Örebro, Suecia. [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)  
Tel: +46 (0)19 670 70 00.

**DIRECTOR** Ulf Linder, e-mail: [ulf.linder@us.atlascopco.com](mailto:ulf.linder@us.atlascopco.com)

**EDITOR** Terry Greenwood, e-mail: [terry@greenwood.se](mailto:terry@greenwood.se)

**SUB-EDITOR** Rob Naylor, e-mail: [rob@greenwood.se](mailto:rob@greenwood.se)

**CONCEJO EDITORIAL** Ulf Linder, Mathias Lewén, P-G Larén, Gunnar Nord, Marie Brodin.

**PRODUCCIÓN EDITORIAL, DISEÑO Y MAQUETADO**  
Greenwood Communications AB, Box 50, SE-121 25 Estocolmo, Suecia.  
Tel: +46 (0)8 411 85 11. [www.greenwood.se](http://www.greenwood.se)

**IMPRESO POR** Alloffset AB, Bandhagen, Suecia 2010. ISSN 0284-8201.

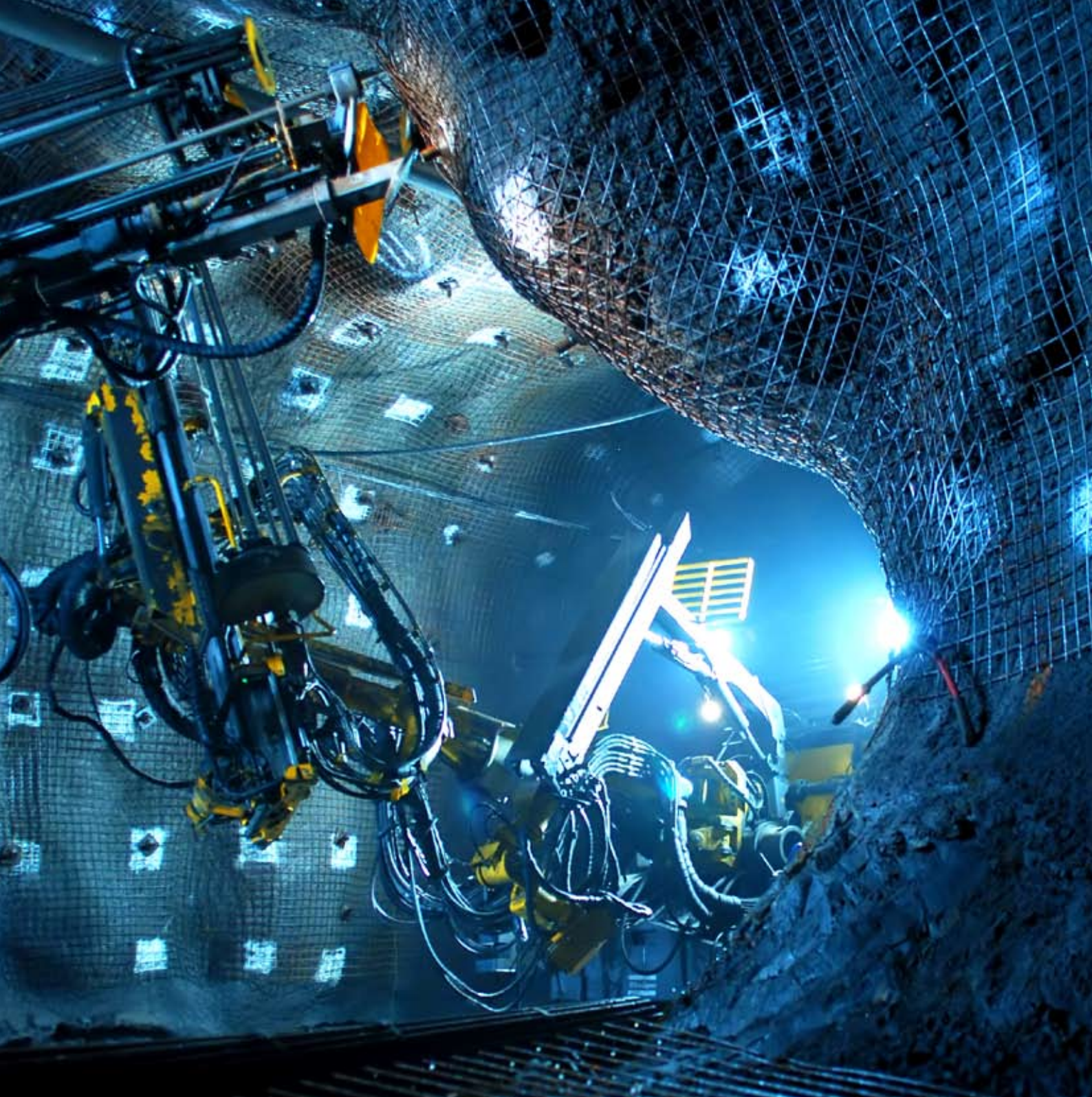
**ARTÍCULOS DE REPRODUCCIÓN LIBRE**

Todos los nombres de productos como Boomer, Boltec, ROC, Pit Viper, DRILLCare, SmartRig y Swellex son marcas registradas por Atlas Copco. Sin embargo, todo el material publicado en esta revista, incluidos los nombres de productos, pueden ser reproducidos o comentados sin cargo. Sobre ilustraciones o información adicional, por favor contactar a Atlas Copco.

**LA SEGURIDAD EN PRIMER LUGAR**

Atlas Copco se compromete a cumplir con todas las normas y regulaciones sobre seguridad personal, globales o locales, o superarlas. Algunas fotos en esta revista, sin embargo, pueden mostrar circunstancias que escapan a nuestro control. Todos los usuarios de equipos Atlas Copco son exhortados a poner la seguridad en primer lugar y usar siempre protección adecuada para los oídos, la vista, la cabeza, etc, requerida para minimizar los riesgos de daños personales.





# MEJOR EMPERNADO EN el corazón de Laponia

En la mina de LKAB en Kiruna, en el Norte de Suecia, la más nueva tecnología de empernado progresa rápidamente en un gigantesco proyecto de refuerzo de roca. Una planificación cuidadosa, herramientas eficaces, y un amplio programa de entrenamiento mantienen el proyecto en marcha con una eficiencia notable. M&C informa sobre los progresos realizados.





» Un gran proyecto de refuerzo de roca está en marcha en la mina de mineral de hierro de LKAB en Kiruna, al Norte del Círculo Polar Ártico, en Suecia. El trabajo se divide en tres proyectos principales; refuerzo de nuevas galerías, refuerzo de una nueva ruta de transporte en el nivel 1365 y trabajo de soporte complementario en las galerías y túneles más viejos.

Refiriéndose al trabajo de soporte complementario, Nils Stenberg, Project Manager, LKAB dice: “Hasta ahora, en sólo un año, hemos instalado más de 40.000 pernos. Y esperamos poner otros 100.000 antes de terminar. Después, los únicos pernos que se instalarán serán para las galerías nuevas”.

Dada la significativa cantidad de pernos a instalar, la facilidad y velocidad de instalación

eran factores claves en la selección tanto del tipo de pernos como de los equipos y perforistas para instalarlos. A este respecto, LKAB ha elegido un enfoque holístico, no sólo en la elección de equipos eficientes, sino también en la capacitación del personal para asegurarse de que el trabajo pudiera ser realizado a tiempo.

#### Flota dedicada

Para cumplir con las exigencias del programa se eligió una gama de productos Atlas Copco incluidos 10 equipos de empernado Boltec LC totalmente mecanizados, un equipo de empernado con cable Cabletec, un Boomer E2 C, para perforación de barrenos para pernos, y pernos Swellex.

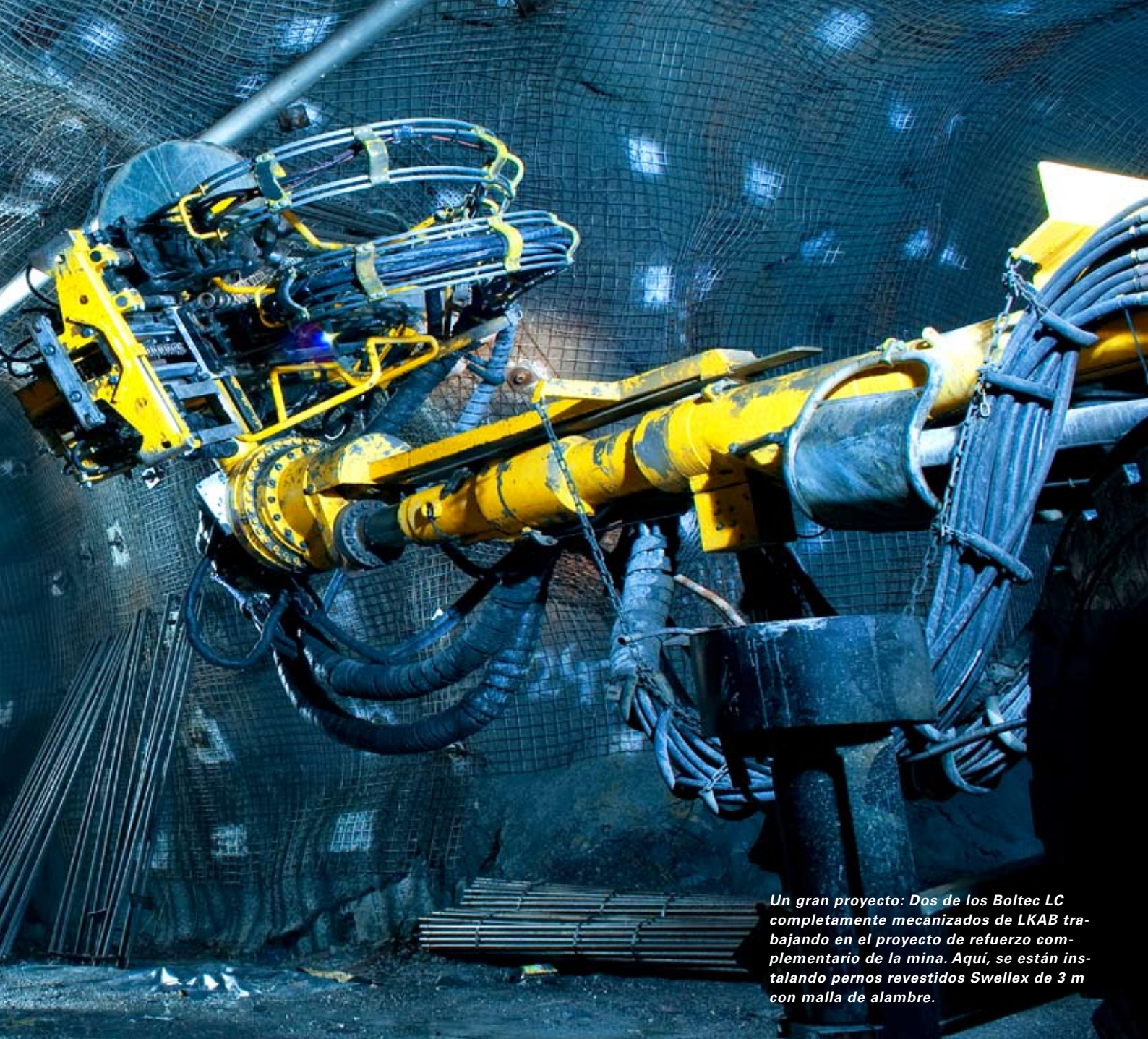
Los equipos Boltec tienen dos brazos; uno para perforar, inyectar e instalar pernos y otro

para sostener y mantener las mallas de alambre durante la instalación. El brazo de perforación cuenta con un carrusel de 10 pernos y puede instalar una amplia gama de pernos incluyendo los de tipo Swellex, rebar y “split set”.

