

Noviembre 2024
WWW.ELITEMIN.COM

MAGAZINE tunnel & mining

ANILLO VIAL PERIFÉRICO

LA OBRA EN LIMA POR USD 3,400 M.

ANTONIO RODRÍGUEZ

TÚNELES CARRETEROS EN COLOMBIA
INGENIERÍA Y SOLUCIONES

ÓSCAR VARDÉ

EVOLUCIÓN DE LA TUNELERÍA
EN ARGENTINA

GUSTAVO ESTAY

ENTREVISTA: LOS DESAFÍOS EN LA
CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES
EN CHILE



TUNNEL&MINING 2025

2 al 4 de julio, Evento Mundial en Lima

AMÉRICO VESPUCIO ORIENTE II

Una gran obra vial



- Recursos hídricos
- Interacción de agua con obras civiles y componentes mineros
- Optimización de procesos en el ciclo del agua
- Geoquímica ambiental
- Gestión de contaminación y pasivos ambientales
- Cierre de minas y remediación

- Sostenibilidad (ESG) y cambio climático
- Resiliencia hidráulica
- Evaluación y mitigación de riesgos hídricos
- Asesoría y gestión en calidad de agua
- Modelamiento e ingeniería Fast Track
- Permisos ambientales

**30 años generando confianza
y creciendo juntos**

Más proyectos en Latinoamérica

Con gran satisfacción presentamos esta edición especial de la revista Tunnel & Mining, cuando estamos próximos al Encuentro Latinoamericano de Asociaciones de Túneles y Obras subterráneas a desarrollarse del 9 al 11 de diciembre, evento organizado por la CTES Chile, el cual pertenece a la Asociación Internacional de Túneles y Espacios Subterráneos (ITA-AITES).

Esta es una gran oportunidad, y felicitamos a los organizadores.

En esta edición hemos incluido la entrevista al ingeniero Gustavo Estay, Presidente de la CTES Chile, también encontrarán artículos seleccionados como “La evolución de la Tunelería en Argentina” a cargo del Ingeniero Óscar Vardé, Presidente de la AATES y otro titulado “Los túneles carreteros en Colombia” cuyo autor es Antonio Rodríguez, Presidente de ACTOS, todas ellas instituciones técnicas y convocantes en Latinoamérica.

Además podrán encontrar interesantes notas sobre minas en España y Chile, proyectos viales y el reporte minero en Perú, los túneles submarinos en las islas Feroe, y el BIM en proyectos ferroviarios en Alemania.

Un agradecimiento especial al Grupo Costanera S. A. y a la Sociedad Concesionaria Américo Vespucio Oriente II por las facilidades brindada para difundir en nuestra revista, la gran obra urbana conocida como AVO II, mostrando el desarrollo y construcciones del espacio subterráneo en zonas urbanas.

Cada país tiene sus dificultades que va más allá de temas técnicos, siendo el entorno político y la dirección de la economía un gran reto que los ingenieros y las empresas afrontan, siempre con el mejor ánimo y conducidos por su formación de ir en busca de soluciones, plantear alternativas y siendo constantes para lograr los objetivos de favorecer a la sociedad, con mejor retribución económica, más empleo; mejores ciudades, minas más seguras, aplicando adecuadamente la tecnología.

Más proyectos en Latinoamérica es una gran necesidad, y la realidad de Perú con un déficit de infraestructura vial que se calcula moderadamente en USD 60,000 millones, unido a un escenario de proyectos mineros al 2035 por USD 53,000 millones, es una muestra del futuro que podemos ir labrando desde ahora.



Elí Torres Lugo
Gerente general
ELITEMIN

Conectese con ELITEMIN, con la pagina de noticias Visión Minera y los invitamos a integrarse a la revista, ponemos a consideración las oportunidades de difusión digital e impreso. La siguiente edición aparecerá a fines de enero 2025.

Bienvenidos!

ELITEMIN
FUTURE MINING

El magazine internacional “TUNNEL & MINING “ así como el medio digital “Visión Minera” es dirigido por Elite Consulting SAC - ELITEMIN. La empresa inició actividades el 2006 con sede en Lima.

Nuestra pasión es brindar a las empresas la posibilidad de sustentar su marca, mostrar sus servicios y productos, nuevas tecnologías y posibilitar una red de contactos.

Mediante el dictado de conferencias y exhibición, en nuestros congresos y seminarios. facilitamos la difusión de las empresas, realizamos notas de prensa y damos acceso a entrevistas, que se difunde también en nuestras redes YouTube, LinkedIn y Facebook.

Director:
Milton T. Farro | E: press@elitemin.com

Colaboradores:
Dugald Mc Lellan
Siegfried Arce Helberg
Óscar Frías Martinelli
José Luis Ramirez C.
Miguel Ángel Morales
Heidy Ramos Rodríguez

Elite Consulting SAC- ELITEMIN
Circunvalación 423, Santiago de Surco,
Lima-Perú

www.elitemin.com

ÍNDICE

Más minería-Reporte Perú	4
Túneles en Chile, desafíos	5
El Proyecto vial AVOII	8
Mina Los Bronces subterráneo	11
Tunelería en Argentina	13
Anillo vial en Lima-Perú	16
Resumen Tunnel&Mining 2024	19
Túneles carreteros en Colombia	24
Túneles submarinos-Islas Feroé	27
La mina de pizarra más grande del mundo	28
BIM y línea ferroviaria de alta velocidad en Alemania	30

Perú: Más minería

“El cobre es el mineral que va a reinar en el futuro y necesitamos más proyectos. En Perú tenemos proyectos en fase de exploración para que el Perú siga siendo un actor clave como país proveedor en la transición energética que vive el mundo hacia fuentes más limpias”, resaltó el ministro de energía y Minas Rómulo Mucho

El Ministerio de energía y Minas de Perú-MINEM, alista la prepublicación de nuevo Reglamento de Cierre de Minas: ¿en qué consiste?

Modificaciones en camino. Michael Acosta, encargado de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAM) del Ministerio de Energía y Minas (Minem), informó que su dependencia está por completar la nueva propuesta de Reglamento de Cierre de Minas. El objetivo es presentarla en diciembre y, con ello, actualizar lo establecido por el Decreto Supremo N°033-2005-EM, el cual se viene trabajando, y está a más del 90% la primera propuesta. Esperamos que no sufra muchas modificaciones y en diciembre, pensamos prepublicarlo y esperamos que tenga pase a la reglamentación”, precisó Acosta.

Perú y Corea fortalecerán desarrollo de actividades mineras y las relacionadas con los minerales críticos

Este importante acuerdo que busca fortalecer las relaciones entre ambas naciones, precisa que los minerales críticos incluidos comprenden al litio, cobre, zinc y molibdeno, y se podrán añadir minerales adicionales por mutua voluntad de los participantes.

El Memorando de Entendimiento fue suscrito por el ministro, Rómulo Mucho Mamani y Dukgeun Ahn, titular del Ministerio de Comercio, Industria y Energía de Corea.

Inversiones mineras superan los US\$ 3.343 millones al tercer trimestre 2024

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) informó que, al tercer trimestre de 2024, las inversiones mineras en el Perú llegaron a más de US\$ 3343 millones, una variación positiva de 2.7% en comparación a similar periodo del 2023 (US\$ 3256 millones).

La inversión ejecutada en 2 de los 6 rubros reportó una variación interanual positiva, como es el caso de Exploración (+43.2%) y Otros (+44.4%) y, al cierre de 2024, se espera ejecutar US\$ 4600 millones de inversión minera.

La inversión en el rubro Exploración, fundamental para el descubrimiento de nuevos recursos, fue de US\$ 53.2 millones, en setiembre del 2024, mientras que la inversión de enero a setiembre de este año ascendió a US\$ 392 millones, reportando un aumento de 26.6% en comparación a similar periodo del 2023.

En cuanto a la inversión en Equipamiento Minero se ejecutó US\$ 66 millones un incremento de 10.1% en comparación a lo registrado en agosto del año en curso, y la suma acumulada durante enero a setiembre del 2024 ascendió a US\$ 602 millones, evidenciando una variación positiva de 26.0% en comparación a similar periodo de 2023.

La inversión en Infraestructura, en setiembre de 2024 ascendió a US\$ 103 millones, un aumento de 8.5% en comparación a lo reportado el mes anterior.

El rubro Planta Beneficio registró US\$ 104 millones en setiembre de 2024, reflejando un crecimiento de 5.8% respecto a lo reportado el mes previo; y en el rubro Desarrollo y Preparación registró US\$ 60 millones; mientras que la inversión acumulada al tercer trimestre del 2024 fue de US\$ 497 millones.

El ministro de Energía y Minas, Rómulo Mucho, sostuvo que el proyecto minero Tía María le causa satisfacción porque ya es una realidad y creará miles de puestos de trabajo para los jóvenes peruanos, además de

generar un gran impacto socio económico a la región Arequipa y todo el país. Aseveró que la puesta en marcha de Tía María contribuirá a revolucionar el Valle del Tambo, que puede convertirse en un valle agroexportador, mejorando la calidad del agua, migrando a otros cultivos de alto valor, utilizando la ciencia y la tecnología. Explicó que el producto bruto interno minero de Arequipa podrá incrementarse de 34% a 40% con este proyecto. “Las exportaciones aumentarán en un 15% para Arequipa que en términos del PBI representa el 0.4 % del PBI nacional”, resaltó.

DOLENCO DRAIN

La opción permanente y más segura



Diagrama de drenaje Dolenco que muestra la instalación de una membrana pulverizada y hormigón secundario para el drenaje de agua a solera. El diagrama indica el Caudal de Agua, el Hormigón primario, el Hormigón secundario, la Membrana pulverizada y el Drenaje de agua a solera.

AUSPICIADOR PLATA

tunnel&mining
2-4 Julio 2025, Lima

info@DolencoDrain.com

Los desafíos en la construcción de Túneles en Chile

Gustavo Estay Caballero

Ingeniero Civil - Universidad de Chile
Presidente de la Corporación de Túneles
y Espacios subterráneos de Chile-CTES



1.-¿Cuáles son los principales desafíos que se deben abordar para llevar a cabo la construcción de un túnel en Chile y cómo los han abordado?

Primero quisiera indicar que la construcción de túneles actualmente en las distintas industrias corresponden a los del tipo excavados en roca, como son los de la minería, centrales hidroeléctricas y obras viales y otros excavados en suelo blando, como son las líneas de Metro y las autopistas urbanas en la ciudad.

Para tener una referencia, actualmente en Chile se construyen aproximadamente 140 km. de túnel al año, por cierto la mayoría de ellos corresponden a túneles de preparación minera.

En minería, hoy vemos como importantes proyectos históricamente explotados de forma subterránea, como es el caso de la División El Teniente de CODELCO Chile, han incorporado una serie de avances tecnológicos en la construcción de sus túneles, con el propósito de mejorar la operación de la mina y también la explotación y extracción del mineral de cobre.

También vimos como la División Chuquibambilla de CODELCO Chile, transformó su explotación superficial de la mina a una explotación subterránea, incluyendo en este proceso mucha tecnología asociada a la construcción de los túneles.

Lo anterior obliga por ejemplo, al desarrollo de túneles cada vez a mayores profundidades y en condiciones de operación y extracción del mineral cada vez más complejas. Por esta razón la industria minera, lidera el desarrollo y

uso de nuevas tecnologías, de modo que las distintas operaciones mineras sean cada vez más seguras y eficientes, siendo estos los desafíos más importantes de la minería subterránea.

En la industria del transporte urbano, es posible destacar el desarrollo de túneles en suelo blando, que en el caso de la ciudad de Santiago tiene como protagonistas principales las obras de Metro y las autopistas urbanas.

Esta industria aún tiene muchas posibilidades de desarrollo y especialmente el Metro de Santiago en su proyecto Línea 7, actualmente en construcción, ha implementado el uso de una máquina tuneladora, la que desarrollará un tramo importante del trazado. Este hecho entregará mucha información, la que posiblemente será de gran utilidad para futuros proyectos.

En definitiva los desafíos de los túneles y las obras subterráneas en la ciudad, corresponden a que estos deben ser seguros, competentes y dado que los proyectos toman plazos importantes, su construcción debe ocasionar el menor impacto posible en la ciudad.

2.-¿Qué elementos se deben considerar para asegurar la resistencia del túnel ante un posible sismo? ¿Existen estrategias de construcción que permitan asegurar esto?

Las estructuras subterráneas en general se comportan de manera diferente a las estructuras con proyección superficial importante, como es el caso de los edificios de altura. Esto es especialmente debido a que, las subterráneas se encuentran en su totalidad inmersas en un entorno geológico continuo.

Las estructuras subterráneas durante un sismo, acompañan como un todo el movimiento natural que experimenta el subsuelo, en general con menor movimiento relativo, debido fundamentalmente a las restricciones que impone el suelo en torno a ellas.

No obstante lo anterior, de igual modo, de acuerdo con la homogeneidad del subsuelo, es posible que se registren deformaciones locales, dadas las tensiones provocadas por los esfuerzos que se generan durante un sismo.

Existen diversas metodologías para considerar la sismicidad en el diseño. Si no existe una falla activa en el trazado, y exceptuando las zonas de portales, o zonas de muy baja cobertura lateral, un diseño en condición estática suele ser suficiente también para resistir un sismo. Sin embargo, es fundamental estudiar cada caso en particular.





En términos generales, es posible indicar que el comportamiento sísmico de las estructuras subterráneas y en especial los túneles, construidos en roca o en suelo, dependerá de la profundidad a la que se encuentren, la homogeneidad de la roca o suelo circundante, la presencia de fallas o discontinuidades importantes, la presencia de agua, la sección que presentan, su forma, el tipo de fortificación, la magnitud del sismo, entre otros, sólo por mencionar algunos.

También en términos generales, podemos decir que la fortificación de túneles corresponde a la estructura compuesta principalmente por pernos, mallas de acero, concreto lanzado, marcos de acero y hormigón colado, todos elementos que se deben diseñar en tamaño, cantidad y disposición, de modo que en su conjunto constituyan la estructura soportante de las cargas que se producirán tanto durante la construcción, como luego durante la operación del túnel en su vida útil.

De esta forma, la fortificación será diseñada con la información disponible, proveniente de las prospecciones previas al inicio de las obras, y luego una vez conocidas las condiciones reales de la roca o el suelo, durante el avance del túnel, si corresponde se realizan los ajustes necesarios al diseño de la fortificación original, con el objeto de lograr construir un túnel seguro, estable y competente para su uso final.

Otro aspecto muy relevante que se debe tener en cuenta para el diseño de túneles, es el destino final de estos. Por ejemplo una condición de operación

específica se encuentra en los túneles de las centrales hidroeléctricas, algunos de los cuales prevén una operación con flujos de agua a altas velocidades, situación que debe ser considerada en el diseño de la fortificación, lo que hace que en general estos túneles sean revestidos en su totalidad y en algunos casos consideran revestimiento final con hormigón armado, en el cien por ciento del perímetro de su sección.

Finalmente es importante destacar que, a pesar de la muy alta sismicidad que posee Chile, CTES no ha encontrado antecedentes relacionados con inestabilidades en obras subterráneas producto de sismos.

3.-¿Se está utilizando actualmente algún tipo de tecnología para facilitar el proceso de construcción de los túneles a nivel nacional? (Dar ejemplos)

En general en la gran minería subterránea se utiliza mucha tecnología con el fin de optimizar los procesos de operación y disminuir los riesgos asociados. Es posible mencionar aquí por ejemplo, el uso de equipos robotizados, telecomandados y autónomos, operados a cientos de kilómetros de distancia, desde un centro de control altamente tecnológico. Actualmente es posible operar en esta modalidad equipos como perforadoras, camiones, rotopalas, etc.

Aquí la gran minería es líder en la aplicación de tecnologías de nivel mundial, en Chile prueba de lo anterior, lo constituyen por ejemplo los centros de operación de CODELCO y el de BHP.

También en la construcción de túneles tanto en roca como en suelos, es posible

mencionar la implementación de la tecnología de máquinas excavadoras del tipo TBM, que actualmente corresponden a equipos altamente sofisticados, capaces de excavar, retirar el material proveniente de la excavación y revestir el túnel, en un proceso continuo, lo que les permite avanzar con seguridad y rendimientos muy elevados.

Esta tecnología permite además de lograr avances diarios importantes, el revestimiento de los túneles con dovelas de hormigón y la recuperación de los equipos. Sin embargo también es necesario indicar que dado los costos del equipamiento y los requisitos de operación, en general el uso de estos equipos se justifica, cuando los túneles a excavar poseen longitudes importantes, por sobre los 7 kilómetros aproximadamente.

En Chile hemos tenido diferentes experiencias con estos equipos y por nombrar algunos proyectos, podemos mencionar los túneles del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, del Proyecto Hidroeléctrico Los Cóndores y el proyecto Tramo A Línea 7 del Metro de Santiago a punto de iniciar excavación en estos días.

Una fuente para el desarrollo de equipos de perforación en roca del tipo TBM, podría tener lugar en la minería subterránea, dado el alto estándar que actualmente tienen las operaciones en Chile, es probable que en el futuro asistamos a la construcción masiva de túneles mineros utilizando equipos del tipo TBM.

En un futuro próximo asistiremos a la explotación subterránea de otros yacimientos de la gran minería del cobre, por lo que demandarán un desarrollo importante de túneles seguros y eficientes, como por ejemplo Escondida Subterránea, Ministro Hales Subterránea, Los Bronces Integrado, entre otros.

En consecuencia existe mucho espacio aún para desarrollar e incorporar nuevas tecnologías y mejorar los procesos de excavación de túneles en roca y al mismo tiempo implementar soluciones ya probadas en otras partes del mundo, este foco de trabajo podría incorporar en poco tiempo soluciones eficientes a nuestra industria tunelera.

4.-A su juicio, ¿cuáles son actualmente las obras de túneles en desarrollo más relevantes en Chile? ¿Por qué?

Actualmente la minería subterránea en Chile, es una actividad muy importante y en ella anualmente se desarrolla un centenar de kilómetros de túneles y muchas obras subterráneas, que forman parte del proceso extractivo del mineral de cobre.

Por esta razón es que las principales empresas de este rubro, han logrado grandes desarrollos tecnológicos en sus procesos extractivos, por lo que la construcción de túneles e infraestructura subterránea en la minería es y probablemente seguirá siendo, un referente en el desarrollo de la tunelería nacional.

Los desarrollos tecnológicos y las mejoras en los procesos de construcción de túneles y obras subterráneas que ocurren en la gran minería nacional, constituyen un aporte muy relevante, tanto en el diseño como en la ejecución de los proyectos civiles.

Cabe mencionar también, lo que se hace actualmente en infraestructura de transporte subterráneo. Aquí el Metro de Santiago es un actor principal, con 3 proyectos de nuevas líneas. La Línea 7 actualmente en construcción y la Línea 8 y Línea 9 en distintas fases de ingeniería.

Tal como ya dijimos la Línea 7 del Metro de Santiago es un proyecto destacado, con una longitud total de 26 kilómetros y 19 estaciones, de las cuales dos corresponden a doble combinación (Pedro de Valdivia L7-L1 e Isidora Goyenechea L7-L6), una de triple combinación (Baquedano L7-L1-L5) y una de cuádruple combinación (Cal y Canto L7-L2-L3-L9).

Además esta línea considera que, 6,6 kilómetros de su trazado, en la zona norte de la ciudad, se construirán utilizando una máquina tuneladora del tipo TMB, actualmente con su montaje prácticamente terminado y en fase de comisionamiento para el pronto inicio de la excavación del túnel.

La construcción de la Línea 7, además de ampliar la red actual de Metro de Santiago, contribuirá a descongestionar la Línea 1, actualmente con una operación al límite de su capacidad en los horarios de mayor demanda. Aspecto fundamental para mejorar la calidad del transporte público en la ciudad.

También es importante destacar el proyecto de Autopista Urbana Américo Vespucio Oriente 2, actualmente en construcción, el que se desarrolla en 5,2 kilómetros entre Príncipe de Gales y Los Presidentes.

Se construye actualmente excavando dos túneles que alojarán 3 pistas de circulación vehicular cada uno y dado que parte importante su trazado se desarrolla bajo la Línea 4 del Metro de Santiago, la profundidad de los túneles en sectores supera los 50 metros.

Se estima que una vez puesta en operación AVO 2, el viaje entre El Salto, inicio de AVO 1, y Los Presidentes, término de AVO 2, durará sólo 10 minutos, contribuyendo así de manera importante a descongestionar el transporte superficial de este trayecto.



CONTACTO CON CTES:

Tel: +56 975277109

E-mail: cteschile@ctes.cl

Web: www.ctes.cl

RECOMAQ Hi-Tech

RECOMAQ HI-TECH SRL (RUC 20375309565)
Av. Emilio Cavenecia 151 of 407, Miraflores, Lima
+51(1) 505 5522 sales@recomaq.com



BROKK®

Robots Multifunción para túneles



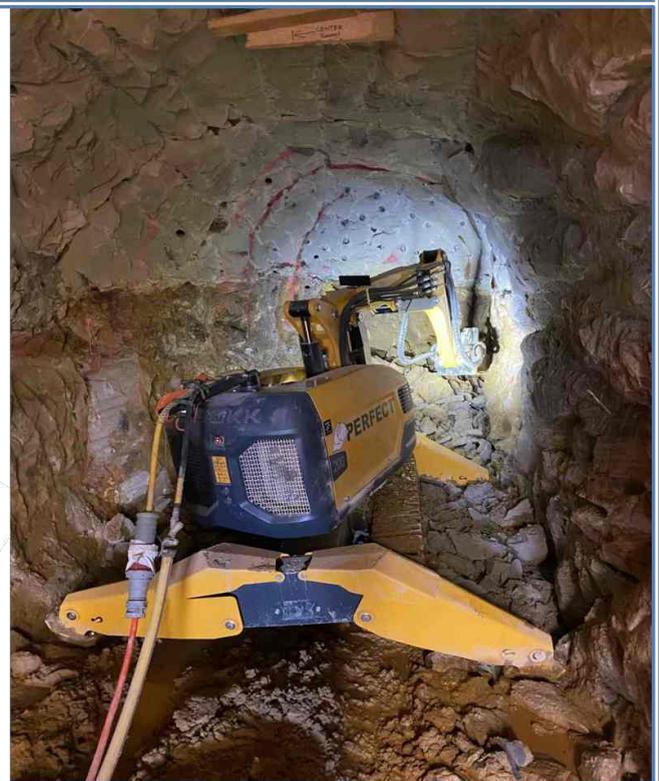
Martillos Hidráulicos desde 55 a 1600 Kg

Soluciones Robóticas Seguras para Espacios Confinados

Cargadores Frontales Robóticos



Taladros Hidráulicos





ENCUENTRO LATINOAMERICANO

DE ASOCIACIONES DE TÚNELES Y ESPACIOS SUBTERRÁNEOS
SANTIAGO - CHILE 2024



DICIEMBRE 9, 10 Y 11

HOTEL ICON ALONSO DE CORDOVA
6050, LAS CONDES

VALOR INSCRIPCIÓN GENERAL **US\$ 250**

VALOR INSCRIPCIÓN YM **US\$ 25**

EXCLUSIVO ESTUDIANTES

Mayor Información e Inscripciones

encuentrolatam2024.ctes.cl

cteschile@ctes.cl

¡Ya falta poco!



Revisa el brochure con todos los detalles del Encuentro Latinoamericano de Asociaciones de Túneles y Espacios Subterráneos y prepárate para aprender junto a expositores de primer nivel.

Fecha: 9, 10 y 11 de diciembre
Lugar: Hotel ICON

Cada entrada incluye:

Participación en las 3 jornadas

Lunes 9:

-Horario: 8:00 am a 6:30 pm
-Cóctel de Inauguración: 8:00 pm a 10:00 pm

Martes 10:

-Horario: 8:00 am a 6:30 pm
-Cena de Gala (cierre): 8:00 pm a 10:00 pm

Miércoles 11:

Visita a terreno: Puedes elegir una de las siguientes opciones:

- Túnel Correa - Codelco División El Teniente
- Obras subterráneas del proyecto - Américo Vespucio Oriente II (AVO II)
- METRO Línea 7, sector Tuneladora
- METRO Línea 7, Pique de estación N°15

Regístrate aquí:

www.encuentrolatam2024.ctes.cl

Cierre del Anillo de Américo Vespucio como parte del plan maestro de transporte

La Concesión Américo Vespucio Oriente Tramo Av. Príncipe de Gales-Los Presidentes” (AVO II), es parte del Plan Maestro de Transporte impulsado por el Estado de Chile para el mejoramiento del sistema de transporte urbano en la Región Metropolitana que contempla, entre otros, el cierre del anillo Américo Vespucio en estándar de autopista.

Esta obra se inició oficialmente el 02 de enero 2024 y tendrá una extensión de 5,2 km que se suman a la red de autopistas urbanas de Santiago y considera el desarrollo de dos túneles horizontales y paralelos con 3 pistas en ambos sentidos y velocidad de operación de 80 km/h. Las vías expresas se conectarán a la superficie a través de seis ramales también en túnel con una velocidad de operación entre 30Km/h y 50 Km/h.

En superficie el proyecto considera que, en la actual Av. Vespucio-Av Ossa, se realizará una completa remodelación urbana, consistente en dos calzadas con 3 pistas por sentido, destacando una pista exclusiva para el transporte público, incorporación de ciclovías unidireccionales a nivel de calzadas, amplias veredas y ensanches del bandejón central para permitir áreas de descanso y de paseo.

Además, se incluye el desarrollo de tres hitos urbanos correspondientes a grandes áreas verdes, que incluirán juegos infantiles, mobiliario urbano y edificaciones comunitarias, además de un nuevo parque denominado “Los Presidentes” que constará con paisajismo, equipamiento urbanos, canchas de juegos, zonas de baños públicos, espejos de agua, etc.

En total el nuevo proyecto aportará con aproximadamente 100.000m² de áreas verdes.

Plazo de la concesión: máximo 540 meses (45 años) (Abril 2063)

LOS TÚNELES DE LA VÍA EXPRESA

La obra que está siendo ejecutada por la constructora Gesvial, corresponde a una solución vial expresa, cuya construcción se realizará en forma completamente subterránea, similar a un túnel minero. Se ejecutan 2 túneles paralelos ubicados en su mayor parte en forma paralela y bajo la Línea 4 del Metro.

Los túneles mineros de las vías expresas tendrán tres pistas por sentido, con una capacidad máxima de 12 mil vehículos por hora, su velocidad de operación será de 80Km/h lo que permitirá reducir tiempos de viaje, accidentabilidad y la alta congestión que se produce hoy en la superficie.

SEGURIDAD Y MONITOREO

Los túneles de las vías expresas y ramales contarán con un alto estándar de control y seguridad, compuestos por una sala de control donde se recibirán todos los datos que emitirán los sensores de velocidad, de emisión de gases y opacidad, y de galibo, complementados con señalización estática y variable, cámaras de CCTV, megafonía y sistema SOS.

Los controladores señalados podrán, en caso de accidentes o incendios, iniciar las evacuaciones de las personas a través de las salidas de emergencia entre túneles de las vías expresas o a través de una emergencia. En el caso de incendios se accionarán los ventiladores horizontales (Jet Fant) de los túneles expresas y los ventiladores verticales ubicados en los piques de ventilación siendo los humos rápidamente evacuados al exterior y el fuego será controlado por una red húmeda compuesta por gabinetes con mangueras cada 50 m y conexiones para mangueras de bomberos cada 250m.

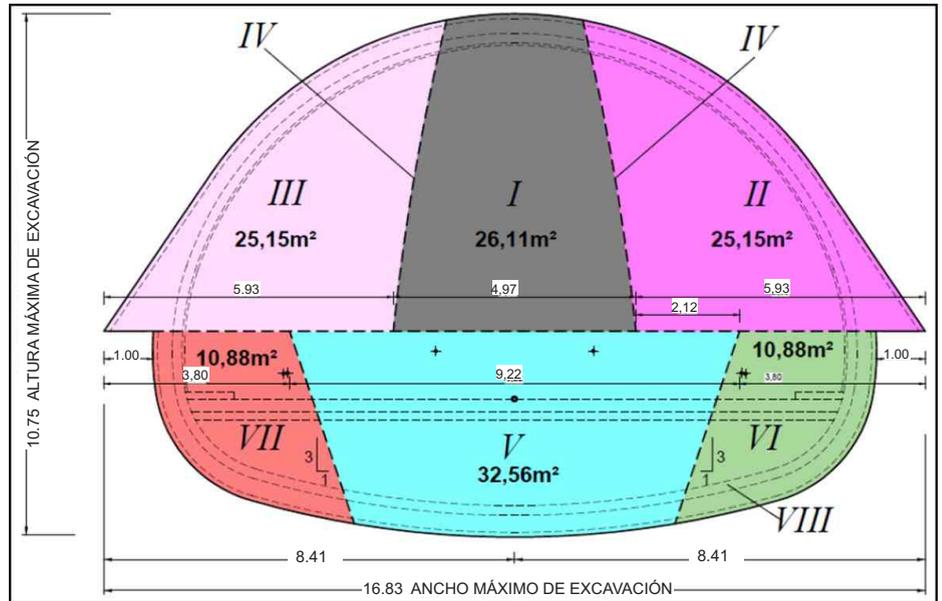
LA CONEXIÓN A LOS TÚNELES

El acceso a los túneles expresas será a través de seis ramales, estos corresponden a tres de entradas y tres de salida, construidos principalmente con el sistema de túnel minero, y en su conexión a la superficie, mediante túneles falsos o trincheras. Cabe indicar que a diferencia de otras vías urbanas, AVO II tendrá un sistema de pago por kilómetro efectivamente recorrido mediante sistema free-flow, con control de entrada y salida.

Los túneles serán subterráneos y se emplazarán en suelos blandos, es decir, no será necesario el uso de explosivos para su excavación. Estos serán construidos con el método NATM, que consiste en una excavación cuidadosa y por etapas: bóveda, banco y contrabóveda (si se requiere).

El método NATM -también utilizado ampliamente por las obras de Metro de Santiago en la construcción de sus líneas subterráneas- ocupa maquinaria convencional para la excavación (retroexcavadora y cargadores frontales), con un diseño de sostenimiento basado en el uso de marcos metálicos junto con una capa de hormigón proyectado reforzado con fibraestructural.

El revestimiento final se realizará con hormigón proyectado instalando previamente una doble malla electrosoldada de refuerzo, terminando con una capa expuesta (últimos 6 cm) de hormigón proyectado con microfibra de polipropileno que permite la protección contra incendios.



OBRAS QUE CONTEMPLA EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE TÚNELES MINEROS

Los túneles mineros se diseñaron para 3 pistas (troncal) y 4 pistas en la unión con los accesos en que se adiciona una pista de aceleración o frenado. En suelos de grava, las secciones son 95,8 m² y 127,71 m², respectivamente con anchos de 14,4 m y 17,14 m.

En el caso de suelos finos (conos deyección), para lograr la estabilidad de la sección, se adiciona una contrabóveda y las secciones son 130,73 m² y 154,49 m², respectivamente, con anchos de 14,4 m y 17,24 m respectivamente.

Existen además dos estructuras especiales para conectarse con el proyecto de AVO I, ya que se debe unir los 2 pisos que trae esta concesión a los 2 túneles mineros horizontales y paralelos con los que continúa AVO II.

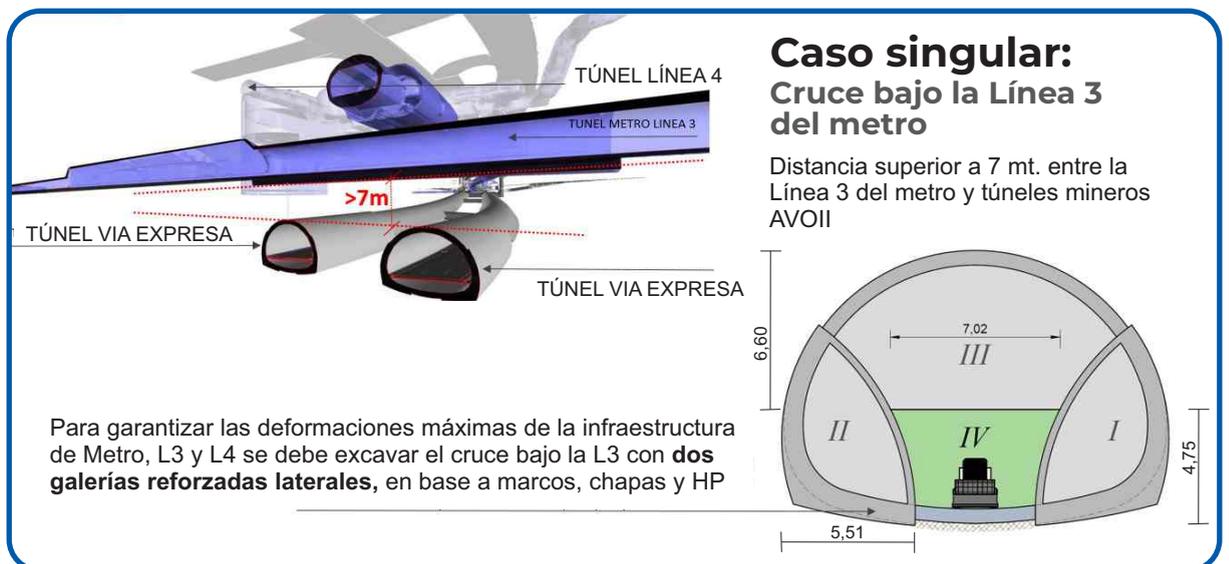
Estas corresponden, en primer lugar, a un tramo denominado "Túnel híbrido" cuya parte superior se desarrolla como túnel minero (método NATM) y la parte inferior como un túnel falso o trinchera, posteriormente, al aumentar la sección para separar y generar los túneles mineros paralelos, se ejecuta una estructura de grandes dimensiones utilizando el proceso constructivo denominado "Túnel Alemán Modificado", basado principalmente en galerías laterales desde donde se ejecutan pilas de refuerzo y una galería de clave desde donde se excavan costillas continuas que conformarán una gran cúpula de refuerzo en base a hormigón armado que soportará la excavación bajo ella.

SOBRE QUE TIPO DE SUELOS SE TRABAJARÁ EN AVO II

Los suelos por donde se excavarán los túneles mineros de AVO II serán principalmente gravas de primera depositación los primeros 2,2 km y después serán suelos mixtos (Gravas 1ra depositación y conos deyección), los siguientes 1,8 km y los 1,2 km restantes se sitúan principalmente en conos deyección compuestos por una mezcla de gravas y materiales finos.

Habrán casos especiales de refuerzo como en los cruces de los túneles bajo la Línea 3 del Metro, donde se contempla un refuerzo de las estructuras de los túneles de AVO II.

Vea la siguiente imagen.



Otro caso especial es el sector donde emergen a la superficie los túneles de las vías expresas para unirse a la Autopista Américo Vespucio Sur, en donde se debe proteger el túnel de la cercanía que presentan con la Línea 4 del Metro.
Vea la siguiente imagen.

Para garantizar las deformaciones máximas de la infraestructura de metro L4, y adicional al refuerzo de la doble pantalla de micropilotes a ejecutar desde la superficie, se deberá excavar según la secuencia descrita y en base a sostenimiento con marcos pesados HEB-120, malla Acma y HP

**Caso singular:
 Salida autopista Vespucio Sur**

Para disminuir las deformaciones que afectan a la Línea 4 del Metro, el diseño considera ejecutar previo a las excavaciones de los túneles, un refuerzo con **doble pantalla de micropilotes**

De igual forma, en el caso de ejecución de pilotes, del total de 1.267, se ejecutarán 400 de forma manual para cumplir con las exigencias ambientales impuestas por la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto, concretamente se trata de una medida ambiental definida para minimizar la generación de vibraciones por una máquina pilotera a las edificaciones vecinas que se ubican a menos de 23 metros de distancia.

Agradecemos al Grupo Costanera S. A. y a la Sociedad Concesionaria Américo Vespucio Oriente II por las facilidades brindadas



Tipos de maquinarias en AVO II

La maquinaria por utilizar en la excavación de túneles serán las convencionales, retroexcavadora, martillo neumático en caso de presencia de piedras de gran tamaño, y cargadores frontales para el manejo del material de excavación. Para el caso de la superficie, con el objeto de mitigar ruidos y vibraciones, se utilizará maquinaria con ruedas neumáticas y de bajas vibraciones, en todas aquellas obras que se encuentren a menos de 23 m de edificaciones.



SOLUCIONES PARA LA MINERÍA SUBTERRÁNEA

Nuestro portafolio incluye:



Aditivos para concreto lanzado

Acelerantes de fraguado, superplastificantes, reductores de agua y modificadores de viscosidad.



Lanzadores manuales de shotcrete

Para la proyección de concreto lanzado en secciones mineras, taludes y más.



Escáneres láser

Para la medición del espesor de shotcrete aplicado en la sección del túnel.

RUC 20546357377 | QSI PERÚ S.A.

*Imágenes referenciales

Los Bronces Integrado

Fase subterránea del proyecto de **Anglo American**

ANGLO AMERICAN PRODUJO EL 2023 826,000 TON. DE COBRE, ADEMÁS ES PRODUCTOR DE NÍQUEL, METALES DEL GRUPO DEL PLATINO, DIAMANTES (A TRAVÉS DE DE BEERS), MINERAL DE HIERRO Y CARBÓN METALÚRGICO



El proyecto “Los Bronces integrado” ubicado a 65 kilómetros de Santiago, considera una inversión de US\$ 3,300 millones y dará continuidad operacional a los más de 150 años de minería en la cordillera de Lo Barnechea, su diseño nace tras 6 años de estudios científicos y tres años donde Anglo American impulsó un proceso de diálogo con las comunidades vecinas, autoridades, organizaciones no gubernamentales y universidades, entre otros. Este proceso permitió identificar los criterios de sustentabilidad con que fue diseñado el proyecto.

¿Cómo está conformado el proyecto?

El proyecto está conformado por tres áreas uno de continuidad operacional del actual tajo, otro nuevo de minería subterránea sin impacto en la superficie ni glaciares y una tercera tendiente a repotenciar el agua recirculada con que cuenta actualmente la operación.

El proyecto Los Bronces Integrado implica reemplazar parte del mineral extraído actualmente por otro de mayor contenido de cobre, con el fin de sostener los niveles de producción en el tiempo y mantener la vida útil de la mina hasta el año 2036. Se trata entonces de un proyecto de reemplazo, que utilizará la misma capacidad de plantas y de depósito de relaves que emplea actualmente Los Bronces, sin incorporar más aguas frescas a los procesos.

La incorporación de tecnologías, la innovación y la digitalización en los procesos mineros ha sido fundamental

Características del área 2: la mina subterránea

Está ubicado a 5 km. Al sur-este del tajo actual, bajo el santuario yerba loca. La extracción se hace mediante caserones que luego se rellenan con roca y cemento para mejor estabilidad.

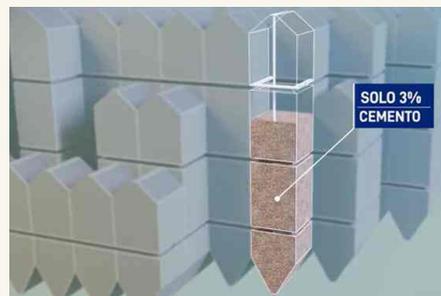
El acceso a la mina subterránea será a través de túneles con entrada y salida al actual tajo de Los Bronces, sin contacto con la superficie. La fase secundaria operará en roca primaria impermeable a una profundidad promedio de 660 metros de la superficie, siendo el punto más próximo a 170 metros, el método de bloques con rellenos, fue el seleccionado y será usado por primera vez a gran escala en Chile.

Este método se ha aplicado con éxito en España, Suecia, y Canadá y permitirá desarrollar minería en la zona central de Chile, sin afectar los glaciares ni la biodiversidad presente en este territorio. Al utilizar este método se deja sin extraer alrededor del 30% del mineral disponible para asegurar la estabilidad de la superficie



La explotación se inicia quebrando secuencialmente el mineral de cada bloque vertical, desde este punto se extrae el mineral mediante cargadores frontales que lo trasladan hasta una correa transportadora en el nivel inferior de la mina, desde ahí el mineral es llevado a través de un túnel hasta una planta de procesamiento existente hoy en Los Bronces.

Una vez que el bloque ha sido explotado se inicia el proceso de relleno realiza desde la parte superior con una mezcla principalmente de roca estéril con solo 3% de cemento, finalmente se clausura para asegurar la estabilidad.



La tercera área de Los Bronces integrado

Esta área del proyecto en Los Bronces considera el repotenciamiento del agua recirculada, estas obras permiten cumplir con el criterio de no utilizar más agua fresca en el proceso y se ubicarán fuera del santuario de la naturaleza los nogales. No se consumirá más agua de lo autorizado por las autoridades ambientales, y no afectar la disponibilidad hídrica de la región.

Esto se logrará repotenciando el sistema de recirculación de agua, permitiendo su reutilización y reciclaje de aguas que hoy supera el 85%.

Anglo American e hitos del tercer trimestre de 2024

La producción de cobre se encuentra en vías de cumplir con los pronósticos de todo el año y registró una disminución de 13 % en el trimestre, debido a la detención temporal prevista de la planta más pequeña y costosa de Los Bronces, lo que fue compensado en parte por las mayores leyes de El Soldado. Se espera que la producción de Quellaveco en Perú aumente en el cuarto trimestre, a medida que mejoren las leyes y la recuperación.



Confirman a Finlandia como invitado especial

Expomin 2025, el mayor evento minero de América Latina, continúa trabajando a toda máquina para una nueva versión y de la mano de una importante confirmación: Finlandia será el país invitado especial. El próximo año la feria y congreso internacional de minería se realizará una vez más en Espacio Riesco y promete ser un referente para la industria a nivel mundial, destacando innovaciones tecnológicas y prácticas sostenibles que están transformando la minería.

El director ejecutivo de Expomin, Francisco Sotomayor, celebró este acuerdo y subrayó la relevancia de la colaboración con Finlandia para elevar el estándar de la industria minera. "La presencia de Finlandia en Expomin 2025 es una oportunidad extraordinaria para nuestra feria y para la región. Estamos hablando de un país que ha sabido integrar la

tecnología y la sostenibilidad en su ADN minero, y su participación como invitado especial es un reflejo de los valores y el camino que queremos para la minería del futuro", afirmó Sotomayor.

"Queremos que nuestros visitantes conozcan de primera mano cómo Finlandia ha logrado balancear innovación con compromiso ambiental. Estamos emocionados de recibir a empresas finlandesas de renombre y ofrecer un espacio donde puedan compartir su experiencia y conocimiento con la región y el mundo. Sin duda, su presencia enriquecerá enormemente esta edición de la feria", añadió el también CEO de GL events Chile, organizador de la feria junto a Fisa.

La exhibición organizada por Fisa del Grupo GL events, dio a conocer hace unos meses que Espacio Riesco, ubicado en la comuna de Huechuraba, volverá a ser sede del evento minero más importante de la región del 22 al 25 de abril del 2025. Expomin en su versión del 2023 congregó a 1.270 expositores y, durante sus 4 días de funcionamiento, recibió en total a 58.052 de visitantes.

El venue cuenta con una superficie total de 120.000 m² y recibe anualmente todo tipo de actividades públicas y privadas, así como reuniones y encuentros de pocas personas, hasta ferias, espectáculos, cumbres gubernamentales o congresos internacionales.

INFORMES: www.expomin.cl

FIBRAS SINTÉTICAS ESTRUCTURALES DE ALTO PERFORMANCE

REEMPLAZANDO EL ACERO EN EL HORMIGÓN

BarChip Inc.

The Synthetic Fibre Experts



**NUESTRAS FIBRAS HAN
REFORZADO MÁS DE**

**10 MILLONES DE M2 DE
PISOS INDUSTRIALES**

**MÁS DE 20 AÑOS REFORZANDO
PREFABRICADOS**

MÁS DE 5,000 KM EN TUNELERÍA

**1,000 KMS. DE PAVIMENTOS
PARA CARRETERAS**

**ÚNICA FIBRA
SINTÉTICA QUE MANTIENE EL**

99.8%

**DE SU CAPACIDAD DE CARGA
DESPUES DE AÑOS DE
EXPOSICIÓN**

Haz el cambio a un
mejor sistema de refuerzo
para el hormigón
Marcamos una diferencia
en **calidad y servicio**

Fono: +511 4389560
Email: Oficinaperu@barchip.com

BarChip
WWW.BARCHIP.COM



Establecen el flujo de trabajo BIM para nueva línea ferroviaria de alta velocidad en Alemania

La consultora Prof. Quick und Kollegen ha desarrollado una nueva línea de tráfico de alta velocidad en Alemania y explora la viabilidad geotécnica de los túneles entre Gelnhausen y Fulda. Los diseñadores se enfrentaron a múltiples desafíos para crear sus modelos geotécnicos en 3D.

A fin de responder a las necesidades relacionadas con el aumento del 30 % en la cantidad de pasajeros previsto para 2030, se construirá una nueva línea de doble vía para un tráfico de hasta 240 km/h entre las ciudades de Gelnhausen y Fulda, al noreste de Fráncfort.

Deutsche Bahn Netz AG le encomendó a la consultora especializada en ingeniería civil y geotécnica, Prof. Quick und Kollegen, que determinara la mejor opción para la ruta ferroviaria y explorara la viabilidad geotécnica de los túneles, y, a su vez que protegiera al medioambiente y a la comunidad local.

“Llevamos a cabo una investigación del subsuelo para dos posibles rutas, de aproximadamente 50 kilómetros cada una, con aproximadamente 2/3 del total de 100 km. atravesando túneles”, indicó Thomas Schneider, geólogo de Prof. Quick und Kollegen.

Debido a los múltiples y complejos desafíos de subsuelo, datos y coordinación para crear sus modelos geotécnicos en 3D que enfrentaban, Schneider y el equipo transformaron la necesidad de flujos de trabajo BIM en un entorno de datos conectado y colaborativo.

Con las operaciones PLAXIS y Leapfrog Works de Bentley y Seequent, construyeron un modelo del suelo en 3D para desarrollar un entendimiento común desde el que realizaron cálculos geotécnicos precisos.

“Con la innovadora tecnología integrada de modelado del suelo en 3D de Bentley y Seequent, todo nuestro proyecto puede alcanzar el más alto nivel posible de productividad, eficiencia y seguridad con las mejores soluciones ecológicas y económicas”, aseguró Schneider.

MÉTRICAS RÁPIDAS:

- La línea de alta velocidad (hasta 240 km/h) se ocupará del 30 % más de pasajeros que se prevé para 2030.
- Dos tercios de los aproximadamente 100 kilómetros de las opciones de ruta investigadas atraviesan túneles.
- El túnel más largo entre Schlüchtern y Mittelkalbach recorre una distancia de 9.5 kilómetros.
- Se exploraron más de 100 perforaciones, se crearon 15 capas litológicas, entre ellas un sistema de fallas de 88 bloques.

CREACIÓN DE UN FLUJO DE TRABAJO DIGITAL BIM PARA DEFINIR LA VIABILIDAD GEOTECNICA DE LOS TÚNELES

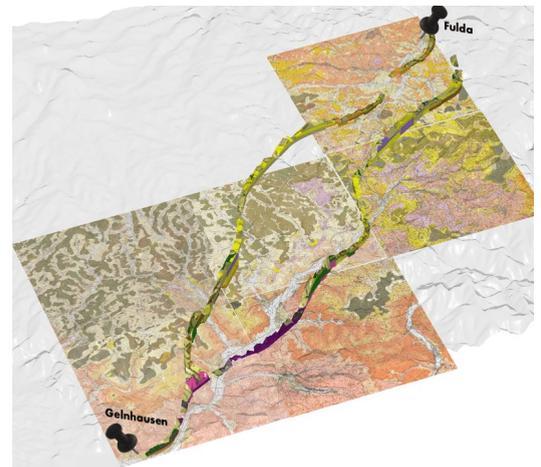
Con un enfoque en la viabilidad geotécnica de los túneles, la exploración del subsuelo que hizo Prof. Quick und Kollegen implicó la coordinación y evaluación de múltiples fuentes de información, entre las que se cuentan perforaciones, estudios geofísicos, pozos y pruebas de laboratorio.

“Mediante nuestras investigaciones de campo y registros de archivo oficiales, obtuvimos buenos conocimientos geológicos que nos ayudaron a comprender el subsuelo del área de nuestro proyecto. Sin embargo, esta información solo estaba disponible en formato 2D y, a menudo, solo se veía de forma aislada», dijo Schneider.

Una razón fundamental para elegir la tecnología 3D de Bentley y Seequent fue que permitió al equipo digitalizar la exploración de más de 100 perforaciones y crear 15 capas litológicas a través de un sistema de fallas increíblemente complejo.

“Representar con precisión ese complejo subsuelo para que abarque los 88 bloques de falla era una de las principales preocupaciones de nuestro equipo. No estábamos seguros de que algún software, incluso Leapfrog Works, tuviera las capacidades necesarias, pero nos entusiasamos mucho descubrir que las tenía, y los equipos de Bentley y Seequent trabajaron en estrecha colaboración con nosotros para abordar este desafío explicó Schneider.”

“Con Leapfrog pudimos vincular las capas tectónicas con nuestros perfiles geológicos para verificar la información que se obtuvo del sondaje y las investigaciones geofísicas, al tiempo que prestamos especial atención a todas las líneas de falla que interactúan con nuestras líneas ferroviarias”, comentó.



El equipo creó un flujo de trabajo digital utilizando las soluciones de Bentley y Seequent para modelar dos opciones de líneas ferroviarias de aproximadamente 50 kilómetros de longitud, desde Gelnhausen hasta Fulda, en Alemania

Este tema fue dictado en el Congreso Tunnel & Mining 2024 en Lima siendo los autores: Thomas Schneider de la consultora Prof. Quick und Kollegen, Germany. Lucas Torres e Ignacio Escudero de Seequent, Chile



Ingeniero Oscar A. Vardé
 Presidente de AATES
 Presidente Honorario de la Academia Nacional de Ingeniería. Académico Titular desde 1987
 Académico Correspondiente de la Academia de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires
 oavarde@gmail.com

Evolución de la tunelería en la Argentina

La creación de AATES

Es un hecho conocido y aceptado el crecimiento exponencial en el mundo en la construcción de túneles y obras subterráneas. Son innegables las mejoras que significan estas obras en el crecimiento de la sociedad demandante, bajo exigentes condiciones, en las áreas de transporte y conectividad, en saneamiento, en protección de eventos hídricos y otros, asociados a la calidad y protección del ambiente.

LA TUNELERÍA MECANIZADA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES.

Para la ejecución de estos proyectos ha sido de enorme importancia el aporte de la industria, que ha suministrado equipamiento y servicios de provisión de productos calificados en constante progreso y desarrollo. Sin ellos no hubiera sido posible la realización de importantes obras efectuadas en áreas urbanas, con interferencias subterráneas existentes sensibles y de alta densidad poblacional.

Precisamente en la ciudad y el área metropolitana de Buenos Aires hace 30 años, en 1995, se inició una serie de obras importantes de tunelería empleando equipos mecanizados de excavación y sostenimiento.

Tuve la oportunidad de participar en la mayoría de ellas comenzando con la obra del Río Subterráneo Saavedra-Morón, conducción de agua potable realizada por Aguas Argentinas, concesionaria en aquél entonces de Obras Sanitarias de la Nación. Un comienzo al que siguieron otros proyectos de magnitud.

OBRAS SIGNIFICATIVAS

A partir de 1995, se efectuaron, aplicando la técnica de construcción con equipos mecanizados de última generación, una serie de obras importantes en el área metropolitana:

Para la provisión de Agua Potable, AySA, Aguas y Sanemiento, construyó el túnel de conducción entre Escobar – Machwitz, de 15 km de longitud, parte de un complejo de tratamiento de agua y

distribución que beneficia a millones de usuarios del gran Buenos Aires.

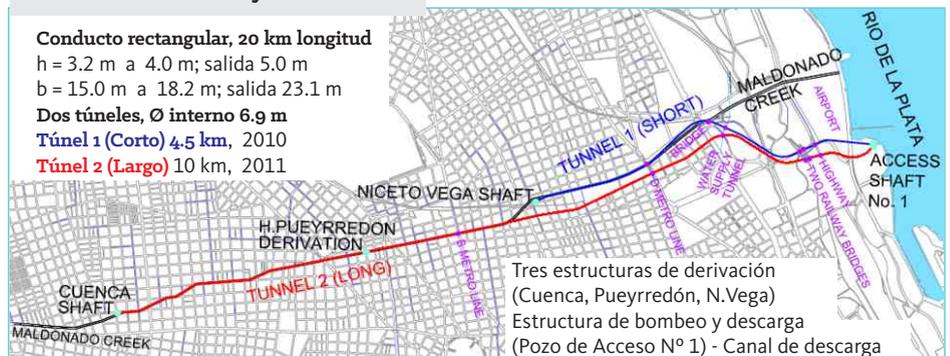
Para el control de inundaciones urbanas en la ciudad de Buenos Aires, el Gobierno de la Ciudad construyó los túneles aliviadores de los arroyos Maldonado y Vega que eran afectados por lluvias de moderada intensidad con daños significativos frecuentes en áreas densamente pobladas de la ciudad, como parte de un Plan Hidráulico destinado a

suplir los viejos conductos existentes. Su aporte fue significativo con exitosos comportamientos.

El arroyo Maldonado fue entubado durante la primera mitad del del siglo XX, fue diseñado por OSN en 1918 y construido entre 1929 y 1940. Esta obra tuvo las siguientes interferencias como el Aeropuerto Jorge Newbery, una autopista, tres puentes ferroviarios, una autopista, dos líneas de subte (“B” y “D”), el Arroyo Maldonado existente y un río subterráneo.

Aliviadores del Arroyo Maldonado

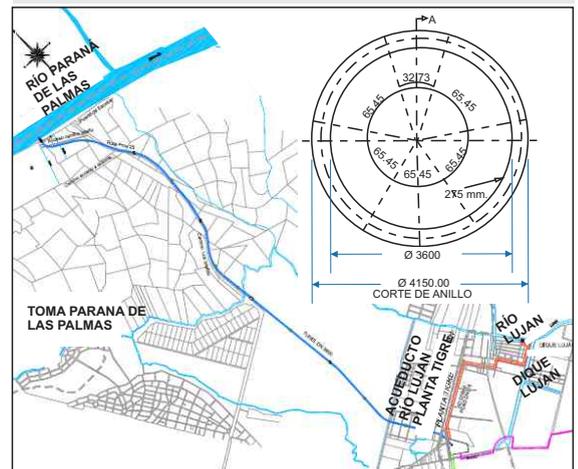
Conducto rectangular, 20 km longitud
 h = 3.2 m a 4.0 m; salida 5.0 m
 b = 15.0 m a 18.2 m; salida 23.1 m
 Dos túneles, Ø interno 6.9 m
 Túnel 1 (Corto) 4,5 km, 2010
 Túnel 2 (Largo) 10 km, 2011



Túnel de conducción entre Escobar – Machwitz

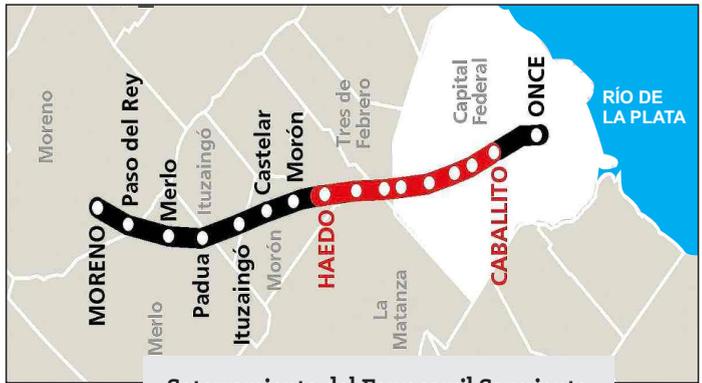


Río Subterráneo Saavedra-Morón



Aliviador Vega

Túnel de 2.5 km. - Método convencional
5.9 km. de túnel con una TBM
15 ramales secundarios de 10 Km.



Soterramiento del Ferrocarril Sarmiento

El Aliviador Vega es un conducto que permite combatir las inundaciones en el barrio de Belgrano debido a lluvias constantes de casi 2 horas. Los tramos de 5,9 y 2,5 kilómetros, respectivamente, con diámetros de 5,3 y 3 metros, y un pozo de descarga de 35 metros de diámetro y 25 de profundidad) a un costo aproximado de 289 millones de dólares.

En el área Transporte, la obra de mayor importancia es el Soterramiento del Ferrocarril Sarmiento, que implica mejoras substanciales en transporte de la zona Oeste del Gran Buenos Aires, entre Haedo y la terminal de Plaza Once. Se han construido 9 km de túnel, con los trabajos interrumpidos por razones financieras en la actualidad.

En el área Saneamiento sin duda el aporte más importante fueron las obras del Plan Riachuelo, prácticamente concluidas, efectuadas por AySA.

cuenca y las condiciones sanitarias a lo largo de las márgenes del Río de la Plata, así como suministrar una solución a largo plazo y para la disposición segura de las aguas residuales de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

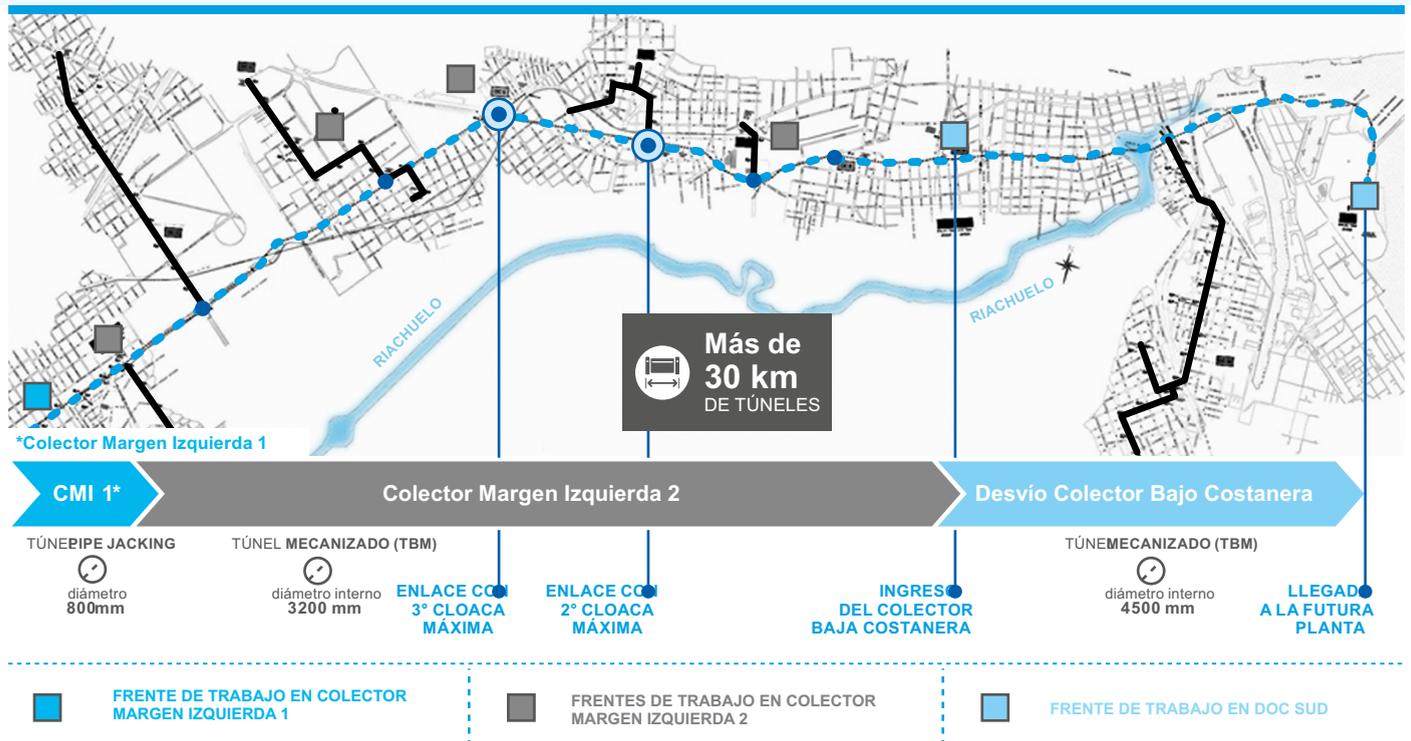
Está integrado por las Obras del Colector de Margen Izquierda del Riachuelo, que incluye túneles de diámetros crecientes del orden de más de 30 km. y el Emisario del Río de la Plata, que se desarrolla 12 km para el control de efluentes.

El río Matanza-Riachuelo, experimenta una transformación histórica, la cuenca de 2.000 km² alberga al 10% de la población argentina conformado por 14 municipios circundantes y gracias a la implementación de un plan integral de saneamiento, con muchos desafíos en la ejecución de la obra la cuenca esta alcanzando un hito histórico y los testeos para su operación están en marcha. La obra, a cargo de la empresa estatal AySA (Aguas y Saneamientos Argentinos), permitirá ampliar la capacidad de transporte, tratamiento y disposición de efluentes que representan el 70% de la contaminación de la cuenca.

En esta última se introdujeron mejoras en el proyecto original y el uso de difusores efectuados desde el túnel mismo introducidas por el Contratista liderado por Salini-Impregilo, que recibió un Premio Internacional de la ITA en el Capítulo de Innovación Tecnológica.

Estas obras y otras en vías de ejecución, han sido de enorme importancia en la sociedad, en el mundo ingenieril y en la industria en nuestro medio.

El Proyecto de Desarrollo Sustentable de la Cuenca Matanza Riachuelo tiene por objetivo mejorar la calidad ambiental de la



Fundación de la Asociación Argentina de Túneles y Espacios Subterráneos-AATES

Miembro de la International Tunnelling and Underground Space Association-ITA

La realización de obras importantes generó el interés de profesionales que a partir de la realización del 2do. Seminario Internacional de Túneles y Aplicaciones ITS en Buenos Aires constituyeron la Asociación con 35 miembros como fundadores, que me honraron al nombrarme Presidente.

A partir de su fundación AATES ha desarrollado una actividad continua con el objetivo de difundir el conocimiento y la capacitación en un medio propicio para su evolución en la tunelería. AATES además de cursos breves dictados por sus asociados ad-honorem a varias instituciones del estado y privadas, organiza anualmente Jornadas sobre temas de interés que cuentan con numerosa asistencia e interés.

La última Jornada, N° 14, celebrada recientemente con el lema: "Elementos Tecnológicos Esenciales en la Construcción de Obras Subterráneas", fue dedicada esencialmente a reconocer el rol importante que implica el aporte de la industria a estas obras.

Los expositores y representantes de empresas reconocidas en el medio tuvieron la posibilidad de exponer sus recientes desarrollos y capacidades. También contribuyeron especialistas internacionales de varios países y distinguidos colegas. También, como es nuestra práctica, se dedicó un espacio a la minería subterránea que está evolucionando en el mundo en forma sostenida y creciente. Sin duda, el uso del espacio subterráneo en las explotaciones mineras tiene un futuro potencial en nuestro país y en la región.



Nuestro interés ha quedado plasmado en la edición conjunta entre la Academia de Ingeniería y el Centro Argentino de Ingenieros, mediante una publicación especial el año 2021, abarcativa en el uso de las buenas prácticas en la minería.

Produjo gran interés en la comunidad: "LA MINERÍA EN LA ARGENTINA-Contribuciones de la Ingeniería para su Desarrollo Sostenible." Esta publicación se encuentra disponible en forma digital y libre acceso para los interesados. Es nuestro propósito seguir mejorando nuestras capacidades en todas las áreas involucradas en la construcción de obras subterráneas a partir del conocimiento y la difusión, de vital importancia en el mundo actual.



CONTACTO:

Tel: +54 11 4372-3519 / 4371-5759

E-mail: administracion@aates.org.ar

Web: www.aates.org.ar

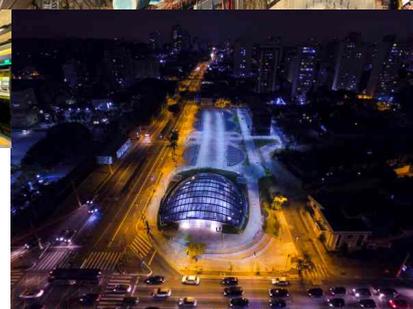


Ingeniería de valor para tu proyecto

El tamaño y los conocimientos del Grupo nos permiten cubrir todas las disciplinas de la ingeniería moderna. Desde la A de Australia hasta la Z de Zúrich, se puede realizar cualquier tarea, con el objetivo de ofrecer las mejores soluciones posibles.



Visita nuestro perfil de LinkedIn





El Anillo Vial Periférico

Adjudican en Lima obra por USD 3,400 M.

>> Lima, con 11 millones de habitantes es la tercera parte de la población en Perú. En Lima se espera la ejecución de las Líneas 3 y 4 del Metro, la Línea 2 puede concluir el 2028 y la Línea 1 atiende solo a Lima Este y Lima sur. El anillo vial tan esperado aliviara enormemente el tránsito vehicular.

Resulta un paso trascendental, que el 12 de noviembre de 2024, la Agencia de Promoción de la Inversión Privada – PROINVERSIÓN propició la firma del contrato que inicia la ejecución del Anillo Vial Periférico (AVP), entre el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y el consorcio adjudicatario, megaproyecto que beneficiará a 4.5 millones de personas de Lima Metropolitana y el Callao.

La adjudicación

El proyecto cierra el proceso de adjudicación, realizado en abril de 2024 al consorcio español Anillo Vial Periférico (integrado por Cintra, Acciona y Sacyr), y tendrá un costo total de US\$ 3400 millones (inversión US\$ 2300 millones y otros gastos US\$ 1100 millones) en Asociación Público – Privada (APP) por 30 años para la construcción, financiamiento, operación y mantenimiento de una moderna autopista de 34.8 km de longitud que interconectará 11 distritos de Lima Metropolitana y el Callao.

Los tramos del anillo vial

La moderna vía facilitará la interconexión con la Panamericana Norte y Sur y la Carretera Central, y permitirá un acceso eficiente al puerto del Callao, Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Puerto de Chancay y al futuro Parque Industrial de Ancón, mejorando la productividad y competitividad del país.

El proyecto vial consta de tres tramos.

El primero (8.7 km), se iniciará en el óvalo de las 200 millas en la Provincia Constitucional del Callao y llegará hasta la Panamericana Norte (Óvalo del Naranjal);

el segundo (15.1 km), va desde la Panamericana Norte hasta la Av. Ramiro Prialé;

y el tercer tramo (11 km) desde la Av. Ramiro Prialé hasta la Av. Circunvalación (San Luis).

La eficiencia de la moderna vía permitirá reducir, por ejemplo, el tiempo de viaje desde Ate Vitarte hasta Independencia de 60 a 15 minutos, de Ate Vitarte a San Juan de Lurigancho a 10 minutos y de San Juan de Lurigancho a Independencia en 5 minutos.

La ejecución del proyecto generará 70 mil empleos directos e indirectos en su construcción y otros 20 mil en la fase de operación y mantenimiento. Asimismo, incrementará la actividad económica y mejorará la competitividad de Lima y Callao, y el país.

Gracias al proyecto también se construirá y/o mejorará aproximadamente 30 kilómetros de vías alternas o laterales, para que los ciudadanos puedan circular sin efectuar ningún pago (peaje).

El acto de firma del contrato de concesión contó con la participación del presidente del Consejo de Ministros, Gustavo Adrianzén; el ministro de Transportes y Comunicaciones, Raúl Pérez Reyes; el viceministro de Economía del Ministerio de Economía y Finanzas, Carlos González; y director ejecutivo de PROINVERSIÓN, José Salardi.

EL AVANCE DE ADJUDICACIÓN DE OTROS PROYECTOS DE PROINVERSION

El 18 de octubre de 2024, ante inversionistas del rubro infraestructura, el director ejecutivo de la Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PROINVERSIÓN, José Salardi, anunció que la agencia espera cerrar diciembre con adjudicaciones por USD 11,396 millones acumulados en el período 2023-2024, lo que permite cerrar brechas en electricidad, transportes, salud, telecomunicaciones y minería, entre otros.

Durante el evento Perú Sustainable Social Infrastructure & Clean Energy 2024, