

SISTEMAS DE CONTENCIÓN Y FORTIFICACIÓN MINERA



EL MERCURIO

SISTEMAS DE FORTIFICACIÓN:

NUEVAS TENDENCIAS APUNTAN A DESARROLLAR LABORES MÁS SEGURAS

La automatización del proceso de contención y fortificación es una de las tendencias que se viene observando desde hace algunos años en la minería, en concreto para desarrollar labores más seguras y en un menor tiempo de ejecución. Un avance en esa dirección es la fortificación mecanizada de pernos y mallas en el frente de desarrollo, que elimina la exposición de los trabajadores a zonas inseguras sin protección.

Fernando Flores, subgerente de la Fundación Tecnológica de la Minería de Sonami, señala que los equipos robotizados han mostrado importantes avances, en particular para la proyección de hormigón que continuamente han ido mejorando las condiciones de trabajo, terminación, rendimientos, control de las dimensiones, entre otros aspectos.

“La tendencia en el último tiempo es agilizar los procesos, tomando en cuenta la unificación y adquisición de información para la toma de mejores decisiones”, dice Eduardo Córdova, académico del Departamento de Ingeniería de Minería UC, agregando que utilizar equipos que desarrollen tareas de forma autónoma es un deseo general, “equipos que instalen pernos de fortificación, en conjunto con las mallas, y que permitan la instalación de ‘shotcrete’ o cemento proyectado de una mejor forma, son los que permiten alejar a las personas de potenciales peligros, cumpliendo con dar más seguridad en el desarrollo del trabajo”.

Precisa que “una segunda

Frente al riesgo de caída de rocas, un aspecto fundamental ha sido incrementar la automatización para reducir la exposición del personal que opera los equipos de instalación de los sistemas de fortificación.

mirada” viene desde el lado del uso de elementos pre-fabricados (como muros) para agilizar la fortificación “apurando” la instalación de estos elementos, y de esta forma asegurar los sectores rápidamente.

Fernando Fernández, socio de la Cámara Minera de Chile y General Manager - Principal Mining GeoMechanics Engineer en FF GeoMechanics, destaca que, en líneas generales, en los últimos 20 años las tendencias en el desarrollo de sistemas de soporte o fortificación minera se han orientado a mejorar aspectos fundamentales. “El primero de estos está enfocado a incrementar la automatización para reducir la exposición del personal que opera los equipos de instalación de estos sistemas, frente al riesgo de caída de rocas”.

AVANCES Y MEJORAS

Otras áreas de innovación tecnológica en fortificación están relacionadas con los avances en los aditivos que se utilizan para mejorar las propiedades del hormigón que se usa para fortificar, destacándose los logrados con la introducción de fibras plásticas estructurales. “También hay que destacar la introducción de resinas inyectadas no expansivas como elemento ligero alternativo a

cemento, que se caracterizan por obtener recubrimientos flexibles de alta resistencia y corto tiempo de curado”, explica Flores.

Al respecto, añade que hay que mencionar las mejoras en los métodos de cálculo de una fortificación, haciendo uso de software basados en analítica de datos y modelamiento numérico.

En línea con lo anterior, el monitoreo de variables de interés para establecer de que forma el macizo rocoso está reaccionando a desarrollar minería es otro aspecto que hay que considerar. “Un ejemplo de estos desarrollos son los avances en sistemas de mallas que permiten soportar los desplazamientos de material, adaptándose y deformándose de acuerdo con las solicitudes que puedan tener”, indica Córdova.

“Al ser la fortificación una parte importante del ciclo minero —añade—, por ejemplo de forma simplificada para avanzar un túnel se deben marcar los tiros, perforarlos, cargar con explosivos, realizar la tronadura, retirar la ‘marina’ o material ‘roca’ quebrada producto de la tronadura, ventilar, limpiar la frente de rocas con potencial de caer, fortificar, avanzar los servicios como ventilación y conexiones”.

Fernández coincide que el

aumento de la rapidez y efectividad de los elementos que componen el sistema de fortificación, como respuesta a los distintos tipos de mecanismos de inestabilidad que pueden ocurrir en el macizo rocoso, es otra tendencia. “Un tercer componente de tendencia se asocia a los sistemas de monitoreo y control asociados al soporte de rocas”.

MINERÍA SUBTERRÁNEA

Según los expertos, el gran reto de la minería a nivel mundial y especialmente en Chile es la transición hacia la minería subterránea, tanto por razones de profundidad de los yacimientos como por cuestiones ambientales.

Córdova sostiene que los desafíos para muchas minas subterráneas son la profundización de las minas, lo que conlleva a un aumento en las condiciones de esfuerzos presentes en los sectores en los cuales se desarrollan labores. “En general a mayores profundidades, los esfuerzos inducidos pueden acercarse a lo que ‘aguanta’ la roca, generando que el macizo rocoso responda con liberaciones de energía que puedan desplazar la roca violentamente desde el contorno de los túneles hacia la sección excavada”.

Acota que estos eventos

sísmicos o estallidos de roca pueden generar daño a personas o equipos, por lo que es importante tener implementos que permitan tomar datos del estado del macizo. Por ejemplo, pernos de soporte que además capturen información del estado en el que se encuentran (si están siendo solicitados o no), utilizar mallas dinámicas que tengan un alto poder de contención ante eventos sísmicos fuertes, o shotcrete inteligente para asegurar que la capa de recubrimiento de shotcrete no sobrepasa los estándares de diseño.

“El futuro de las tecnologías está dado por equipos que en tiempo real y con sistemas de monitoreo visual establezcan cuál es la mejor opción de soporte a instalar, de acuerdo con las condiciones de terreno en ese momento. Además que el equipo sea capaz de tomar toda la información del momento, la información histórica en bases de datos, e instalar los soportes necesarios de forma ‘customizada’ al terreno en cada avance. A futuro, sistemas de inteligencia artificial y machine learning utilizarán toda la información almacenada, tomando en cuenta lo aprendido en el pasado para instalar sistemas de forma más rápida y segura”, enfatiza.

Para ministrar la transición hacia la minería subterránea,

Flores complementa que es necesario desarrollar galerías y excavaciones de manera rápida, segura y a bajo costo. “En este contexto, la innovación en fortificación apunta a la mecanización de la operación y su correspondiente control remoto, así como la automatización y robotización de las actividades más riesgosas. Además, integrarla al ciclo operacional y gestionarla a través de los Centros Integrados de Control”.

A su juicio, un reto pendiente sigue siendo la evaluación precisa de los estados naturales de tensiones que existen en un determinado emplazamiento de la mina subterránea. “En este sentido, la mecánica de rocas tiene mucho que aportar a la detección y prevención de estas condiciones”.

Y agrega: “La tecnología de excavación continua constituye un importante desafío para la minería subterránea chilena, ya que al no usar explosivos y lograr alto rendimiento de avance en metros, puede tener un importante impacto en la seguridad y productividad de las operaciones de contención y fortificación minera”.

Para Fernández, el gran desafío en nuestro país es orientar a la masificación de las nuevas tecnologías de fortificación, con el propósito de reducir la exposición del personal y mejorar el control y la efectividad del proceso, siguiendo los ejemplos de Australia y Canadá, naciones en las cuales se incentiva la implementación de las nuevas técnicas en forma transversal, en toda la industria minera, a través de beneficios tributarios efectivos.

ACTUALIDAD:

La fortificación en minería subterránea en Chile está al mismo nivel de los países desarrollados

Los avances tecnológicos y los cambios naturales del macizo rocoso a medida que se profundizan las operaciones son algunos de los grandes desafíos que enfrenta nuestro país en materia de fortificación minera.

La fortificación es clave en minería porque permite estabilizar y, con ello, lograr el acceso seguro a las excavaciones subterráneas. Es, sin duda, una actividad obligatoria del ciclo minero, ya que solo una vez concretada es posible acceder al mineral de forma segura.

En este contexto, la fortificación es una operación unitaria que forma parte esencial del ciclo minero subterráneo, y es la encargada de asegurar la estabilidad de las infraestructuras mineras subterráneas, tales como galerías, cavernas y túneles, entre otros.

Así lo explica Raúl Castro, profesor asociado del Departamento de Ingeniería de Minas y director del Laboratorio de Block Caving de la Universidad de Chile, junto a los ingenieros Omar Salas y Nicolás Carreño, quienes participan también en esta entrevista.

— ¿Cuántos tipos de fortificación en minería subterránea existen?

“Existen tres tipos de fortificación: de refuerzo, de retención y de soporte. La fortificación de refuerzo se usa para evitar la separación y el deslizamiento de bloques en el macizo rocoso. Un ejemplo de estos son los pernos y cables.

“La fortificación de retención, por su parte, se utiliza para mantener confinados los elementos de roca fracturada; estas pueden ser mallas, cintas de acero (straps) y shotcrete.

“Por último, la fortificación de soporte se usa para soportar cargas o bloques individuales, como lo son los arcos rígidos, arcos deslizantes y rellenos”.

— ¿Cuáles son los elementos de fortificación más ocupados en minería



Raúl Castro, profesor asociado del Departamento de Ingeniería de Minas y director del Laboratorio de Block Caving de la Universidad de Chile.

subterránea?

“La experiencia indica que los elementos de fortificación más usados son perno, cable, malla y shotcrete. En casos más complejos se suelen utilizar muros, marcos de acero. Por otro lado, en condiciones de altos esfuerzos se usan pernos dinámicos, con el objetivo de absorber la energía producida por el evento sísmico”.

— ¿Podrían nombrar algunas obras o proyectos relevantes en minería subterránea que se han realizado últimamente en Chile y los desafíos que enfrentaron desde el punto de vista de la fortificación?

“Los proyectos más relevantes en nuestro país en cuanto a minería subterránea se refieren a la Mina Chuquicamata Subterránea MCHS y el Nuevo Nivel Mina de El Teniente.

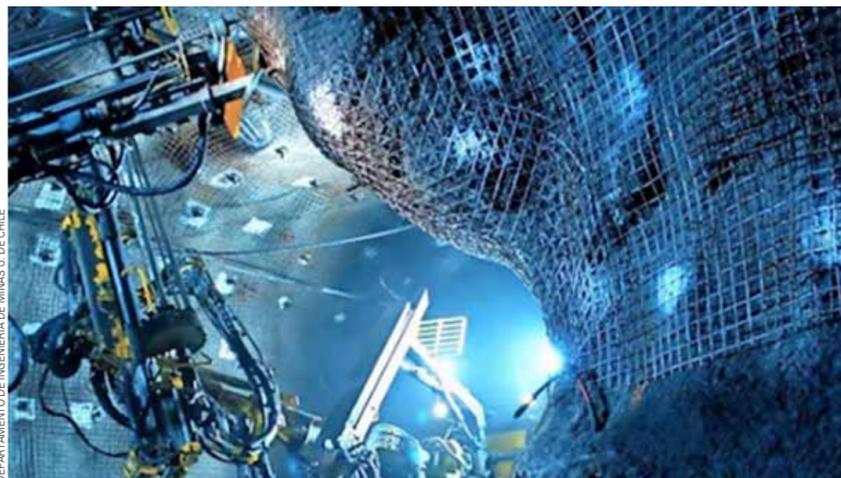
“La Mina Chuquicamata es un proyecto de transición que tiene

el gran desafío de convertir uno de los rajes más grandes del mundo en una operación subterránea de clase mundial. La MCHS presenta diversos desafíos, dentro de los más importantes están asegurar la estabilidad de los niveles productivos, lo que conlleva a aplicar fortificación en una roca de baja calidad geomecánica propensa en algunos casos a colapsos e inestabilidades.

“El Nuevo Nivel Mina de la División El Teniente de Codelco es un caso diametralmente opuesto desde el punto de vista de la calidad del macizo y el estado tensional. Este proyecto presenta una condición de altos esfuerzos y un macizo rocoso frágil, lo que se traduce en alto riesgo de estallido de roca. Estos mecanismos de falla son riesgosos para la seguridad del personal y la operación, es por esta razón que la fortificación en este caso debe absorber la energía liberada y contener las deformaciones causadas por los eventos sísmicos”.

— En relación a lo anterior, ¿la fortificación en la construcción de túneles en minería subterránea es la tarea más compleja?

“Sí, la fortificación es una de las operaciones unitarias más complejas en el proceso de construcción de túneles, dado el riesgo que conlleva ingresar a excavaciones recién excavadas sin sostenimiento. Es así que trabajadores y equipos de trabajo pueden quedar, a pesar de realizar acuañadura, expuestos a diversos peligros como deslizamientos, caída y estallidos de roca. Una vez realizada la fortificación el techo está estable y es posible acceder de manera segura a la excavación. Por otra parte, es una de las operaciones que más tiempo consume en el ciclo



La fortificación es una operación unitaria que forma parte esencial del ciclo minero subterráneo.

ESTÁNDAR INTERNACIONAL

Para los ingenieros del Departamento de Ingeniería de Minas y el director del Laboratorio de Block Caving de la Universidad de Chile, la fortificación en minería subterránea en nuestro país está al mismo nivel de los países desarrollados.

“En general, la minería en Chile ha ido adoptando tecnologías de fortificación de estándar internacional a medida que estas están disponibles, sobre todo en cuanto a la mecanización de actividades de colocación de pernos, cables, malla y shotcrete, entre otros. Sin embargo, pudiesen aún existir operaciones donde esta operación se realiza de forma manual y que requieran mecanizar sus procesos”.



constructivo y conlleva una parte importante del costo constructivo debido al masivo uso de materiales y la necesidad de contar con equipos especializados para esta labor”.

— ¿Qué desafíos posee Chile en materia de fortificación en minería subterránea?

“Nuestro país posee

diversos desafíos en cuanto a fortificación se refiere. Por una parte están los desafíos tecnológicos y, por otro, los causados por los cambios naturales del macizo rocoso a medida que se profundizan las operaciones.

“Desde el punto de vista tecnológico, aún existen algunas operaciones donde este proceso o no existe formalmente o no está

mecanizado, es decir, se realiza de forma manual. En este caso el trabajador puede estar expuesto a caída de rocas mientras realiza la labor de fortificar, que puede incluir como hemos visto colocar pernos, malla u otro tipo de elemento en el frente. La automatización de la actividad también representa un desafío, toda vez que existen condiciones de alto peligro y riesgo para las personas.

“Desde el punto de vista de las condiciones del macizo rocoso, a medida que se va profundizando, en la minería aumentan los esfuerzos y, con ello, el peligro de estallido de roca. Estas nuevas condiciones, nunca enfrentadas en la minería nacional, obligan a realizar investigación y desarrollo en el área para comprender el comportamiento de la fortificación bajo estas condiciones más extremas”.

OPINIÓN



Avances y desafíos en seguridad minera

Luis Varas Hurtado,

ingeniero de Proyecto Departamento de Seguridad Minera y Fiscalización de Sernageomin.

El objetivo más importante de la minería es la seguridad y el cuidado de la salud de quienes se desempeñan en la actividad, desafío que ha implicado un compromiso de todos quienes integran el ecosistema minero nacional.

La industria ha avanzado en materia de seguridad minera. De hecho, las cifras reflejan que gracias al trabajo colaborativo y al compromiso de todos se han producido avances y mejoras en las tasas de accidentabilidad y fatalidad durante los últimos años.

Tras el accidente de la mina San José en Atacama se produjeron cambios importantes, que se han implementado de manera conjunta entre todos los integrantes y los principales actores: la industria, el Estado, sumados a los trabajadores y trabajadoras.

Así, quienes se desempeñan en la minería han colaborado para generar acciones y medidas para cuidar a quienes integran esta actividad, y de manera muy especial se han destinado esfuerzos para avanzar en las áreas más sensibles de la explotación minera, sobre todo en aquellas acciones propias de la actividad extractiva que



Personal de Sernageomin fiscaliza los sistemas de fortificación que se utilizan en las mineras.

perturban el equilibrio natural, y que la mayoría de las veces se manifiesta a través de ruidos, caídas de rocas, desplazamientos de bloques, lajamiento y zonas de altas presiones.

SISTEMAS DE FORTIFICACIÓN

Bajo ese escenario es que los

sistemas de fortificación juegan un rol muy importante, ya que su implementación no solo previene y repara los efectos que produce la explotación minera, sino que también porque su objetivo principal es entregar seguridad al personal y a los equipos, además de dar estabilidad a las labores mineras y galerías en el tiempo.

No podemos olvidar que entre

el 30% y el 40% de los accidentes de la minería ocurren por caídas, deslizamientos o derrumbes de rocas, de los cuales su eficacia depende principalmente de la buena evaluación del especialista a cargo, quien debe identificar el modo potencial de falla y el mecanismo adecuado de control. Otro factor determinante se encuentra asociado a la calidad de su instalación, de hecho, una instalación inadecuada puede ser extremadamente peligrosa, porque va a existir un falso sentido de seguridad para las otras personas que ingresan al área.

Es por esto que la industria minera ha puesto en práctica distintos sistemas de fortificación, y su elección va a depender de la evaluación técnica, del propósito y tipo de excavación, incluyendo la geometría, geología, condiciones del macizo rocoso, daño por tronadura, condición de esfuerzos, temporalidad, características resistivas del sistema de soporte, presencia de agua, experiencia y seguridad de los trabajadores.

Es importante destacar que todos estos sistemas buscan restituir al macizo rocoso las

condiciones de equilibrio previas a la cavidad, o que la roca se deforme de manera tal que se redistribuya la carga y se llegue a su equilibrio durante su vida útil.

Las fortificaciones se clasifican en activas o pasivas. Las primeras son aquellas en las que el sistema de soporte ejerce una acción soportante desde el mismo momento que son instaladas. Es importante señalar que también se definen como activos a los sistemas que modifican el interior del macizo, entre los que se encuentran los pernos anclados mecánicamente, los anclados con resina o lechada, por fricción, autoperforantes, o cables de acero tensados.

Por su parte, la fortificación pasiva está compuesta por aquellos elementos o sistemas de soporte que no aplican ninguna carga externa al momento de la instalación, y solo trabajan cuando el macizo rocoso experimenta alguna deformación o cuando son solicitados estáticamente. También se definen como pasivos los sistemas que modifican el exterior de la excavación, entre los que se encuentran las mallas, marcos con maderas, marcos

metálicos, shotcrete, cintas straps, etc.

SEGURIDAD MINERA

Bajo este escenario, como organismo público, Sernageomin tiene un importante rol que cumplir en materia de seguridad minera. De hecho, es el Servicio encargado de fiscalizar la seguridad con la que operan las faenas, lo que incluye los sistemas de fortificación que se utilizan en las mineras.

Para ejercer este rol, los funcionarios y funcionarias de Sernageomin se encargan de verificar el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Seguridad Minera, específicamente sobre la fortificación en los capítulos Sexto y 64.

Como Servicio estamos comprometidos con el desarrollo de la actividad minera, y nuestros profesionales desplegados en terreno asumen el compromiso de mantener y reforzar el control de cumplimiento normativo, único camino que nos permitirá seguir consolidando la cultura de seguridad minera en nuestro país.

Nuevo

Sistema de Fortificación
y Contención

SAFEROCK 2.0®

El **Acero Verde de AZA**,
aporta valor a la minería chilena
con el Sistema más seguro y confiable,
de alto desempeño y ductilidad.

www.aza.cl

f @ t in v

AZA
Acero Sostenible®

TRABAJOS EN LUGARES DE DIFÍCIL ACCESO:

Climbers brinda “soluciones óptimas” para la fortificación de taludes en minería

Como especialista en trabajos en altura, la compañía utiliza distintos métodos de contención. Hoy, está participando en el desarrollo de varios proyectos mineros.

La experiencia en el uso de distintas tecnologías es una característica de Climbers —empresa de servicios orientada a dar soluciones a problemáticas de control de riesgos naturales de manera integral, desde la ingeniería para desarrollar una solución hasta la instalación del sistema definido—, que le ha permitido abordar los proyectos en forma integral y con una mirada ingenieril a las problemáticas de los clientes.

Entre sus soluciones de fortificación de taludes se encuentran la instalación de métodos de contención con mallas de acero y geomallas, anclajes activos y pasivos, micropilotes, entre otros. Por otro lado, brinda soluciones enfocadas al control de erosión en taludes mediante aplicación de hormigón proyectado (shotcrete), hidrosiembra, entre otras.

Minería, energía, construcción y vialidad son algunos de los sectores a los que Climbers les ha realizado proyectos. Entre sus clientes figuran Anglo American, Antofagasta Minerals, SQM, Codelco, BHP, Tecnasic, Mas Errázuriz, Flesan, Sicomaq, Ebco, Ferrara, Vías Chile, Tasco, Ingevec, Ika, Bravo Izquierdo, entre otros.

Hoy, dentro del área minera,



Gustavo Jaramillo, gerente general; Benjamín Álvarez, director de Operaciones y Desarrollo, y Alfonso Cárdenas, gerente de Estudio y Proyectos.

Climbers está desarrollando el diseño, fortificación y protección tubería de talud de Planta SAG de Los Bronces (Anglo American); el diseño entibación micropilotes de Minera Antucoya (Antofagasta Minerals); diseño y fortificación sala eléctrica, camino acceso y muro TEM de Minera Los Pelambres (Antofagasta Minerals), y el diseño y construcción barreras dinámicas, Camino Farellón Costero Orcoma (SQM).

Además de la fortificación de

taludes, otras soluciones que la compañía aplica son barreras y sistemas de contención de caída de rocas, aluviones y/o nieve. “Utilizamos diversas metodologías constructivas adaptadas a las necesidades de cada proyecto, destacando el expertise en trabajo vertical mediante técnicas de acceso por cuerdas o uso de equipos aéreos logrando así ejecutar proyectos con un alto estándar de seguridad en zonas casi inaccesibles”, explica Gustavo

Jaramillo Molina, gerente general de Climbers.

Complementario a esto, agrega que han logrado un alto prestigio en el desarrollo de ingenierías asociadas a proyectos de control de riesgos naturales, con foco en optimizar los aspectos técnicos/económicos, orientando las soluciones a las necesidades del cliente y manteniendo los requerimientos de seguridad y técnicos de la industria.

ESTRATEGIAS

Frente a la criticidad de la ingeniería para desarrollar proyectos de contención y fortificación de manera óptima, Jaramillo sostiene que en Climbers aplican “soluciones óptimas” y generalmente se encuentran con dos tipos de problemáticas que abordan con diferentes estrategias.

La primera, está asociada a un excesivo uso de recursos para ejecutar la solución. “Muchas veces soluciones que implican el desmedido uso de maquinaria y recursos asociados para poder llevarlos al lugar de trabajo, pueden ejecutarse con metodologías que algunas veces son más costosas, pero para el proyecto global resultan más convenientes en



Fortificación en Minera Los Pelambres (MLP), en las operaciones que realiza la compañía en el Tranque El Mauro.

términos económicos y plazos de ejecución”, precisa.

La segunda, son soluciones sobredimensionadas por no haber contado con un enfoque mixto, ya que por un lado el estudio de terreno le permite a Climbers definir parámetros técnicos necesarios, lo que complementa con su experiencia como instaladores, optimizando así las metodologías constructivas para una solución óptima.

“En definitiva —dice—, procuramos contar con la información adecuada para desarrollar un proyecto, guiamos a nuestros clientes en obtenerla y luego diseñamos una solución con los recursos y las metodologías de trabajo que mejor se adapten al lugar y requerimientos planteados.

Esto nos ha permitido realizar la ingeniería del 90% de los proyectos ejecutados en los últimos dos años”.

En este contexto, la excelencia operacional es un factor crítico del éxito de los proyectos. Hoy, las exigencias para la industria de la minería en el mundo cada día son más altas, no solo en términos de seguridad, sino medioambientales, trabajo con las comunidades y sostenibilidad.

“Nuestra experiencia nos muestra que para tener éxito en los desafíos que surgen continuamente en la ejecución, es fundamental abordarlos con un sistema de mejora continua, el cual involucre a todas las partes de terreno”, asegura el ejecutivo.

SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO DE TALUDES:

NeoMineral desarrolla interesantes proyectos en Chile y Perú

Seguir liderando en la instalación de sistemas de fortificación en los taludes que se generan en las vías y carreteras de Chile, aportar con contenciones de calidad para que quienes transitan por estos caminos lo hagan de manera tranquila y segura, y buscar oportunidades en el sector minero para generar empleos son algunos de los planes a corto plazo que posee NeoMineral S.A.

Desde hace 11 años, esta compañía se dedica a la instalación de sistemas de sostenimiento de taludes, a través de la perforación de todo tipo de anclajes, colocación de mallas y proyección de shotcrete, además de la instalación de barreras dinámicas para control de caída de rocas y aluviones. Hoy, también, están trabajando en Perú.

“Como ejecutores del rubro de sostenimiento o fortificación de taludes con amplia trayectoria, tanto nuestra dotación indirecta (supervisión) como directa (mano de obra), somos expertos en lo que realizamos, privilegiando la seguridad y alcanzando muy buenos rendimientos en terreno, lo que por lo general nos hace cumplir o mejorar los plazos indicados en cada proyecto”, destaca José Miguel Quinteros B., socio fundador de NeoMineral S.A.

Agrega, también, que la compañía posee una gran flota de equipos propios para la realización de estos trabajos, los que la hacen ser dentro del mercado muy competitiva a la hora de entregar su oferta económica. Y es así como han superado el medio centenar de trabajos realizados de manera exitosa.

Por su parte, NeoMineral se destaca por realizar importantes avances tecnológicos en el rubro. “Somos pioneros en la fabricación de equipos para perforación a gran altura, con diseños propios y certificados en canastillos de trabajo para manipuladores telescópicos o grúas de gran tonelaje, así como vigas de perforación neumáticas e hidráulicas (con sus propias unidades hidráulicas móviles), los cuales nos han permitido mejorar los tiempos de realización de las obras, optimizar recursos y

Presta servicios de fortificación (taludes y túneles), perforaciones, anclajes, fracturación de roca, shotcrete e instalación de barreras dinámicas.



NeoMineral destaca por realizar avances tecnológicos en el rubro.

entregar tranquilidad y seguridad al personal que trabaja directamente en ellas”, explica el ingeniero civil industrial.

Recientemente se adjudicó un importante trabajo de innovación para la mina rajo abierto Sur-Sur de la División Andina de Codelco, a través del programa Expande de Fundación Chile. “Nuestra idea se llama Stone Shield, que es una barrera móvil para controlar la caída de roca, la cual se desarrollará a través de un contrato llamado ‘convenio de desarrollo’ con la mencionada división de la minera estatal y que partirá en junio de 2023”, indica.

DIVERSAS OBRAS

Entre los proyectos más relevantes que NeoMineral ha ejecutado en Chile destacan las fortificaciones del nuevo peaje Angostura (Ferrovia-Agroman), la ampliación de Cuesta Las Chilcas (FCC Agencia en Chile), del camino acceso de Chile-Nativo en el ParqueMet (Empresa RLX) y en la Carretera Austral Ruta 7 Sur, sector Cerro Castillo, para el Consorcio Laguna Verde (Besalco-Arrigoni), además de la proyección shotcrete a gran altura en la barranca ParqueMet donde se construirá el aviaro para el Cóndor en Chile-Nativo

(Consorcio Parinacota).

Actualmente, NeoMineral está terminando en Chile las fortificaciones de taludes del canal La Cocinera en Illapel y de la ampliación de la Ruta F-20 Nogales-Puchuncaví para Sacyr. “Nos estamos preparando para partir con unos nuevos proyectos en el centro y sur de nuestro país”, precisa Quinteros.

En Perú se encuentra desarrollando un sostenimiento perno-malla-shotcrete en la localidad de Ollachea (municipio de Puno) para la operadora Sur-Perú, que está a cargo de la Ruta Interoceánica Perú-Brasil. “Nuestros planes, al igual que en Chile, son liderar la instalación de sistemas de sostenimiento de taludes en las obras viales con trabajos de calidad, seguridad y responsabilidad social, aportando y generando trabajos para el país vecino. En la actualidad estamos participando también en varias licitaciones que serán adjudicadas próximamente”, concluye.

Entre los planes a largo plazo de NeoMineral está avanzar en la innovación Stone Shield, buscar nuevas alternativas de trabajo en el sector minero y vial tanto en Chile como en Perú, así como consolidar el modelo del negocio en el vecino país y velar por el bienestar de sus colaboradores.



MAS DE 11 AÑOS LIDERANDO LA FORTIFICACION DE TALUDES
Asegura tu Sostenimiento con
NEOMINERAL S.A.

- FORTIFICACIONES
- PERFORACIONES
- ANCLAJES
- SHOTCRETE



José Miguel Quinteros B. - NEOMINERAL S.A.

+56 965600890 / +51 961444614 neomineral_sa

www.neomineral.cl

NUEVA VERSIÓN:

Aceros AZA lanza Sistema de contención y fortificación Saferock® 2.0

Cada vez más, las excavaciones se están realizando en zonas de rocas a grandes profundidades, y este sistema posee una gran variedad de componentes y pernos, así como propiedades y atributos para hacer un diseño de fortificación óptimo y seguro.

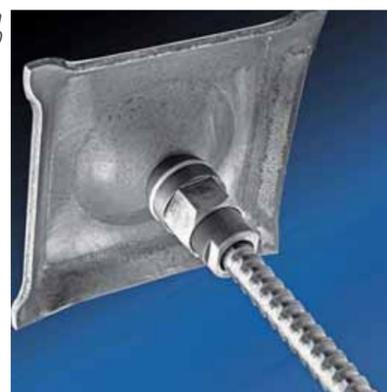


FOTOS: ACEROS AZA



El nuevo sistema incluye más opciones para el diseño.

Sistema Saferock 2.0 con tuerca MT.



Manuel Riquelme, jefe de Desarrollo de Productos de Aceros AZA, en el lanzamiento de Saferock 2.0.

En la búsqueda permanente de mejora en la calidad y confiabilidad de sus productos, Aceros AZA identificó una serie de requerimientos demandados por la industria, la cual plantea que la suma de los componentes que están presentes en la fortificación debería formar un sistema integrado y coherente, el cual promueve que todas las partes aprovechen su máximo potencial.

“Lo anterior toma en cuenta la interacción de cada componente entre sí, al momento de presentar la demanda estructural diseñada para las condiciones específicas de la excavación que está siendo fortificada. Además, en forma creciente la fortificación

en minería y obras civiles debe resolver nuevos desafíos a medida que las excavaciones se realizan en zonas de rocas a grandes profundidades, donde la demanda estructural y la resistencia deben considerar una mayor ductilidad y contar con una mayor variedad de componentes y pernos para hacer un diseño de fortificación óptimo y seguro”, asegura el jefe de Desarrollo de Productos de Aceros AZA, Manuel Riquelme.

La presencia en las excavaciones de cargas dinámicas, grandes deformaciones, concentraciones de esfuerzos, entre otros, exigen una fortificación formada por pernos, tuercas, planchuelas y

MINERÍA Y OBRAS CIVILES

Desde hace 15 años, Aceros AZA pone a disposición de la industria minera y de obras civiles un conjunto de pernos de fortificación para la estabilización de macizos rocosos, en excavaciones de minas subterráneas, túneles viales y taludes, denominados Saferock. Estos son fabricados con acero elaborado a partir del reciclaje de chatarra ferrosa que, muchas veces, proviene de faenas mineras promoviendo la economía circular.



otros componentes que realmente funcionan como conjunto, contando con una debida variedad para elegir la configuración óptima de cada diseño en particular, definido por el especialista geomecánico e ingeniero en minas.

PROPIEDADES Y ATRIBUTOS

Es así como el sistema presenta un conjunto de propiedades y atributos que lo hacen especial. Además de ser parte de una familia de

productos con una de las huellas de carbono más baja de la industria a nivel mundial, cuenta con una serie más extensa en diámetros nominales, tuercas de alta precisión, ajustadas y diseñadas para exigentes tolerancias de fabricación, una nueva familia de planchuelas para todas las configuraciones de fortificación y contención, una vaina para el tramo final, entre otros elementos.

“Todas estas características ayudan a mantener la función de fortificación del sistema, evitando derrumbes y fallas que puedan amenazar la continuidad de la faena y la integridad de los trabajadores. Asimismo, una serie más extensa en diámetros

nominales de pernos Saferock contribuye a que geomecánicos e ingenieros de minas puedan diseñar sistemas seguros y a la vez optimizados para cada requerimiento en particular de la excavación, consiguiendo con estos importantes ahorros en los costos de esta actividad”, agrega Riquelme.

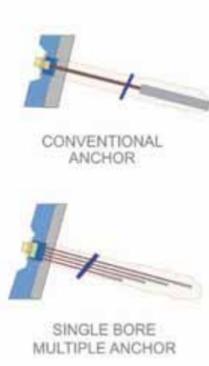
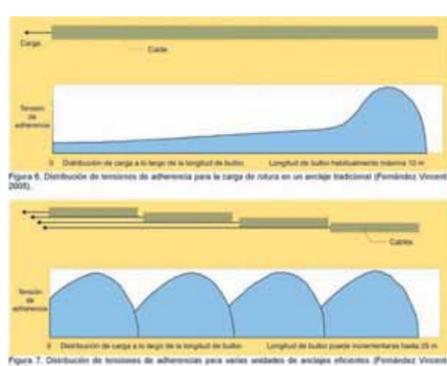
Para agregar valor a este nuevo conjunto de productos, AZA elaboró además un “Manual de productos para el Sistema de fortificación y contención Saferock 2.0”, el cual espera contribuir a resolver los nuevos desafíos que presentan las excavaciones y la minería subterránea en Chile y el exterior.



Anclajes múltiples y presiómetro.

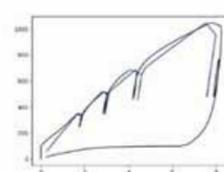
Anclajes Múltiples

- Licencia de exclusividad de la tecnología en Chile.
- Permite que los anclajes alcancen cargas sin límite.
- Ideal para problemas sometidos a altas cargas, como taludes altos, represas, tuneles.



Presiómetro

- Único instrumento en Chile capaz de medir deformaciones con tan alta precisión.
- Permite determinar las propiedades fundamentales del suelo y/o roca.
- Permite determinar resistencia y rigidez.
- Permite calibrar modelos constitutivos



Parámetro	Valor	Unidad
Diámetro (mm)	0.020	mm
Longitud (mm)	0.020	mm
Área (mm²)	0.000314	mm²
Perímetro (mm)	0.0628	mm
Coeficiente de Poisson (ν)	0.300	-
Modulo de elasticidad (E) (MPa)	20000	MPa
Resistencia a la tracción (σ _t) (MPa)	100	MPa
Resistencia a la compresión (σ _c) (MPa)	100	MPa
Resistencia al corte (τ) (MPa)	50	MPa
Resistencia al aplastamiento (σ _{ap}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento (σ _d) (MPa)	100	MPa
Resistencia al vuelco (σ _v) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento lateral (σ _{dl}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento vertical (σ _{dv}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento horizontal (σ _{dh}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento vertical lateral (σ _{dvl}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento horizontal lateral (σ _{dhl}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento vertical horizontal (σ _{dvh}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento horizontal horizontal (σ _{dhh}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento vertical horizontal lateral (σ _{dvlh}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento horizontal horizontal lateral (σ _{dhlh}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento vertical horizontal horizontal (σ _{dvhhl}) (MPa)	100	MPa
Resistencia al deslizamiento horizontal horizontal horizontal (σ _{dhhhl}) (MPa)	100	MPa

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:

Pangea Geotecnia posee tecnologías para brindar soluciones geotécnicas

Es la única empresa que posee y utiliza el presiómetro reaming en los trabajos que realiza para la minería en Chile. Además, posee la licencia de exclusividad de Single Bore Multiple Anchor (SBMA) Limited.

Codelco, SQM (Salar de Atacama), Aclara Resources (Módulo Penco), BHP (Escondida) y Albemarle son algunos de los clientes del sector minero que posee Pangea Geotecnia, empresa especializada en el diseño y construcción de soluciones geotécnicas. Hoy, en el mercado nacional, se diferencia porque en sus trabajos utiliza el presiómetro de alta resolución y cuenta con la licencia exclusiva para diseñar y construir anclajes de bulbo múltiple.

En relación a los sistemas de contención y fortificación minera, ofrece variados servicios. Sin embargo, ha realizado con mayor frecuencia asesorías geotécnicas en proyectos de contenciones, fundaciones y pilotes, exploraciones geotécnicas/geofísicas para el desarrollo de estudios geotécnicos y desarrollo de análisis de estabilidad para depósitos mineros de gran altura.

“Nuestra mayor ventaja se basa en nuestra capacidad de ofrecer un servicio integrado que va desde la exploración, pasando por el diseño y cerrando con la construcción y su respectivo auto control. El entendimiento detallado, acompañado con tecnología única en Chile en cada una de estas etapas, nos permite ofrecer optimización y



El presiómetro de alta resolución mide las deformaciones mediante tres strain gages con resolución de milésimas de milímetro.

seguridad a nuestros clientes”, señala Rafael Martínez Ascencio, gerente general de Pangea Geotecnia.

Entre los proyectos mineros en que ha trabajado destacan las ingenierías de detalle de micropilotes para el nuevo taller de camiones de Minera Escondida, de estabilidad de taludes de depósitos de explosivos de Codelco Andina, para la adquisición y el montaje de equipos PMR y PFE de Potrerillos de la División Salvador de Codelco, de detalle by-pass del estanque electrolito de la División Gabriela Mistral de Codelco, para la gestión de compras aumento de producción de solución de ceniza de soda para Albemarle, además de análisis de estabilidad de rajos de extracción para Aclara Resources.

Actualmente, Pangea Geotecnia se encuentra desarrollando una asesoría geotécnica de micropilotes y un estudio geotécnico para SQM (Salar de Atacama), un estudio geotécnico de depósitos de materiales procesados para Aclara Resources y una asesoría de muros anclados y pilotes para nuevas instalaciones de habitabilidad de Codelco Andina.

TECNOLOGÍAS EXCLUSIVAS

Pangea Geotecnia es la única



FOTOS PANGEA GEOTECNIA

Los anclajes de bulbo múltiple son ideales para problemas sometidos a altas cargas, como taludes altos, represas, túneles, etc.

empresa que posee y utiliza el presiómetro de alta resolución en los trabajos que realiza para la minería en Chile. Este es un instrumento que permite medir propiedades fundamentales del material in-situ (sin alteración del método de muestreo) y en un volumen mucho mayor a lo ensayos convencionales (influencia del tamaño de partículas).

“Esto nos ha permitido evaluar y optimizar proyectos de depósitos mineros de gran altura, taludes en materiales de difícil caracterización, fundaciones y estimación de deformaciones en materiales arenosos y atípicos (salares, enrocados, etc.). Adicionalmente, hemos desarrollado un procedimiento que nos permite calibrar modelos constitutivos mediante el presiómetro”, dice Martínez.

Hoy en Chile existen algunos presiómetros del tipo Menard, pero el presiómetro de alta resolución mide las deformaciones mediante tres strain gages con resolución de milésimas de milímetro, lo que hace que la precisión de la medición sea radicalmente mejor. “Así, el método de Menard es fundamentalmente empírico con algunas nociones teóricas, pero las propiedades medidas no son propiedades fundamentales del material,

como sí lo son las propiedades determinadas mediante nuestro instrumento”, explica.

Pangea Geotecnia es también la única empresa en Chile que puede diseñar y construir anclajes de bulbo múltiple —que no tienen límite de carga—, con el respaldo de la empresa inglesa creadora del sistema Single Bore Multiple Anchor (SBMA) Limited. Hoy, posee la licencia de exclusividad de la tecnología en nuestro país.

Rafael Martínez destaca que el objetivo fundamental de un anclaje es sostener y por lo tanto reforzar, tanto masas de suelo o de rocas, que debido a la capacidad portante que poseen, están propensas a fallar. “El sistema de bulbo múltiple involucra la instalación de varias unidades de anclaje en una misma perforación, conformando todo un único anclaje”.

Y es así como cada unidad tiene su propio tendón individual, su propia longitud libre, longitud de bulbo y es cargado utilizando su propia unidad de tensado. “El tensado de todas las unidades de anclaje es llevado a cabo simultáneamente mediante un equipo de gatos hidráulicamente sincronizados que aseguran que la carga aplicada en las diferentes unidades es siempre la misma”, asegura.



Sistema de control de riesgos naturales



Montajes



Ingeniería

Entregamos soluciones a medida para tus proyectos.