Antes de instalar los pernos y las pantallas de malla, se realiza trabajo de desincrustación y se aplica shotcrete, reforzado con tiras de plástico y metal.

En Kiruna, el perno preferido es el perno revestido Atlas Copco Swellex. Se usan tanto la variante de 3m de largo como la de 2,4 m, este perno de roca inflable fue diseñado para ofrecer capacidad de carga instantánea en toda su longitud. La variante usada allí es el perno Manganese Swellex Mn24 que tiene una carga de rotura de 240 kN.

El tamaño del perno utilizado es determinado



*Un gran proyecto: Dos de los Boltec LC completamente mecanizados de LKAB trabajando en el proyecto de refuerzo complementario de la mina. Aquí, se están instalando pernos revestidos Swellex de 3 m con malla de alambre.*



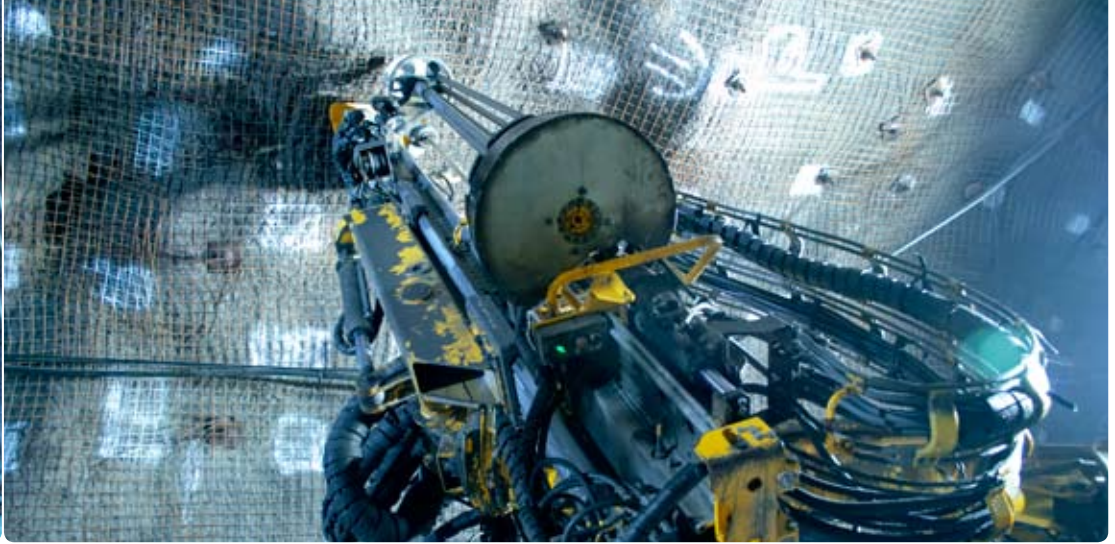
“ En sólo un año, hemos instalado más de 40.000 pernos y pondremos otros 100.000 en esta parte del proyecto.

Nils Stenberg Manager de Proyecto, LKAB

por la sección transversal del túnel, con el uso de pernos de 2,4 m en las galerías más pequeñas (donde la altura y el ancho del túnel es inferior a los 5 m). En el extremo de cada perno hay una placa frontal que sujeta la malla de alambre y distribuye de forma pareja la presión de la sección inferior del perno en el frente de roca.

La versión LC de los equipos Boltec está diseñada para instalar pernos de entre 1,5 y 6 m en galerías con una altura de hasta 12 m. Tiene brazos para trabajo pesado, para un posicionamiento entre barrenos rápido y preciso, que en Kiruna tienen una separación de 1 a 1,5 m dependiendo de la carga esperada en la roca que se está reforzando. La malla y los pernos son instalados normalmente a partir de 1 metro por encima del suelo.

Aunque no se pide que los pernos Swellex »



Revisando el progreso: Roger Jatko, Entrenador, LKAB (izquierda) y el operador del Boltec Tom Grundell inspeccionan la galería recién reforzada.

Arriba a la izquierda: Pernos Swellex de 3 m listos para su instalación. Arriba: El brazo de perforación del Boltec LC con su carrusel para 10 pernos.

» tengan capacidad de inyección de cemento, los equipos cuentan con un sistema automático de inyección. Cada proporción de agua y cemento en la mezcla puede ser controlada con Rig Control System. El sistema de inyección permite asegurar la calidad con el registro de datos y tiene un silo de cemento con mezcladores.

En otras partes de la mina, el Boltec instala pernos Kiruna. El cambio de pernos Swellex a pernos Kiruna requiere un ajuste del carrusel para acomodarlo a la nueva longitud de los pernos.

### Meta de producción

“La meta de producción establecida es de 1.600 pernos por Boltec por mes”, dice Nils Stenberg, “pero hoy estamos en un promedio de 1.200. Esto se debe principalmente a la pérdida de tiempo al ajustar el equipo de un tipo de perno a otro. En el mejor mes, sin embargo, hemos instalado 4.000 pernos usando un equipo, de manera que sabemos lo que los equipos y los perforistas pueden hacer”. Los perforistas trabajan en dos turnos, de 06.00 a 22.00 h.

El operador de Boltec Tom Grundell trabaja en el programa de roca complementario y dice que está satisfecho con el desempeño del

equipo y los pernos Swellex: “Estoy realmente satisfecho con el desempeño del equipo – la cabina es confortable y la calidad del aire buena. En mi turno de 8 horas puedo instalar 40 pernos, incluida la perforación y la instalación de la malla. Los pernos Swellex son fáciles y rápidos de instalar y dan soporte inmediato”.

Después de perforado el barreno del perno con el equipo Boltec, el perno no expandido es transferido del carrusel del brazo al barreno. Una vez en su lugar, se conecta el inyector de agua del brazo al extremo sobresaliente del perno y se inyecta agua a 300 bar. Esta presión expande el perno contra las paredes del taladro aplicando soporte instantáneo.

Los pernos soportan elevadas tasas de deformación y son capaces, así, de acomodarse a los movimientos del terreno y no son sensibles a las vibraciones de las voladuras. Otros beneficios incluyen la instalación libre de químicos y lechada de cemento y el hecho de que al perno Swellex no le afectan las cavernas, el agua o las fisuras en la roca madre. Aunque LKAB está usando pernos estándar de 2,4 y 3 m, se dispone de pernos Swellex conectables para lograr longitudes mayores.

LKAB opera un amplio programa de entrenamiento propio, cuya meta es asegurar que perforistas bien capacitados estén preparados para operar los equipos donde y cuando haga falta.

El programa está dividido en módulos y comienza con entrenamiento en seguridad y orientación subterránea antes de pasar a perforación, empernado, manejo de explosivos, instalación de shotcrete y desincrustado. El programa de entrenamiento es intensivo, con un entrenador dirigiendo sesiones uno a uno o uno a dos. Otra ventaja es tener un equipo Boltec de reserva exclusivamente para entrenamiento.


### Entrenamiento eficaz

Los perforistas elegidos para el programa de refuerzo de roca vinieron de KGS, una subsidiaria de LKAB y no habían operado equipos de empernado antes. “Desde que los nuevos equipos empezaron a llegar en la primavera de 2009, unas 90 personas han sido entrenadas para operar equipos Atlas Copco incluyendo los equipos Boltec, Cabletec y Boomer”, dice Roger Jatko, Entrenador, LKAB.

“Algunas de estas personas nunca habían trabajado en la mina y operaban los equipos por primera vez. Atlas Copco entregó material de entrenamiento, siempre antes de la llegada de cada equipo. Después del entrenamiento, los perforistas cuentan con todos los recursos y conocimientos necesarios”.

“La colaboración con Atlas Copco ha funcionado muy bien en términos de la puesta en funcionamiento de los equipos desde su llegada. De hecho, se pusieron a trabajar apenas salidos de la caja”.

El servicio y el mantenimiento de la flota es provisto las 24 horas por un técnico de Atlas Copco y hay un taller subterráneo provisto de piezas de recambio. Hasta la fecha, la disponibilidad general de la flota se estima en 80 a 85 %.

Cuando se complete el programa, LKAB habrá logrado su meta, con todas las áreas de la mina protegidas con la tecnología y los productos de soporte de roca más nuevos. 







El sol asoma sobre la exposición internacional Bauma en las afueras de Munich, Alemania.

# d Sostenible!

Atlas Copco presente con su mayor y mejor presentación

## Rompedoras para todo

Hubo un amplio despliegue de rompedoras hidráulicas – tanto manuales como pesadas para montar en vehículos. En cuanto a las manuales, se lanzó una nueva generación consistente en martillos con reductor de vibraciones, rompedoras y perforadoras, todas con significativa reducción de vibraciones. Esto gracias a nuevos diseños que las amortiguan sin reducir su desempeño.

Estas incluyen rompedoras para aplicaciones en concreto, asfalto, y suelos congelados, así como para excavación de zanjas, compactación de balastro, claveteado y trabajos de demolición.

Más arriba en la escala de peso, los visitantes encontraron las rompedoras hidráulicas para trabajo pesado, de 450 kg a 10 toneladas, con características que sólo se encuentran en las rompedoras Atlas Copco como PowerAdapt, VibroSilenced System, Auto-Control, ContiLube, StartSelect y el Protector de Polvo opcional.

En la sección de rompedoras pesadas, los visitantes vieron también dos unidades que, hasta la inauguración el 19 de Abril, fueron un secreto bien guardado.

## Filo de corte

Los nuevos Combi-cutters también atrajeron al público y el nuevo CC 6000 no fue una

excepción. Con su peso de servicio de 6.500 kg es el combi-cutter más pesado de la gama. Está diseñado para vehículos de 58 a 85 toneladas que responden a la tendencia hacia excavadoras de demolición más grandes.

El CC 6000 responde al diseño de todos los CombiCutters hidráulicos de Atlas Copco; dos mandíbulas móviles, dos cilindros elevadores y una fuerza de trituración elevada y constante durante todo el proceso de cerrado. Y la combinación de un brazo de mandíbula de hoja simple y doble ofrece máxima estabilidad aún con cargas extremas.

Además del CC 6000, los visitantes vieron en Bauma el lanzamiento del CombiCutter CC 650 que tiene un mecanismo de rotación hidráulico que permite un giro fácil de posición. »



La rompedora pesada HB 3100 – parte de la línea de rompedoras alineadas en Bauma que cubre todo, desde rompedoras de cemento a demolición.



Ergonomica: La última herramienta manual de Atlas Copco incluye nueva tecnología de reducción de vibraciones.



Un corte superior: Una gama de CombiCutters, con pesos de servicio de hasta 6.500 kg fue presentada en Bauma.

» namiento en 360° también tiene una fuerza de ruptura de 45 toneladas, su peso es de 630 kg. El CC 650 es ideal para demoliciones livianas y puede ser montado en equipos de 6 a 14 toneladas.

### Dos novedades en perforación

En cuanto a perforación, Bauma fue el escenario del lanzamiento de dos equipos Atlas Copco – el ROC T20 para construcción y el SmartRig ROC D65 para minería.

El ROC T20 es el segundo modelo en la gama de equipos hidráulicos de 4 ruedas y hay gran confianza en que alcanzará el mismo nivel de éxito que el más pequeño ROC T15.

Con un peso aproximado de 5 toneladas y un tamaño compacto, este equipo es muy apto para perforación en ambiente urbano. Su gran área de cobertura y su brazo hidráulico giratorio lo hace ideal para el trabajo de refuerzo de roca.

El ROC T20 está pensado para barrenos de diámetros de 38–64 mm y está equipado con un motor diesel Cummins de 82 kW y un compresor con una capacidad de 50 l/s. La perforadora de nueva generación, COP 1132, con doble amortiguación, tiene un sistema de percusión muy eficiente y requiere menos energía para generar su máxima potencia de 11 kW.

