



MAX SCHWARZ

PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE LIMA

Smart shotcrete para sostenimiento minero



El sostenimiento minero es la operación tradicional que permite asegurar la estructura de las cajas de roca para posibilitar el avance de la explotación minera en vetas subterráneas. El nivel de sostenimiento requerido dependerá de las calidades geotécnicas del macizo rocoso (normalmente medido en escalas RQD del macizo rocoso con rocas buenas y portantes con $\%RQD > 75\%$, rocas malas con $\%RQD < 50\%$ y rocas altamente inestables o mecánicamente pobres con $\%RQD < 25\%$) y del comportamiento geo mecánico operacional de la estructura propia de la mina.

Tradicionalmente el sostenimiento minero subterráneo actual

utiliza de manera intensiva puntales de madera (una mina de 1500TMD de extracción puede llegar a fijar hasta 700 puntales diarios de postes de eucalipto o especies similares) y claro la necesidad de formar los cuadros (postes para los arcos y vigas para el sombrero con el respectivo encribado) de manera segura requiere de especialidades técnicas que son operadas por experimentados maestros enmaderadores y ayudantes de carpintería que diariamente preparan los postes para su utilización o reemplazo al interior de la mina.

En ese contexto el uso de la madera con su consecuente impacto ambiental no ha podido ser reemplazado por otro material puesto que la

madera ofrece ventajas en materia de seguridad al tener un deterioro progresivo que puede rastrearse, que es un indicador para su reemplazo frente a otros materiales que colapsan sin evidencia, generando una ruptura sin aviso previo que compromete la seguridad de la mina. Esto ha hecho de la madera un valioso material aún irremplazable hasta que no se encuentren materiales apropiados que puedan lograr el mismo efecto. Por lo que las minas para mitigar el impacto utilizan principalmente madera de bosques propios o bosques ambientalmente certificados para mantener sus operaciones en forma sustentable.

De igual forma, el sostenimiento minero es intensivo y de naturaleza gradualmente compleja en particular en terrenos de rocas inestable con cajas sueltas y de una condición geotécnica más pobre ($\%RQD < 25\%$) en cuyo caso el sostenimiento requiere acompañarse de pernos de anclaje, malla electrosoldada y eventualmente revestimiento de concreto (shotcreteado) donde sea necesario o en combinación mixta de varios tipos de sostenimiento para garantizar el avance seguro de las operaciones de la mina.

En este aspecto los avances son significativos y es que la industria minera ha desarrollado notables avances con pernos de anclaje que ofrecen mayor seguridad, facilidad operativa para su aplicación y menores costos de instalación, así como nuevos materiales y ac-

cesorios cada vez más económicos y durables para la configuración de las mallas de soporte y tecnología para el uso de concreto aplicado principalmente por shotcrete en las operaciones de las minas subterráneas.

El shotcrete en particular ha desarrollado una larga cadena de innovaciones en la fuerza y potencia de distribución y en la precisión de la aplicación con el uso de técnicas robóticas para una aplicación más segura y efectiva que pueda aportar a la calidad del sostenimiento logrado en las minas subterráneas.

Sin embargo, si bien se ha avanzado mucho en el desarrollo de nuevas tecnologías para los equipos de aplicación de shotcrete, en lo que no se ha avanzado mucho es el uso de nuevos tipos de concreto para lanzar en cavernas en particular en el uso de concreto inteligente (Smart Concrete), que sea capaz de autorrepararse en la mina con las mismas características que la tecnología del concreto inteligente puede ofrecer.

“CONCRETO INTELIGENTE ES UNA COMBINACIÓN DE CONCRETO CON UN JUEGO DE SALES CON BACTERIAS PRECIPITADORAS DE CALCITA”

Pero ¿Qué es concreto inteligente? ¿Cómo funciona?: El concreto inteligente es una combinación de concreto con un juego de sales con bacterias precipitadoras de calcita que se activan en caso de agrietamiento o falla en la estructura liberando el material que puede cubrir la grieta reparando el concreto en forma natural y automática a manera de una autocuración del concreto que se denomina primariamente inteligente para efectos tecnológicos y comerciales. Esto genera importantes avances en la reducción de los costos de sostenimiento, el seguimiento de la inspección de seguridad y la reducción

del costo del uso y aplicación del shotcrete en forma significativa en el largo plazo de las instalaciones por lo que se ha empezado a utilizar en aplicaciones mineras subterráneas para lograr una mayor calidad y mejor garantía de largo plazo para la estructura de la mina lo cual sumado a las múltiples aplicaciones adicionales que la minería ofrece, como las presas de relave, infraestructura ambiental, reservorios, diques, plantas, lozas, patios de maniobra, carreteras o hasta talleres donde aplicaciones similares constituyen una oportunidad de aplicación tecnológica segura para toda la industria minera. **E**