

DESAFÍO – DIVISIÓN EL SALVADOR

Detección de socavones, cavidades y laboreos subterráneos en Mina Rajo Inca

Postula aquí

ANTECEDENTES DESAFÍO



División Salvador enfrenta un desafío importante durante su transición desde una operación subterránea histórica hacia un rajo abierto activo. Bajo el actual rajo Inca existe un entramado complejo de galerías, cavidades y laboreos generados durante más de 50 años de minería subterránea mediante técnicas de block y panel caving. El cierre de la mina subterránea no permite el acceso para inspecciones ni para la instalación de sistemas de monitoreo, mientras la operación a cielo abierto se desarrolla sobre ella generando potenciales riesgos geotécnicos e inestabilidades.

La información disponible de la mina subterránea es incompleta y se estima que aún existe un porcentaje relevante de cavidades no mapeadas. Esta incertidumbre exige tecnologías capaces de detectar estas excavaciones subterráneas que podrían comprometer la seguridad de la operación y la continuidad productiva del rajo abierto y, procedimientos que permitan interactuar de forma segura con la misma.

CUÁNDO OCURRE EL PROBLEMA

El riesgo se puede materializar cuando equipos y personas operan sobre sectores donde existen galerías no identificadas, cavidades por subsidencia o zonas de transición con roca fuertemente fracturada. Esto se ve intensificado en áreas donde el material quebrado presenta comportamiento similar a un botadero y en sectores donde el macizo rocoso está desconfinando (La presencia de rellenos de material en las antiguas labores aumento el riesgo).

CONSECUENCIAS

La principal consecuencia es la inestabilidad del macizo rocoso, ya que puede generar un hundimiento súbito del terreno. Esto podría causar un incidente que involucre personas y/o equipos que interactúan y operan en el área mina, pudiendo incluso provocar la detención de las operaciones. Además, las cavidades no detectadas alteran el comportamiento geomecánico y generan incertidumbre en la planificación minera y en la delimitación precisa del contacto in situ-quebrado, con impacto directo en diseño de fases, taludes y proyección de recursos.

CÓMO SE RESUELVE ACTUALMENTE

Las acciones preventivas se apoyan en monitoreo visual y controles operacionales, insuficientes ante excavaciones no mapeadas.

OBJETIVO Y ALCANCE



El objetivo de esta convocatoria es identificar tecnologías capaces de detectar, delimitar y caracterizar cavidades y laboreos subterráneos no identificados en macizos rocosos In-situ y en materiales de subsidencia por debajo del Rajo Inca, con el propósito de implementar medidas preventivas que permitan mantener condiciones operacionales seguras. La información obtenida debe integrarse de manera compatible con las plataformas existentes, permitiendo realizar análisis geotécnicos y generar alertas tempranas de riesgo.

QUIENES PUEDEN POSTULAR



Compañías, startups, institutos, universidades y centros de investigación u otras entidades legalmente constituidas, de acuerdo con la legislación vigente de su país de origen. Se excluyen personas naturales en esta convocatoria.

Extendemos la invitación para promover la colaboración y complementar las capacidades tecnológicas y/o empresariales entre empresas, emprendimientos u otras entidades. Para los equipos y consorcios, la institución responsable debe estar claramente identificada en la solicitud.

SOLUCIONES EXCLUIDAS



Consultorías, asesorías y estudio de ingeniería

DESAFÍO – DIVISIÓN EL SALVADOR

Detección de socavones, cavidades y laboreos subterráneos en Mina Rajo Inca

Postula aquí

REQUISITOS DE LA SOLUCIÓN



La tecnología buscada debe cumplir con los siguientes requisitos:

- **Tecnología no invasiva:** La solución debe operar con una interrupción mínima de la operación y sin ingresar a la mina subterránea clausurada. No debe afectar el tránsito de equipos y debe requerir una mínima logística en terreno.
- **Profundidad mínima:** Capacidad de detección de al menos 30 m (equivalente a dos bancos).
- **Georreferenciación precisa:** Las anomalías deben ser ubicadas con alta exactitud espacial para permitir una toma de decisiones operacionales confiable. La resolución de detección ideal es de 1 m, aunque puede extenderse hasta 3 m.
- **Estimación de su geometría:** Es deseable, pero no excluyente, que caracterice el tamaño y forma de cavidades y galerías, no solo su presencia.
- **Procesamiento información:** Entrega de información procesada en un plazo menor a 1 mes, consistente con el avance mensual por banco.
- **Reportabilidad y generación de alertas preventivas:** Es deseable que la solución entregue reportes claros y oportunos, además de generar alertas preventivas que permitan anticipar riesgos asociados a cavidades o anomalías detectadas, facilitando la toma de decisiones operacionales.
- **Autonomía energética:** Uso de baterías o paneles solares con autonomía mínima que le permita cumplir con sus funciones.
- **Conectividad disponible:** Compatibilidad con telefonía móvil (Movistar/Entel), redes de comunicación interna (Red interna Codelco), y/o conectividad satelital.
- **Capacidad de operar en condiciones extremas:** Funcionamiento estable en altitudes entre 2.600–3.200 m, vientos de hasta 80 km/h y temperaturas extremas inferiores a -25° y temperaturas máximas +70°
- **Monitoreo en línea o semilineal:** Es deseable, pero no excluyente, la capacidad de detectar cambios progresivos en pisos y taludes, respecto a información previa, donde también se requiere del respaldo de la información en una base de datos.
- **Nivel de madurez tecnológica (TRL):** Se aceptan tecnologías con TRL mayor o igual a 4 con evidencia técnica que respalde su precisión y estabilidad del método.
- **Caracterización del tipo de materiales:** Es deseable, pero no excluyente, que la tecnología permita diferenciar las condiciones en los bordes de las galerías (material fragmentado vs. material in situ) y determinar el tipo de material, con el fin de optimizar la planificación de la extracción.

TECNOLOGÍAS YA PRBADAS



Se han evaluado previamente distintas metodologías para la detección de socavones y cavidades subterráneas, destacando principalmente las pruebas realizadas con Georradar (GPR) entre 2017 y 2018 en la mina San Antonio, una zona con condiciones geológicas similares a las del Rajo Inca. Sin embargo, estos ensayos no lograron resultados satisfactorios debido a limitaciones de penetración, resolución y respuesta frente a materiales altamente fracturados.

Adicionalmente, la compañía ha revisado tecnologías emergentes como tomografía de muones y diversas variantes de radar avanzado, aunque sin implementaciones formales en terreno.

DESAFÍO – DIVISIÓN EL SALVADOR

Detección de socavones, cavidades y laboreos subterráneos en Mina Rajo Inca

Postula aquí

ETAPAS DEL PROCESO



CONFIDENCIALIDAD:

La entrega de datos personales para registrarse en la base de datos como la información asociada a las soluciones tecnológicas para postular a los procesos de innovación abierta ejecutados por Expande es totalmente confidencial; así como también la información entregada en los formularios de contacto para recibir información sobre las etapas siguientes de estos procesos.