El nuevo SmartRig ROC D65, por otra parte, es una gran noticia para los mineros. Este

equipo combina toda la fortaleza y potencia del exitoso equipo DTH ROC L8, con la funcionalidad inteligente, automatizada de la gama SmartRig. El resultado es un equipo único que hace la minería de superficie más inteligente. (Ver página 21)

Los visitantes que trabajan en tunelería se interesaron en el concepto Perforación de Alta Precisión (HPT) de Atlas Copco, o, simplemente, cómo llegar lo más cerca posible del diseño original del perfil del túnel. Este concepto estuvo representado por el equipo computarizado de dos brazos Boomer E2 C, que, conectado a un software innovador, hace de Atlas Copco el líder mundial en esta tecnología. (Ver página 12).

### Geotécnica y refuerzo de roca

Como de costumbre en Bauma, los equipos de ingeniería geotécnica y las herramientas de refuerzo de roca de Atlas Copco jugaron un papel central. Esta vez se presentaron tres nuevos productos – el sistema de perforación de estéril por control de flujo Elemex, el micropilote autopercutor SDA T111 y la gama Terracore de herramientas para investigación en obras.

Elemex es un sistema avanzado de perforación y revestimiento que brinda todas las venta-

jas de la perforación DTH como alta productividad y pozos profundos rectos, sin el riesgo de pérdida de aire o sobre perforación que pueda dañar estructuras cercana. (Ver página 25).

El SDA T111 es la más nueva tecnología en micropilotes – un micropilote auto-perforante que perfora y refuerza un pozo en un solo proceso. El T111 puede perforar a través de cualquier suelo, de arena a roca. Es ideal para obras con acceso limitado y tiene un impacto bajo en el ambiente circundante.

Las herramientas de perforación de núcleo geotécnica Terracore incluye brocas y equipos In-The-Hole para aplicaciones como recolección de muestras blandas, estudio de suelos y definición de fundaciones. La gama es apta también para otras aplicaciones geotécnicas como perforación de pozos para inyectado de cemento, drenaje, ventilación y pozos piloto para raiseboring.

Para la industria minera, hubo pernos de roca Roofex y herramientas de monitoreo para minería en condiciones de suelo difíciles y pernos conectables Swellex Pm24C para anclajes profundos. Además se presentó la plataforma Unigrout y la gama certificada CE de pernos de anclaje Auto Perforantes para tablestacado de suelos.



*Debut en Bauma: El nuevo ROC T20, para aplicaciones en la construcción, perforando barrenos para diámetros de 38–64 mm.*



*Perforación y refuerzo al mismo tiempo: El innovador micropilote auto-perforante SDA T111 con broca desechable.*



*Combinación potente: El SmartRig ROC D65 ofrece perforación DTH con funciones de SmartRig.*



*Herramientas Terracore para perforación de exploración geotécnica en obras.*



*Introduciendo Elemex: Un nuevo sistema para instalar revestimientos en ambientes sensibles y suelos difíciles.*

## Gran avance

La industria minera también fue testigo de un gran avance en el campo del análisis de detritus; un nuevo instrumento de escanear que permite medir constantemente el contenido de mineral mientras se perfora. El resultado de análisis se entregará como un modelo digital que da una visión clara de la veta.

El escáner puede montarse en todos los equipos de perforación de Atlas Copco. El sistema reduce el tiempo del análisis, porque no hay necesidad de preparar las muestras, mejora la precisión de las muestras, da información detallada sobre la ley del mineral y su ubicación y reduce los costos de la recolección de muestras. Además, la posibilidad de escanear al perforar permitirá optimizar la excavación downstream y el procesamiento del mineral.

## La potencia del aire

Este año también se presentaron en Bauma nuevos compresores de Atlas Copco entre los que se destacaron los últimos desarrollos en las gamas DrillAir, XAHS y XAMS así como la gama de generadores QAS.

Los compresores Open Unit de la gama

DrillAir proveen un flujo de aire de hasta 727 litros por segundo para perforación. Cuentan con el sistema FuelXpert que optimiza el flujo de combustible y prolonga la vida de los componentes gracias a la tecnología Oiltroxic.

Los compresores XAHS 237 de 12 bar y XAMS 287 de 8,6 bar, con motores Deutz Tier 3, también están disponibles con FuelXpert como parte del paquete estándar. También se presentó el XAS 87, diseñado para la industria europea de la construcción. Con un peso inferior a los 750 kg, esta unidad puede ser trasladada fácilmente de una obra a otra.

Finalmente, pero igualmente importante, fue la presencia de los generadores QAS presentados en público por primera vez. Con potencias de 14 a 571 KVA, la gama fue diseñada para un transporte veloz, fácil y seguro y puede ser usada en cualquier tipo de terreno. El equipo bandera de la gama es el QAS 500, ideal para una amplia gama de aplicaciones en la industria, la construcción y la provisión de energía en instalaciones públicas.

## Entrenamiento y servicio

Atlas Copco afirma que la productividad sostenible sólo puede alcanzarse optimizando los productos y soluciones utilizados. Esto inclu-

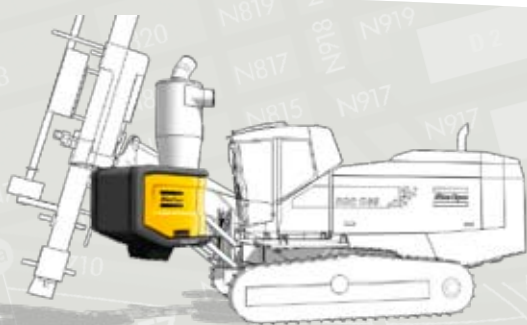
ye asegurar el correcto uso de los equipos, que reciban el mantenimiento y servicio adecuados y que el operador esté bien capacitado.

En Bauma, varios simuladores permitieron a los operadores poner a prueba sus habilidades. Por ejemplo, los operadores de excavación pudieron probar varios accesorios – rompedoras, CombiCutters, y pulverizadores sobre un transporte y competir por puntos.

El público, fuera del simulador, podía seguir los progresos de los operadores, y al fin del día se exponía la mejor puntuación. Por cada récord alcanzado Atlas Copco hizo una donación al fondo de reconstrucción de Haití.

Los perforistas pudieron probar simuladores de SmartRig y Boomer E2 C y conocer el programa de entrenamiento de Atlas Copco, Master Driller. En resumen, Atlas Copco quiso dejar en Bauma un mensaje claro: el entrenamiento de operadores y el mantenimiento y servicio preventivo van de la mano con la precisión, la eficiencia, la seguridad y el confort en la búsqueda de la Productividad Sostenible.

Para más detalles sobre el stand de Atlas Copco, ir a [www.atlascopco.com/bauma](http://www.atlascopco.com/bauma)



Gran innovación para mineros: Este escáner montado en un equipo de perforación permite analizar el contenido de mineral en los recortes durante la perforación.



Experiencia virtual: Simuladores en el stand de Atlas Copco ofrecieron a los visitantes la oportunidad de probar sus habilidades operando un equipo de perforación o una rompedora pesada.



Impresionante: La gama de generadores QAS consistente en una amplia variedad de modelos con potencias de 14 a 571 kVA para fácil transporte y montaje en cualquier superficie no preparada.



Aire libre: Este nuevo compresor de aire portátil, la Open Unit de la gama DrillAir, produce un flujo de hasta 727 l/s a 25 bar.





## El sistema que ha reducido costos desde 1998



Atlas Copco introdujo su Rig Control System (RCS), un sistema computarizado para equipos de perforación, en 1998.

Fue una innovación que revolucionó la industria. Desde entonces, la compañía ha conducido el desarrollo en perforación computarizada y mecanizada. Hoy, hay en operación más de mil equipos RCS en todo el mundo.

Esta larga experiencia y colaboración constante ha dado como resultado funciones más avanzadas, culminando en el concepto High Precision Tunneling.

### AMPLIA GAMA DE BENEFICIOS

El objeto de la perforación computarizada es crear condiciones para aumentar la productividad de la perforación. La automatización computarizada mejora las tasas de penetración y la economía en aceros de perforación. Pero hay muchos otros beneficios como una detección rápida de fallas, costos de mantenimiento más bajos y mayor disponibilidad de equipos. Un estudio reciente confirma que la perforación completamente automatizada reducirá el tiempo en el avance de un túnel en un promedio del 6 %, aumenta las tasas de avance en un 3% y reduce la sobre-perforación en 7 cm.

Los equipos de Atlas Copco cuentan hoy con la cuarta generación de automatización RCS. Este último sistema ofrece funciones más refinadas aún para planificar, conducir y analizar el proceso de perforación, con transmisión inalámbrica online de datos entre el equipo y la oficina de la obra. Y esto no se detiene aquí. El sistema RCS y su gama de funciones también es utilizado en otros productos y aplicaciones de Atlas Copco.

mediatamente antes de perforar cada ciclo, requiriendo muy poco tiempo extra. Los datos son procesados y el supervisor es informado sobre cualquier sobre perforación en minutos. Como resultado, los planes de perforación pueden seguir siendo corregidos, lo que puede ahorrar 5 cm de sobre perforación. En un túnel con un perfil de 40 m<sup>2</sup>, esto puede producir ahorros en costos por sobre perforación por más de 150.000 dólares por kilómetro (en shotcrete y horas-hombre).

Measurement While Drilling (MWD) es una opción de equipo que ofrece la adquisición rápida de datos de perforación vitales, como tasa de penetración, fuerza de avance, velocidad de rotación y más. Con Tunnel Manager MWD, los datos también pueden ser utilizados para medir la dureza de la roca, zonas de fracturas y otras características relevantes de la roca. Un conocimiento detallado de las características de la roca per-

mite ajustar el proceso de perforación sobre la marcha.

Usado con nuestros equipos de desarrollo horizontal, y con nuestros equipos de empernado, estas tecnologías optimizan el proceso de construcción de túneles desde el principio, reduciendo trabajo extra, optimizando la calidad y manteniendo los costos bajo control.

Desarrollamos el sistema RCS a mediados de los 90 y lo hemos perfeccionado desde entonces, en estrecha cooperación con nuestros clientes en todo el mundo. Por eso, Atlas Copco es el líder indiscutido en Perforación de Alta Precisión.

Según Konstantin Spinov, Director Underground Operations de Veidekke, el contratista escandinavo de construcción, el concepto HPT ha ayudado a la compañía a optimizar la precisión a niveles antes impensables.

“Todo tunelero busca la perfección pero sabe que no se puede alcanzar. La función

HPT desarrollada por Atlas Copco en colaboración con compañías como nosotros, Veidekke, nos ayuda a llegar tan cerca de la excavación interior como es posible, en cualquier condición. No tiene sentido gastar dinero en corregir sobre perforación, por lo que usando HPT optimizamos nuestra capacidad de mantener el perfil original del túnel y, así, mantener nuestros costos reducidos”.



**Mathias Edhammer** es Product Manager, Atlas Copco Rock Drills, de Suecia y miembros clave del equipo que desarrolla la perforación computarizada.

e-mail: [mathias.edhammer@se.atlascopco.com](mailto:mathias.edhammer@se.atlascopco.com)

# PREFERIDO

## en Jelsa

*Cómo Noruega encontró la clave en COPROD para perforar mejor*



Barrenos más rectos, más larga vida de las brocas y eficiencia de combustible. Estas son algunas variables que contribuyen a la productividad en la perforación de barrenos. M&C informa desde la lejana cantera Jelsa, en Noruega, al norte de Stavanger, donde un contratista de perforación y voladura ha encontrado la clave para estos tres aspectos.

La compañía noruega, Bertelsen & Garpestad (B&G) fue fundada en 1959 por Kjell Garpestad y Arne Bertelsen, dos carpinteros que se encontraron ese año y decidieron iniciar su propio negocio. Resultó una buena decisión.

Desde su fundación, la compañía ha crecido constantemente proveyendo perforación y voladura, excavación y servicios de transporte

en el condado de Rogaland, en Noruega, y en las costas del sur y el oeste del país, hasta convertirse en uno de sus mayores contratistas en perforación y voladura. Esta empresa familiar emplea hoy 80 personas.

B&G ha usado equipos Atlas Copco desde el comienzo y actualmente opera una flota de 17 equipos sobre orugas, incluyendo equipos ROC D3, ROC D7, ROC D9, ROC F9 y ROC

L7. Esta flota flexible puede perforar barrenos en diámetros de 35 a 165 mm, suficiente para cubrir la mayor parte de aplicaciones de perforación en canteras y de construcción.

La compañía tiene un equipo de trabajo en la cantera de Jelsa, propiedad de Norsk Stein, 90 km al norte de Stavanger en la costa occidental de Noruega. Es una de las más grandes canteras de agregados de Europa (producción anual: 6 millones de toneladas) y provee diferentes tipos de agregados a más de 40 puertos europeos, en Inglaterra, Alemania y España.

Buscando una técnica de perforación económica con resultados óptimos en estéril difícil, B&G asistió a la exposición MinExpo de Las Vegas en 2008, y descubrió el sistema de



*Un proveedor clave de agregados a Europa: Equipos Atlas Copco ROC F9 C y ROC L7 40 CR trabajando en el banco de Jelsa, Noruega, una de las mayores canteras de agregados de Europa. Arriba: Rune Støle, perforista, B&G (izquierda) discute el desempeño del sistema COPROD con representantes de ventas y servicios de Atlas Copco.*



perforación Atlas Copco Secoroc COPROD. Atlas Copco invitó a B&G a ver la tecnología en acción en las canteras de agregados en Glensanda, Escocia y Silinjaarvi, Finlandia.

### **Combinación perfecta**

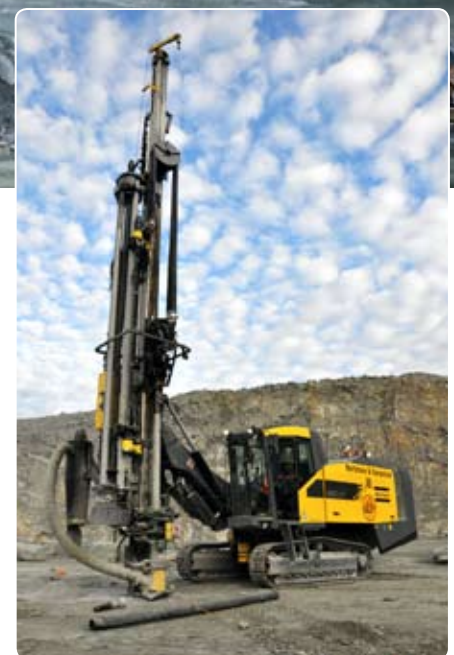
El Secoroc COPROD es un sistema de perforación con martillo en cabeza que ofrece la rectitud y la precisión de la perforación DTH con la velocidad de la perforación hidráulica con martillo en cabeza. También tiene la larga vida de servicio del método DTH.

Un elemento clave del método es que dentro de cada tubo rígido COPROD, hay una barra de impacto que transmite la energía de la perforadora a la broca. El resultado es ma-

yor potencia de impacto y mínimo desgaste de la rosca del tubo. Este diseño permite que la velocidad de extracción de las partículas sea mucho más continua en toda la sarta de perforación, con esto es casi imposible que haya atascamiento.

Impresionados con lo que vieron en Glensanda y Silinjaarvi, B&G decidieron probar el sistema COPROD y en Diciembre 2008, un nuevo ROC L7 40 CR, equipado con el sistema COPROD y un COP 4050HE-CR, llegaron a Jelsa.

Rune Støle, perforista de B&G, ha operado el ROC L7 40 CR en Jelsa desde su llegada. Con 11 años de experiencia en perforación con distintos equipos, Støle estaba impaciente



*Desempeño impresionante: El ROC L7 40 CR equipado con el sistema COPROD ha impresionado a los perforistas de la cantera con su habilidad para producir pozos rectos y limpios a través del estéril complicado.*

“ La mejor característica del sistema es su habilidad de producir pozos muy rectos – son totalmente rectos.

Rune Støle perforista, B&G



» por probar el sistema COPROD para ver como hacía frente con el difícil estéril de la obra. “En Jelsa el estéril puede tener un par de metros de profundidad y no siempre es fácil obtener pozos limpios en la roca. Tenía mucho interés en ver cómo respondería el COPROD”, dice Støle.

El diagrama de perforación en la cantera es de 5,6 m por 4,2 m con barrenos perforados hasta 15–18 m de profundidad incluidos 2 m de sobre perforación usando brocas Secoroc de 165 mm de diámetros. La roca (granodiorito) tiene una composición cercana a la del granito, conteniendo cuarzo abrasivo.

Sobre el desempeño del sistema COPROD,

Støle responde que está respondiendo más que bien en el estéril. “Pienso que el desempeño del COPROD es excelente”, dice.

“Trabaja muy bien el estéril y el pozo no colapsa cuando se retira la sarta de perforación. La calidad general del pozo es también muy buena, pero lo mejor del sistema es su capacidad de producir pozos muy rectos, son totalmente rectos”.

#### **Economía excelente**

“Otro beneficio es la economía. Las brocas son afiladas cada 30 m y pueden ser reafileadas 20 o 30 veces, de manera que logro perforar muchos metros con cada broca”. Perforar un

pozo de 18 m lleva unos 18 minutos. En ese tiempo Støle monitorea los parámetros de perforación desde la cabina del ROC L7 40 CR que, él señala, es ergonómica y cálida, aún en el duro clima invernal de Noruega.

“El equipo es sumamente confortable con controles al alcance de los apoyabrazos y la combinación del equipo y el sistema COPROD producen un buen ambiente de trabajo: el polvo de la perforación se deposita en la parte delantera del equipo, no se dispersa en el aire”.

El control del polvo se logra gracias a un pre separador, a un filtro de polvo montado en el brazo y a una cubierta contra el polvo





Izquierda: Rune Støle, perforista, B&G, dice que el sistema COPROD trabaja bien en el estéril de la cantera Jelsa. Arriba, examinando la broca con Trygve Djuvsland, Representante Regional de Ventas de Atlas Copco.

que puede ser retraída durante el emboquillado para facilitar la visión del perforista. El brazo tiene también un centralizador ajustable doble y porta barras que garantizan un desgaste mínimo de las sartas de perforación, lo que prolonga su vida útil.

Aunque el sistema de control de equipo puede automatizar muchas funciones de perforación, como perforista experimentado, Støle elige los controles manuales diciendo que prefiere controlar cada parámetro él mismo.

Sven Harbo, Quarry Division Manager, B&G, dice que la cantera ha invertido en una nueva línea de trituradoras e instalará una trituradora fina el año próximo, y aumentará la producción de 6 a 10M de toneladas en 2010. “La nueva meta de producción implica que necesitaremos aumentar nuestra presencia en la mina para responder a la demanda de servicios de perforación”, comenta.

“Lo haremos aumentando nuestra flota y analizando la tecnología que usamos, y eso incluye el sistema COPROD que ha demostrado ser muy eficaz. Me ha impresionado particularmente el desempeño del COPROD en el estéril del open-pit de Jelsa, que puede ser difícil de perforar”.

“Usar la tecnología más eficiente, junto con los magníficos perforistas que tenemos, nos asegura que podremos entregar la cantidad requerida”.

B&G también ha elegido los contratos de mantenimiento y servicio de Atlas Copco ROC Care y COP Care para sus equipos y perforadoras. “Tenemos 4 contratos ROC Care y 5 contratos RIG Care”, agrega Harbo. “La gran ventaja para nosotros es que tenemos costos fijos de mantenimiento, además de garantías extendidas, y está trabajando muy bien”.



“Usar la tecnología más eficiente, junto con el gran equipo de trabajo que tenemos, nos asegura poder cumplir.”

Sven Harbo Quarry Division Manager, B&G

## TERCERA GENERACIÓN COPROD

El sistema Atlas Copco Secoroc COPROD está diseñado para alta capacidad de perforación de bancos en roca exigente. Combina la rectitud y precisión del pozo de los equipos de perforación DTH con la alta tasa de penetración del sistema con martillo en cabeza.

El sistema está disponible para 2 tipos básicos de equipos con 5 opciones de sartas de perforación. ROC F9 CR es el más pequeño de los dos equipos que ofrecen sartas CR76 o CR89 para barrenos de 90 a 127 mm de diámetro. En el carrusel del equipo se pueden cargar hasta 8+1 secciones dependiendo del diámetro del COPROD seleccionado.

ROC L740CR, un equipo COPROD de segunda generación, puede ser equipado con sartas CR89, CR102, CR127 o CR 140. Traducido a tamaño de pozos, significa que el L740 CR puede perforar pozos de 105 mm hasta 180 mm de diámetro.

El ROCF9CR puede alcanzar una profundidad de pozo máxima de 30 m mientras que el ROC L740CR puede alcanzar 36 m. Las longitudes de la secciones (consistentes en tubo y barra de percusión) son de 12- o 20 ft (3,6- or 6 m) dependiendo del diámetro de los pozos. La tercera generación de sartas de perforación COPROD ofrecen rectitud de pozo superior y nivel de ruido más bajo. Las guías centrales soldadas en los tubos han sido reemplazadas por un tubo interior de longitud total especialmente diseñado. Este estabilizador plástico patentado con su geometría exclusiva actúa como un guía interior, reduciendo las vibraciones en el tubo COPROD y disminuyendo dramáticamente el nivel de ruido.

Las pruebas de campo han demostrado que esta reducción del ruido no sólo han hecho más placentero el trabajo del perforista, también permite a los equipos COPROD operar sin producir innecesaria contaminación acústica.

La tercera generación de sartas COPROD 102 y 127 están disponibles desde el primer trimestre 2010, mientras que el resto de la gama será lanzada en la segunda mitad de 2010.



# KASAJASTÁN

## en la ruta del CRECIMIENTO



En Kasajastán, ese enorme país al sur de Rusia, entre el Mar Caspio y la China, hay una gran actividad. Su infraestructura está siendo mejorada y sus industrias mineras están renaciendo con nuevos métodos y equipos. Llevará tiempo, pero el objetivo es claro: convertirse en un ejemplo de creciente prosperidad en Asia Central.

**P**ocos países tienen semejantes reservas de carbón, petróleo, uranio, metano y gas natural como Kazajistán. Y en este país de vastas planicies abiertas, los equipos de perforación de Atlas Copco son los preferidos en las minas de carbón.

Bajo el llano norte de Kazajistán, hay reservas gigantescas de carbón. Allí, Atlas Copco se encuentra trabajando con varias compañías para actualizar su tecnología, alcanzar las metas de productividad y reducir sus costos.

Dos de esas operaciones son Bogatyr Komir y Borly Coal las cuales trabajan con equipos de perforación de pozos Atlas Copco modelos DML y DM45. Bogatyr, localizada en la cuenca carbonífera de Ekibastuz, tienen reservas por 4.500 millones de toneladas y produce casi el 40 % del carbón del país (46 Mt extraídas en 2008). La mina tiene

5 equipos de perforación en la obra, tres DML y dos DM45. Cada DML perfora unos 14.000 m por mes mientras el DM45 alcanza a 20.000 m por mes, ambos operando en bancos de 25 m. El DML usa brocas tricónicas de 228 mm de diámetro mientras que el DM45 usa brocas tricónicas de 171 mm de diámetro, y de ser necesario todos están en condiciones de aumentar su producción.

Con un diagrama de disparo de 7 m por 5 m de separación y 400 barrenos, cada voladura puede producir más de 100.000 toneladas de carbón y 60.000 metros cúbicos de estéril.

Borly, en la región de Karaganda, produce 7 Mt por año en las minas Molodezhniy y Kulchek. Usa equipos DML y DM45 en bancos de 45 m, cada equipo perfora 17.000 m por mes, aunque su capacidad puede llegar entre 20.000 a 25.000 m por mes.



Socios de la productividad: Arriba, de la izquierdat, John Stinson y Kamshat Galiyeva de Atlas Copco con el Jefe de Ingenieros Valeriy Kim y el Jefe de Mecánicos Khamit Omarov de la mina de carbón Borly Molodezhniy, propiedad de Kazakhmys Copper Corporation.



En la Mina de Carbón Borly, los equipos Atlas Copco modelo DML y DM45 trabajan en bancos de 45 m. Arriba, el nuevo equipo eléctrico DML con propulsión hidráulica en cabeza.

El DML perfora un pozo de 228 mm de diámetro, mientras que el DM45 pozos de 200 mm de diámetro usando brocas Secoroc Epsilon que duran de 15.000 a 18.000 m. Borly se distingue por haber recibido el primer equipo eléctrico DML. Adicionalmente, la reciente entrega del primer equipo Atlas Copco RD20 para petróleo y gas, ha abierto el camino a la explotación de metano en Karaganda.

#### Ricas reservas

Kazajastán también tiene canteras open-pit de oro, cobre, hierro y manganeso. Las compañías Kazakhmys Copper Company y Aktobe Copper Company en la región occidental del país tienen equipos Atlas Copco modelos DM45 y DML.



Productividad Superior: El Pit Viper 275 en la Mina VasGold de Kazinc.

El DM30 multi pass para pozos de 127 a 171 mm de diámetro es el equipo preferido de la Mina Varvarinskoye de Polymetal, mientras que el Pit Viper 275, de multi pass, para diámetros de 270 mm, es usado por la mina VasGold de Kazinc.

“Hemos introducido equipos para perforación de barrenos en Kazajastán que pueden aumentar la productividad y bajar los costos operativos”, dice John Stinson, Global Business Manager, Atlas Copco, “pero no ha sido una tarea sencilla”.

Desde el comienzo, Atlas Copco introdujo nuevas ideas en Kajastán. En la región se usó tradicionalmente un diámetro de pozo, altura de banco, y producción anual comunes, usando métodos de perforación rotativa eléctrica.

Atlas Copco introdujo los equipos de perforación diesel, así como martillos de alta presión DTH. Hoy, la probada tecnología DTH ha sido puesta a prueba también en Varvarinskoye Gold y en la mina de cobre “50 Years October” de Aktobe Copper Company. Este cambio a perforación DTH no siempre fue exitosa desde el principio, pero con tiempo y cooperación, todo su beneficio fue evidente.

#### Progreso en “Octubre”

La producción se inició en el yacimiento llamado “50 Years October”, localizado a 200 km de Aktobe, en 2006. Durante las primeras etapas de planificación, se usó perforación rotativa para producir barrenos de 215 mm de diámetro para el estéril. Una vez removido el estéril, se estudió el uso de perforación DTH en formaciones de roca más dura.

Después de estos estudios, la mina eligió 8 equipos Atlas Copco, 6 DML y 2 equipos de alta presión para barrenos DM45 para perforación DTH usando martillos Secoroc QL60 y DHD 360 para perforar barrenos de 171 mm de diámetro en bancos de 12 m con un diagrama de disparo de 5 y 6 m de separación. El pit central tiene 14 años y hay pits en vía de desarrollo.

Mientras que el propietario, Aktobe Copper Company, estaba impresionado con la tasa de penetración, los niveles de producción general esperados no fueron alcanzados y la empresa consultó a Atlas Copco sobre la forma de aumentar la productividad de los equipos. GRT, una compañía hermana de la distribuidora de Atlas Copco, Ken Group, un contratista expe- »

*Toque de oro: En la Mina Varvarinskoye, propiedad de OJSC Polymetal de Rusia, donde se usan 5 equipos Atlas Copco DM 30 y 1 T3W para extraer oro.*



*Varvarinskoye es un buen ejemplo del desarrollo de la industria minera de metales en Kajastán: El Maestro Perforista Pavel Bobylev (izquierda) con Kamshat Galiyeva de Atlas Copco.*

» rimentado, había tenido buenos resultados con la perforación rotativa en otras minas de cobre y quería repetir el éxito usando perforación DTH en la obra “50 Years October”.

La compañía operó un DM45HP durante un período de pruebas de 4 meses y del total de metros perforados el equipo alcanzó el 60% de la tasa de productividad de los tres equipos en operación.

Según Alexander Merzlikin, Deputy General Director, Special Projects, Ken Group, no hubo problemas técnicos y todos los equipos alcanzaron la misma tasa de penetración. Ken Group/GRT coordina toda la provisión y el servicio para la máxima eficiencia de los equipos, incluido lubricante, insumos de perforación, partes, mantenimiento y reparaciones.

Merzlikin continúa: “Cuando se administra el yacimiento, hay que planificar para tres meses. Nuestro éxito viene de un equipo de perforistas expertos con una cadena de servicio y aprovisionamiento equivalente. Ken Group/GRT se concentra en una sola cosa, ofrecer la mayor cantidad de metros de perforación posible al costo más bajo.”

Ken Group/GRT avanzará expandiendo el contrato de perforación, ofreciendo un pro-

grama de entrenamiento y perforación para los perforistas de Aktobe Copper.

### **Desarrollando metales**

Varvarinskoye Gold Mine en Varvarinka, fue desarrollada en la década de 1990 cuando European Minerals realizó exploraciones, seguidas por trabajo de remoción de estéril en 2006. La producción de oro comenzó en Diciembre de 2007 seguida por concentrado de cobre-oro en Marzo de 2008.


Varvarinskoye está ubicada en las planicies del noroeste, cerca de la frontera con Rusia. Adquirida recientemente por OJSC Polymetal de St. Petersburg, Rusia, la mina es un buen ejemplo del equipo usado para desarrollo minero en Kazajastán. A la fecha, ha estado removiendo 3 Mt por año. Opera 5 equipos Atlas Copco DM30 y un equipo de alta presión para barrenos T3W para perforación DTH. Tres DM30s fueron adquiridos cuando se abrió la mina, y dos más recientemente, para responder a las demandas de mineral.

La mina será desarrollada para producir 4,2 Mt de mineral al año para las instalaciones de procesamiento durante los 15 años de vida proyectada para la mina. Se espera que

cada equipo perfora 20 m/hora para producir 10.000 m de perforación por mes. El diagrama de perforación consiste en 4 m de carga con una separación de 3,5 m (o 4,5 m x 3,7 m dependiendo de la roca) con una altura de banco de 5 m y sobre perforación de hasta 1 m. Los equipos operan con presiones de aire de 24 bar, aplicando durante la perforación 55 bar pull down y 70 bar de rotación.

La mina usa martillos DTH de 152 mm de diámetro con brocas de 165 mm con un promedio de vida útil de 1.000 a 1.200 m por broca y 10.000 m en el martillo antes de su reparación.

Vladimir Sterlyagov, Mine Manager at Varvarinskoye Gold, está satisfecho con el desempeño general de los equipos DM30. Uno de ellos está cerca de las 12.000 horas. Sterlyagov agradece al supervisor Pavel Bobylev por mantener la alta tasa de productividad de los equipos. Es el conocimiento del trabajo y la perforación de Bobylev, ganado en muchos medios diferentes, lo que ha permitido a estos perforistas sacar con éxito el máximo provecho de los equipos DM30.

Varvarinskoye tiene reservas probadas por 3,1 millones de onzas de oro y probables por 313 millones de libras de cobre. 

# UN PASO HACIA EL FUTURO para minería en open pit

Atlas Copco introduce en el mercado de la perforación Open Pit un equipo DTH completamente computarizado.

Durante más de 10 años, el ROC L8 de Atlas Copco ha sido el más exitoso equipo DTH sobre orugas en open pits en el mundo, debido en gran medida a su robusta construcción, elevado desempeño y probada confiabilidad.

Los mineros ahora pueden evaluar los beneficios del ROC L8 versus la automatización y el alto rendimiento del sistema Smart Rig aplicado en el Roc D 65.

## Un hito en minería

Según sus diseñadores, el nuevo equipo es una evolución en perforación de superficie que representa un hito para la industria minera.

“El SmartRig ROC D65 es el futuro para la perforación de barrenos chicos en open pit”, dice Olav Kvist, Product Manager, Atlas Copco. “El ROC L8 y el SmartRig se unen para combinar la mejor tecnología de cada uno, creando una experiencia de perforación completamente nueva”.

En la práctica, esto significa que además de la robustez, potencia y fiabilidad que hizo famoso al ROC L8, el sistema de control computarizado del SmartRig (RCS) le permite realizar el ciclo de perforación completo, desde la navegación de pozo, con montaje de ángulo automático, pasando por la perforación, el agregado y extracción de tubos de perforación, hasta el registro del desempeño en tiempo real.

El equipo se integra con la oficina de planificación de la mina, reduciendo la necesidad de supervisores en la mina. Los archivos de registro soportan la comunicación en la obra, reduciendo los errores de comunicación entre los perforistas y la oficina.



*New kid on the block: The SmartRig ROC D65 brings full computerization to DTH drilling in mining thanks to its Rig Control System which automatically controls the drilling cycle.*

## Seguridad en la mina

Las mejoras en la seguridad son un plus importante. Como el SmartRig ROC D65 agrega y retira los tubos automáticamente, el perforista se ve aliviado de esta tarea tediosa y tiene tiempo de preparar material en la mina mientras el equipo se encarga de completar el barrenamiento.

Diseñado para la gama de barrenos de 110 a 203 mm de diámetro, el SmartRig ROC D65 usa martillos Secoroc COP 44, COP 54 o COP 64 y perfora pozos de hasta 54 m de profundidad (versión de viga de avance larga).

Un motor Caterpillar C15 le provee una potencia de 402 kW, 539 hp, y un compresor Atlas Copco XRX10 entrega una presión total de trabajo de 30 bar.

*Nota: El SmartRig ROC D65 fue presentado en la feria de la construcción de Bauma, en Alemania (página 8).*



### SMART RIG ROC D65: DATOS BREVES

- ▶ Automatización total del ciclo de perforación
- ▶ Navegación de pozo e integración
- ▶ Gama del barreno: 110 a 203 mm
- ▶ Potencia del motor: 500kW (670 HP)
- ▶ Flujo de aire disponible: 500 l/s

# Tomándole la mano AL HIERRO ÁRTICO

## DESPUÉS DE 14 AÑOS SE REABRE LA MINA SYDVARANGER

La primera apertura de una mina de hierro en Europa en el siglo XXI está en marcha en el extremo norte de Noruega. La Mina Sydvaranger, cerrada en 1996, ha sido reabierta con una nueva administración, instalaciones renovadas y un amplio contrato de asistencia técnica con Atlas Copco.

**4**00 km al norte del Círculo Polar Ártico, la Mina Sydvaranger, en la comunidad de Kirkenes, está tan al norte como se puede llegar. Allí, en la región conocida como Finnmark, cerca de la frontera rusa, la producción de hierro ha sido relanzada después de un gran plan de rehabilitación.

El nuevo propietario, Northern Iron de Australia, cree que hay mucha vida – y ganancias – en la vieja veta que tiene una ley de aproximadamente 32% de Fe.

### Un desafío

Desde Agosto de 2008 la operación se ha concentrado en reabrir la enorme open pit paralelamente a la rehabilitación de la planta de pro-

ducción, produciendo 2,9 Mt/año de concentrado de mineral de hierro en los próximos 30 años.

Este plan ha sido reducido levemente y se espera que la producción pueda llegar a 2 toneladas de concentrado de mineral de hierro en Julio de este año y es muy probable que se mantenga en ese nivel durante los próximos dos años.

Para John Sanderson, CEO de la Mina Sydvaranger, australiano, el proyecto de revitalización ha sido el mayor desafío de su carrera, caracterizado por cambios de administración, inconvenientes en el programa de renovación, cambios en las especificaciones de los equipos, cuestiones con la vida de las brocas y

“No han faltado los desafíos pero ahora estamos avanzando y el servicio juega un papel principal.”



John Sanderson CEO, Sydvaranger Mine

cesamiento existente, incluida la instalación de una nueva unidad de pelletización.

Según los estudios previos, esas mejoras permitirán extraer mineral a una tasa de 7Mt/

demoras provocadas por la crisis financiera global.

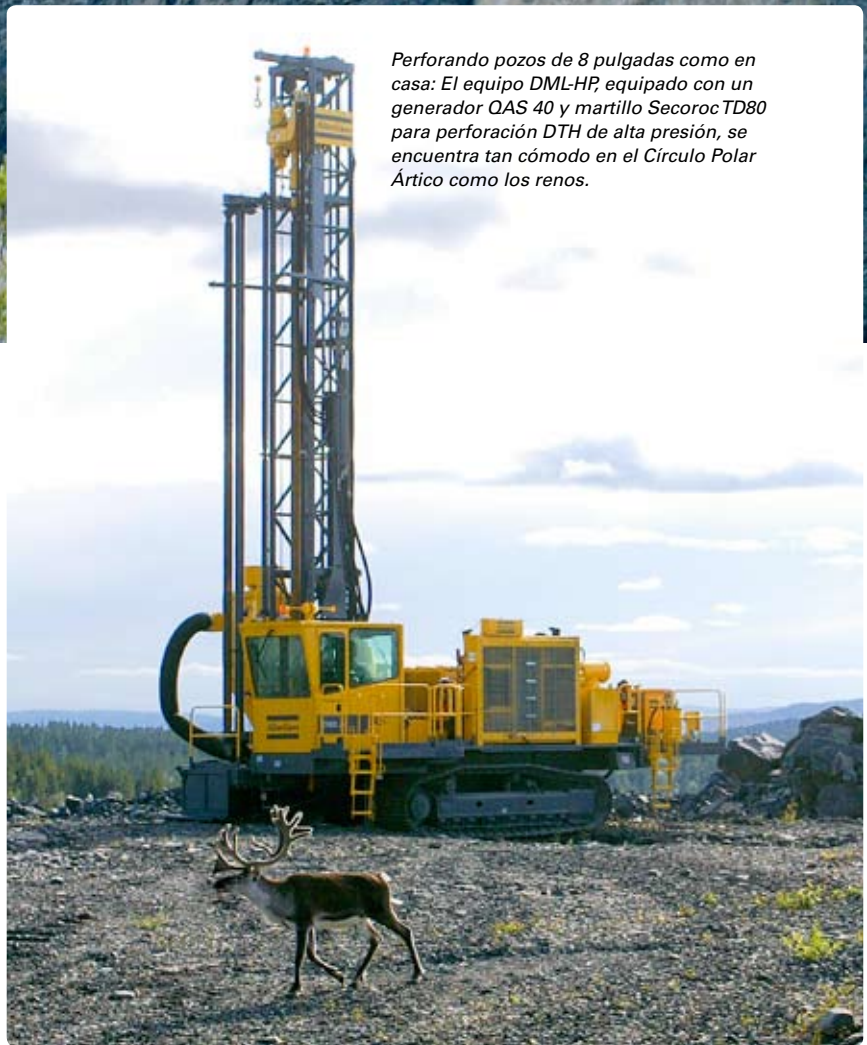
Sin embargo, Sanderson, que antes fue gerente de la mina Pilbara de Rio Tinto en



Australia, es optimista. “Hemos trabajado muy duro, durante 13 meses, para poner esto en marcha y los desafíos no han sido pocos, muchos debido a la renovación de la planta de procesamiento”, dice. “Pero ahora tengo la satisfacción de decir que todo empieza a funcionar. Estamos avanzando, la mina está funcionando y podemos decir que estamos en nuestro primer año de plena producción”.

### Apoyando la operación

Sydvaranger se apoya en Atlas Copco para todos sus equipos y herramientas de perforación así como compresores torres de iluminación, rompedoras hidráulicas y otro equipo auxiliar. Pero quizás lo más importante, la mina también se respalda en un amplio programa de servicio y mantenimiento de Atlas Copco para apoyar toda la operación.



*Perforando pozos de 8 pulgadas como en casa: El equipo DML-HP, equipado con un generador QAS 40 y martillo Secoroc TD80 para perforación DTH de alta presión, se encuentra tan cómodo en el Círculo Polar Ártico como los renos.*

Tres equipos DML fueron elegidos para perforar pozos de producción de 203 mm de diámetro. Su habilidad para perforar barrenos largos aumentó la productividad. También hay 4 ROC L8 (DTH), capaces de perforar en la gama de pozos de 110 a 203 mm de diámetro, que también serán usados para perforación de producción, dependiendo del requerimiento de la mina. Además, hay un ROC D9 para reparación de bancos.

Los bancos tienen 14 m de altura y los barrenos son verticales. Uno de los cuatro ROC L8 está equipado con un kit de perforación RC (Circulación Reversa) para control de ley.

Los equipos DML, seleccionados para los bancos más grandes en Bjernevatn, están equipados con la opción HP (High Pressure-24 bar) para perforar los pozos de 203 mm de diámetro con el martillo DTH Secoroc TD 80. >>

## Paquete completo



En el taller de afilado de roca: Brocas nuevas de botones Secoroc y, al fondo, brocas gastadas esperando para ser reafiladas con la afiladora Secoroc GrindMatic.



Rompiendo bien: La rompedora hidráulica HB 4200 en acción. Montada en una excavadora hidráulica Cat 345, la rompedora se usa tanto para partir rocas demasiado grandes como para eliminar atascos de roca en la trituradora.



Luces nórdicas: Ocho torres de iluminación QAS dan luz y potencia aún durante el verano, cuando el sol brilla a medianoche.

» El ROC L8, con martillo DTH Secoroc COP 54 Gold, usa brocas de 140 mm de diámetro mientras que el ROC D9, con martillo en cabeza Atlas Copco COP 2560 usa brocas de 76 mm de diámetro y barras de perforación Speedrods T45.

Todos los equipos han sido dotados de un sistema de niebla de agua para eliminación de polvo. Todos sus tanques y tuberías de fluidos están calefaccionadas para condiciones Árticas.

### Servicio las 24 horas

Los equipos están a cargo de técnicos de servicio de Atlas Copco que se esfuerzan para brindar atención las 24 horas, 365 días al año.

Anders Berglund, Business Line Manager, Parts and Services, Atlas Copco, en Oslo, explica: “Nuestro contrato de servicio en Sydvaranger incluye todo, desde mantenimiento de equipos, hasta un amplio programa de entrenamiento. En este momento tenemos 18 hombres trabajando en la obra y harán falta más a medida que avanzamos.

“Hemos instalado un taller de mantenimiento de martillos, otro para afilado de brocas, depósitos, oficinas y otras instalaciones compartidas por Pon Equipment, el representante local de Caterpillar. Hemos estado cooperando con Pon desde el primer día, lo que ha dado muy buenos resultados”.

Una gran ventaja, explica Berglund, es el uso del software Promaint que permite a los operadores predecir las necesidades de servicio de cada equipo y programar las fechas de acuerdo con la operación de la mina.

El contrato MARC (contrato de mantenimiento y reparación está dividido en tres partes:

Administración mensual de personal e inversiones.

Servicio de mantenimiento por hora motor. Suministro, mantenimiento y administración de las herramientas de perforación.

El desempeño es medido de acuerdo a la disponibilidad de los equipos, el tiempo promedio entre averías, tiempo promedio de reparaciones, administración de atrasos por mantenimiento y tasa de frecuencia de pérdidas de tiempo por daños.

### Duro como el hierro

En Sydvaranger hay tres depósitos de hierro – Hyttedalmen, Kjellmannsäsén y Bjørnevatt – y este mineral de magnetita con estratos de cuarzo es notoriamente duro de perforar. Aunque se fragmenta bien con la voladura, es sumamente abrasivo, o como dice Berglund, “duro como hierro”. Por eso, la mina ha hecho cálculos de desgaste de insumos ‘pesimistas’.

Sin embargo, el CEO Sanderson dijo que confiaba en que la operación tiene la gente y los equipos para tener éxito. En el taller de afilado de brocas trabajan de 3 a 5 técnicos, usando una máquina Secoroc GrindMatic BQ2 para reafilarse las brocas Secoroc las 24 horas, cinco días por semana. Se estima que se hacen 10.000 a 14.000 reafilados por año, que llevan 20 minutos cada uno.

Los mineros trabajarán en dos turnos de 10 horas con una pausa en la voladura de las 16.00 a 20.00 h mientras que el personal de servicio MARC trabajará dos turnos de 12 h.

Sanderson concluye: “A pesar de algunos temas relacionados con el desempeño que tienen relación con el clima ártico, confiamos que hemos hecho la elección correcta. En general estamos satisfechos con el montaje y el servicio hasta el momento y confiamos de que mejorará más aún”.

### UNA NUEVA OPORTUNIDAD

La ciudad de Kirkenes ( 9.000 habitantes.) está en el extremo norte de Noruega y limita con Finlandia y Rusia.

La concesión minera de Sydvaranger Grube cubre un área de 35 km<sup>2</sup> al sur de Bjørnevatt, 4 km al sur de Kirkenes. Además, hay otras 23 exploraciones con mineralización conocida en una franja norte sur de 12 km.

Las instalaciones de procesamiento está en un acantilado en Kirkenes y el ferrocarril que transporta los pellets al puerto (que, sorpresivamente, no se congela en todo el año) es el más boreal del mundo.

Las minas están en marcha en Hyttedalmen y Kjellmannsäsén. Hyttedalmen será explotada durante dos años, Kjellmannsäsén por cuatro o cinco y la producción en Bjørnevatt comenzará dentro de dos años.

En la obra trabajan 350 personas, 250 empleados de la mina y 100 empleados de contratistas,



incluyendo 12 perforistas tiempo completo. La mayoría son noruegos, un 20 % de otros países escandinavos y el resto de Europa.

La mina Sydvaranger fue abierta en 1906 y cerrada en 1996, se espera una producción de 200 millones de toneladas de hierro, para atender el mercado de Europa Occidental.

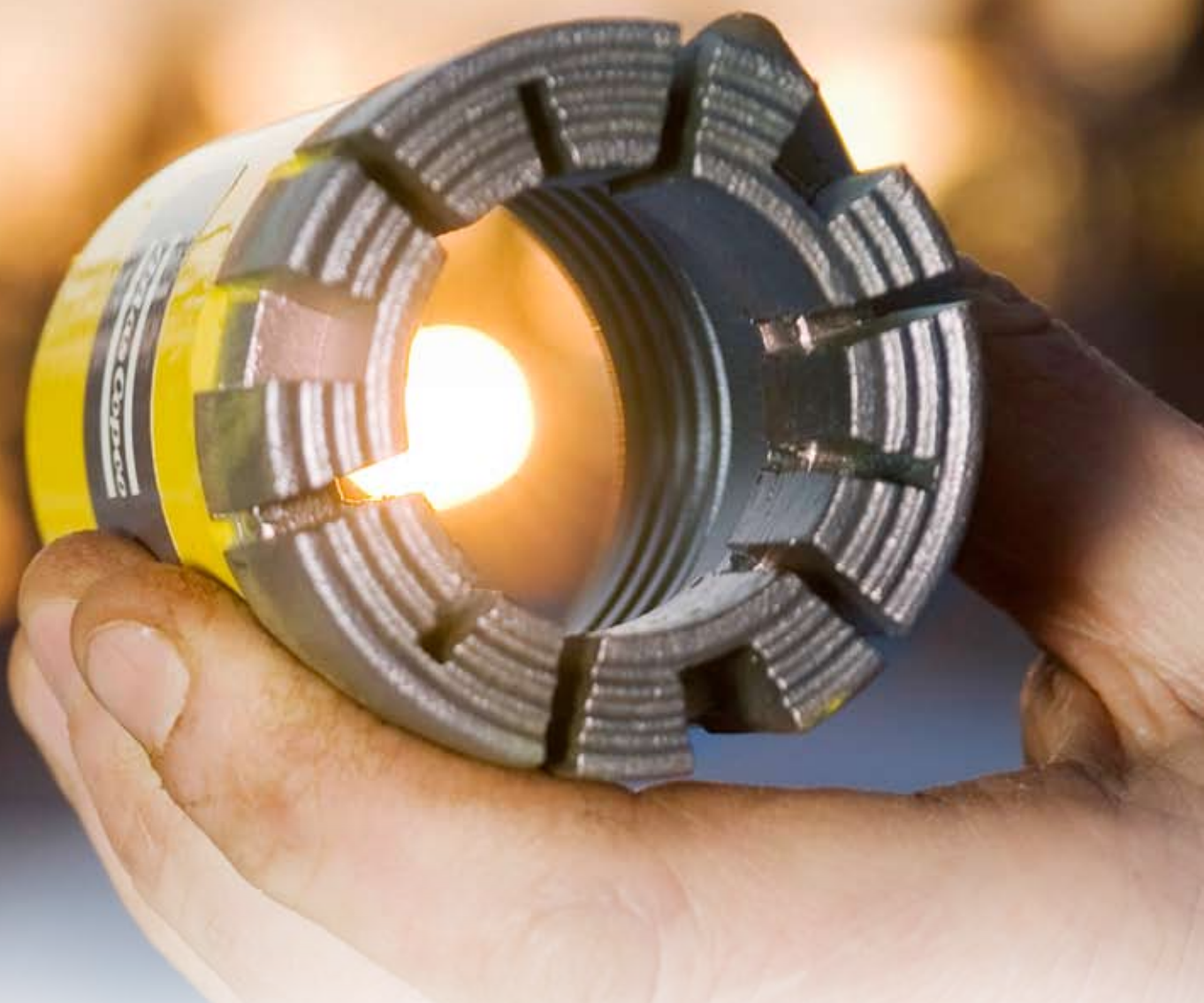






# Excure establece el estándar de diamante

Excure es una nueva generación de coronas de diamantes para perforación de núcleo de Atlas Copco con vida útil más larga y mayor tasa de penetración. La gama de productos cubre formaciones de roca blandas y duras y ofrece una variedad de diseños de coronas para diferentes escenarios. El producto se puede usar en diferentes tipos de roca, reduciendo el tamaño del inventario, mientras que su mayor rendimiento significa menos cambios de coronas y menos pérdida de tiempo en el movimiento de la columna de perforación levantando barras. Las capacidades de las nuevas coronas han sido demostradas en pruebas realizadas en Suecia y Sudáfrica.



## SUECIA

### Sube la productividad, baja el movimiento de barras

Con 1.300 m de profundidad, la mina Renströmsgruvan de Boliden 120 km al noroeste de Skellefteå, Suecia, es una de las minas más profundas del país. Su compleja veta produce zinc, cobre, plomo, oro y plata. La producción en 2008, usando el método

de explotación de corte y relleno, fue de 260.000 toneladas de mineral.

Actualmente el contratista Protek Norr AB realiza perforación de exploración en el nivel de 850 m para Boliden. La empresa se especializa en perforación diamantina de

núcleo y cuenta con personal especializado en este método de exploración.

Uno de los perforistas es Jerry Hedman con muchos años de experiencia en proyectos de superficie y subterráneos. Hedman comenzó su carrera como perforador de núcleo hace »

» 25 años y ha trabajado en perforación subterránea de exploración en la mina Renströmsgruvan desde 1995.

Durante un año ha estado perforando en un área de la mina donde la formación geológica varía. En esta formación, la vida de las coronas de diamante que usaba antes era de 100 m. Perforando un pozo de 900 m tenía que bajar y subir las barras de perforación 8 veces para cambiar las coronas.

Esta operación es conocida como movimiento de barras o manejo de barras y es una operación pesada, improductiva, que consume tiempo, en la que se pierde tiempo de perforación, lo que produce menos muestras en el cajón.

“Lo que nos importa son los metros de muestras. El movimiento de barras es una pérdida de tiempo y significa una cantidad de trabajo pesado innecesario”, dice Hedman. Para aumentar la productividad resultaba claro que

hacía falta una corona nueva. Ingemar Larsson, ingeniero de ventas de Atlas Copco en la mina, introdujo la nueva corona de diamante Excore 7-9. “Cuando Ingemar propuso esta nueva corona tuve la esperanza de que duraría quizás 150 o 200 metros”, dice Hedman.

### Mejor de lo esperado

La primera corona Excore usada en la mina duró 326 m y la mejor broca Excore en la prueba llegó a 347,5 m. Esto significa que se necesitan sólo 2 movimientos de barras en lugar de 8. El resultado es menos tiempo perdido en cambio de barras, menos fatiga de los equipos de perforación, del perforista y del ayudante, y un aumento de la productividad.

Comentando el desempeño de las brocas Excore, Hedman concluye: “Es muy fácil trabajar con ellas. Cortan la roca de forma pareja, aún cuando haya cambios de dureza. Sólo hace falta aumentar apenas la fuerza de

avance. Están muy bien balanceadas y son de diseño simple. No necesito afilar las coronas en el pozo reduciendo temporalmente el flujo de agua, lo que es bueno porque el afilado manual de la corona reduce su vida”.

**Comparación entre coronas Excore/anterior en las mismas condiciones de perforación. Cálculos basados en un pozo de 900 m:**

	CORONAS ANTERIORES	CORONAS EXCORE
Vida de las coronas (m):	100	324
Nº de coronas necesarias:	9	3
Nº de cambios de coronas:	8	2
Cambio de coronas (h):	16	4

## SUDÁFRICA

# Excore se luce en las pruebas de campo

**D**rillcorp es un contratista con sede en Sudáfrica que opera en varios países del sur de África y en Brasil. Cuenta con una flota de más de 40 equipos, que son trasladados de una obra a otra al completar el contrato.

Recientemente, Drillcorp completó un contrato de 5 meses por 20.000 m de perforación de exploración para definir el contenido de oro para una mina en Orkney, 250 km al oeste de



Discutiendo las nuevas brocas Excore: Willie Smit, Site Manager, Drillcorp (izquierda) con Bertie Zaaiman, Sales Manager, Atlas Copco y Charl Sommers, Buyer and Store Supervisor, Drillcorp, al fondo.

Johannesburg. Para cumplir con el plazo del contrato, Drillcorp empleó dos equipos para evaluar el valor de oro 400 y 500 m bajo la superficie.

Con un total de 46 pozos a perforar, cada equipo perforó primero un pozo piloto de 500 m y empleó después la técnica de cuña. En profundidades de 350 a 400 m se colocó una cuña que desviaba la corona de diamantes, aumentando el área de exploración con un sólo pozo piloto.

### Terreno complicado

Cuando comenzó el proyecto, Drillcorp usó las mismas coronas de diamantes que había usado en otras obras, pero pronto descubrió que el terreno presentaba algunos desafíos: Las coronas no cortaban la dura roca como era esperado al aplicarse más presión. En lugar de cortar más la broca se levantaba. En los lugares más duros la broca pulía la roca en lugar de cortarla, y en roca fracturada era difícil perforar sin atascarse.

Los perforistas avanzaban 30 m por turno, con una vida de broca de 60 a 70 m. En tres meses sólo se perforaron 10.000 m. A menos que se llevaran más equipos, esa tasa de penetración no permitiría a Drillcorp completar el contrato a tiempo. Para Willie Smit, manager de obra de Drillcorp con 17 años de experiencia en perforación diamantina, era claro que hacía falta una nueva solución.

### Solución Excore

Jimmy Erasmus, Ingeniero de Ventas, Atlas Copco Exploration Products, sugirió que Drillcorp probara la corona Excore de Atlas Copco, recientemente desarrollada y que estaba por ser lanzada al mercado. Drillcorp aceptó.

Cuando la compañía puso en acción la primera corona Excore, quedaban 250 m en el pozo. Drillcorp esperaba tener que cambiar la corona tres veces más, perdiendo por lo menos 6 horas en movimiento de barras en el resto del pozo.

La nueva corona Excore terminó el pozo y le quedaba vida, de manera que perforó otros 52 m en el pozo siguiente. En total, la vida de la corona Excore en la primera prueba fue de 302 m comparados con los 60 a 70 m que Drillcorp había logrado en los primeros 10.000 m del contrato, donde la tasa de penetración había sido de 30 m por turno.

Los últimos 10.000 m, perforados con Excore, la vida de las coronas de diamantes fue de 280 a 300 m a tasas de penetración de 54 m por turno. Excore logró una tasa de penetración 80 % más alta y una vida de las brocas 4 veces más larga. Durante la perforación con Excore, Drillcorp no cambió el montaje de los equipos y utilizó perforistas con más y menos experiencia para lograr un buen resultado.

**Excore tuvo éxito en Rens-trömsgruvan, Suecia: Jerry Hedman, perforista de núcleo, Protek Norr AB, (derecha) con Ingemar Larsson, Ingeniero de ventas, Atlas Copco.**



**Desempeño comparativo en pozo de 500m:**

	<b>CORONAS ANTERIORES</b>	<b>CORONAS EXCORE</b>
Vida de la corona	65 m	290 m
Nº de coronas necesarias	8	2
Nº de movimientos para cambiar coronas	7	1
Tiempo para mover las barras	14 hrs	2 hrs
Capacidad	30 m/shift	54 m/shift
Tiempo total de perforación	118 hrs	74 hrs
Tiempo total por pozo	132 hrs	76 hrs

También fue importante el hecho de que un tipo de corona Excore pudiera enfrentar todos los desafíos que Drillcorp enfrentaba. “La nueva broca reemplaza otras 6 que ya no ocupan espacio en el stock”, dice Charl Sommers, supervisor de inventario y comprador de Drillcorp. “Esto hace nuestra operación mucho más eficiente”

Esto no es importante sólo por el inventario, también para la operación. Al cambiar las condiciones de la roca, puede ser necesario retirar las barras para cambiar la corona, aunque sea por pocos centímetros de perforación. Con Excore el mismo tipo de roca podría ser usado en toda la operación porque la corona corta en todas las formaciones encontradas.

**Múltiples beneficios**

“Necesitamos coronas para rocas blandas y dura, pero no podemos saber cuál hasta llegar a la formación”, explica Smit. “Si necesitamos

sacar las barras para cambiar la corona, podría ser por una cantidad pequeña de roca. Ahorramos mucho si no necesitamos hacerlo”. Por los exitosos resultados de las pruebas, Drillcorp ordenó inmediatamente 20 coronas de diamante Excore para completar el contrato.

“Aunque ganemos pequeñas ventajas en

vida de las coronas y tasa de penetración, siempre ganaremos con la simplicidad y flexibilidad de Excore”, concluye Smit.

“Esta es una corona excelente; se la recomiendo a cualquiera, especialmente para las condiciones de suelo que hemos experimentado”.

*Felices con el desempeño: Los perforistas de Drillcorp vieron pronto los beneficios de las nuevas coronas de diamante para perforación de exploración.*



## Concepto de Atlas Copco para Rio Tinto



Representación artística: El concepto Atlas Copco que es la base de la cooperación con Rio Tinto sobre excavación por bloques.

**USA** Atlas Copco ha sido elegida por la compañía internacional Rio Tinto para desarrollar uno de dos conceptos de tunelería rápida para proyectos de excavación por bloques.

El desarrollo de minas de Río Tinto como Resolution Copper en Arizona y Oyu Tolgoi en Mongolia requiere un importante trabajo de infraestructura subterránea previo a la extracción de mineral usando el método de explotación por bloques.

El concepto de Máquina de Minería Modular de Atlas Copco es un sistema de excavación mecánica de roca, proyectado

para duplicar el desempeño de métodos de tunelería normales en las condiciones de roca estimada, permitiendo un desarrollo rápido y económico.

John McGagh, Head of Innovation de Rio Tinto, dice: “La máquina propuesta es un nuevo concepto prometedor basado en una combinación de bien probados métodos y complementos.

“Esta innovadora combinación fue la razón clave para la elección de Atlas Copco como uno de los dos proveedores para trabajar con nuevos métodos de tunelería para nuestras futuras operaciones de excavación por bloques”.



El nuevo equipo llega a la obra: Desde la izquierda: Chamnan Nimnual, Glenn McNamara, Apivat Tienpolkrang y Surachai Piriyasawedchai.

## DM45 impulsa la minería en Phu Kham

**LAOS** La compañía Australiana PanAust está operando un proyecto de minería en Phu Kham, Laos, para producción de cobre, oro y plata. Se espera que la producción en 2010 sea de unas 60.000 toneladas de concentrado de cobre, 55 a 65.000 onzas de oro y 600 a 700.000 onzas de plata.

El proyecto dio un gran paso adelante con la llegada, este año, de un equipo Atlas Copco DM45. Este perforador rotativo, multi-pass, ha sido elegido para perforar pozos de producción en Phu Kham by PanAust. Con una altura operativa por arriba de los 13 metros, el equipo es el más grande usado nunca en Laos.



Respuesta rápida y estable : El ROC T35 en la conocida Folsom Dam en California.

## Nuevo ROC T35 en Folsom Dam

**USA** El ROC T35M, equipo sobre orugas de Atlas Copco recientemente lanzado, se está desempeñando bien en la obra de mejoras de Folsom Dam, al Norte de Sacramento, California. El equipo sobre orugas es parte de una flota de Atlas Copco en la obra que incluye equipos ECM y el ROC D7.

Diseñado para diámetros de 64 a 115 mm, el nuevo equipo cuenta con tecnología COP Logic, un sistema hidráulico automático de sensores que ofrece mejor respuesta a los controles del perforista así como pozos más rectos, penetración más elevada y una vida de insumos más larga.

La reacción de los perforistas es positiva. Con 33 años de experiencia en perforación, Boyd Pollard de Foxfire Drilling Company dice: “Las funciones auto-perforantes y anti-jamming hacen que este equipo sea el mejor que he operado”.

El ROC T35M puede perforar hasta 25 m. Además, la bien probada perforadora COP 1840, de 18 kW ofrece más potencia con menos energía lo que reduce el consumo de combustible. El compresor del equipo ofrece 7,64 m<sup>3</sup>/min y su mantenimiento es simplificado gracias a los puntos de fácil acceso y un manejo eficaz de mangueras.



## SORPRESA DE SHANGHAI

**CHINA** “El espíritu de la innovación” será el tema de la contribución sueca a la Shanghai World Expo 2010 del 1 de Mayo al 31 de Octubre. Y manteniéndose en este tema, Atlas Copco, un patrocinador oficial del pabellón sueco, tiene preparada una sorpresa para los miles de visitantes.

La división Surface Drilling Equipment de la compañía presentará su visión de un equipo de perforación de superficie que ofrecerá una productividad mucho mayor, alta movilidad, operación silenciosa e impacto medioambiental reducido. El modelo del equipo estará expuesto durante toda la exhibición. Durante la semana del 5 al 10 de Mayo, un área VIP de 800 m<sup>2</sup> estará dedicada exclusivamente a los clientes y contactos de Atlas Copco.

El tema general del Shanghai World Expo, en el que se esperan 70 millones de visitantes, es “Mejor Ciudad – Mejor vida”, Este evento, también conocido como World Fair, es uno de los eventos más grandes del mundo junto con la Copa Mundial de la FIFA y los Juegos Olímpicos, y se realizó por primera vez en Londres en 1851.

### NOTICIAS BREVES

#### Nuevo libro de Perforación de Exploración



Atlas Copco ha publicado un nuevo libro sobre Perforación de Exploración. El libro de 96 páginas incluye artículos técnicos, casos de estudio e información de productos relacionados con todas las áreas de la perforación de exploración. Para recibir una copia, contacte su Centro de Clientes de Atlas Copco local.

#### M&C online relanzada

Mining & Construction Online, la página web de Atlas Copco, con documentos de obras de todo el mundo, ha sido renovada y relanzada. La página ha sido actualizada con una nueva plataforma técnica y un enfoque más amplio. Además del tema principal de perforación y excavación mecanizada de roca, la página incluye ahora artículos sobre el uso de herramientas de construcción y compresores de aire que forman parte también del amplio portafolio de productos Atlas Copco. También hay artículos técnicos, temas nuevos, fotos e ilustraciones atractivas, y mucho más. Agregue a sus páginas favoritas: [www.miningandconstruction.com](http://www.miningandconstruction.com)



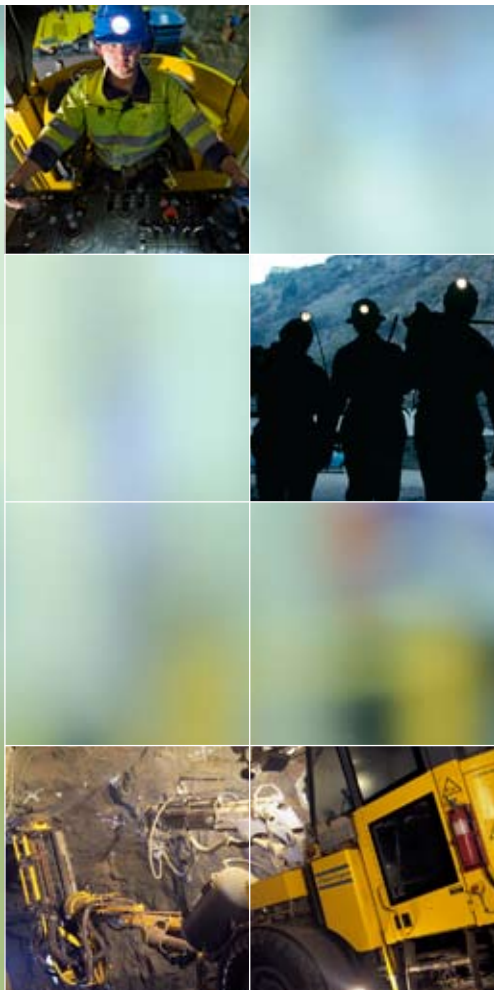
## DÓNDE ENCONTRARNOS

Para más información, por favor contacte al Centro de Clientes Atlas Copco local.

País	Ciudad (HQ)	Teléfono N°
Angola	Luanda	+244 222-840165
Argentina	Buenos Aires	+54 (0)11-47172200
Australia	Blacktown	+61 (0)2-96219700
Austria	Viena	+43 (0)1-760120
Bélgica	Bruselas	+32 (0)2-6890511
Bolivia	La Paz	+591 (0)2-2112000
Brasil	San Pablo	+55 (11)-34788200
Bulgaria	Sofía	+359 (0)2-4893178
Canadá	Sudbury	+1 (0)705-6736711
	North Bay	+1 (0)705-4723320
Chile	Santiago	+56 (0)2-4423600
Croacia	Zarajevo	+385 (0)1-6111288
China	Oficina de Beijing	+86 (0)10-65280517
	Nanjing	+86 (0)25-8575 7600
Colombia	Bogotá	+57 (0)1-4199200
Chipre	Nicosia	+357 (0)22-480740
República Checa	Praga	+420 225 434 002
Dinamarca	Glostrup	+45 43454611
Egipto	Cairo	+20 (0)2-6102057
Estonia	Finlandia, Vantaa	+358 (0)9-2964235
Finlandia	Vantaa	+358 (0)9-296442
Francia	Saint Ouen l'Aumône	+33 (0)1-39093222
Alemania	Essen	+49 (0)201-21770
Ghana	Accra	+233 (0)21-774512
Gran Bretaña	Hemel Hempstead	+44 (0)1442-222100
Grecia	Rentis	+30 (0)210-3499600
India	Pune	+91 (0)20-30722222
Indonesia	Yakarta	+62 (0)21-7801008
Irán	Teherán	+98 (0)21-66937711
Irlanda	Dublín	+353 (0)1-4505978
Italia	Milán	+39 (0)2-617991
Japón	Tokio	+81 (0)3-57657890
Kazajistán	Almaty	+7 (0)727-2588534
Kenia	Nairobi	+254 (0)20-6605000
Corea del sur	Seúl	+82 (0)2-21894000
Letonia	Finlandia, Vantaa	+358 (0)9-296442
Lituania	Finlandia, Vantaa	+358 (0)9-296442
Macedonia	Skopje	+389 (0)2-3112383
Malasia	Selangor	+60 (0)3-51238888
México	Tlalnepantla	+52 55 2282 0600
Mongolia	Ulan Bator	+976 (0)11-344991
Marruecos	Casablanca	+212 (0)22-600040
Namibia	Windhoek	+264 (0)61-261396
Holanda	Zwijndrecht	+31 (0)78-6230230
Nueva Zelanda	Auckland	+64 (0)9-5794069
Nigeria	Abuja	+234 7069686223
Noruega	Oslo	+47 64860300
Pakistán	Lahore	+92 (0)51-8356075
Perú	Lima	+51 (0)1-4116100
Filipinas	Manila	+63 (0)2-8430535 to 39
Polonia	Raszyn	+48 (0)22-5726800
Portugal	Lisboa	+351 214 168500
Rusia	Moscú	+7 (495)-9335552
Arabia Saudí	Jeddah	+966 (0)2-6933357
Singapur	Jurong	+65 6210-8000
Eslovenia	Ljubljana	+386 (0)1-2342725
Sudáfrica	Witfield	+27 (0)11-8219000
España	Madrid	+34 (0)916-279100
Suecia	Estocolmo	+46 (0)8-7439230
Suiza	Studen/Biel	+41 (0)32-3741581
Taiwán	Taoyuan Hsien	+886 (0)3-4796838
Tailandia	Bangkok	+66 (0)-38562900
Turquía	Estambul	+90 (0)216-5810581
Emiratos árabes Unidos	Dubai	+971 4-8861996
Ucrania	Kiev	+38 (0)44991871
USA	Denver, Colorado	+1 800-7326762
Venezuela	Caracas	+58 (0)212-2562311
Vietnam	Ho Chi Minh	+84 (0)8-38989638
Zambia	Chingola	+260 (0)2-311281
Zimbawe	Harare	+263 (0)4-621761

Para más información, por favor visite [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com) o contacte Atlas Copco AB, SE-105 23 Estocolmo, Suecia. Teléfono: + 46 (0)8 743 80 00.

# Precisión para la seguridad de todos los días



Integrando la precisión en nuestras soluciones de minería, iniciando programas globales de entrenamiento y estableciendo certificaciones internacionales, garantizamos la seguridad en las operaciones. Todos los días. Unimos la experiencia a la innovación para contribuir a un desempeño que supere la prueba del tiempo. Esto es lo que llamamos – Productividad Sostenible.

[www.atlascopco.com/rock](http://www.atlascopco.com/rock)

*Sustainable Productivity*

**Atlas Copco**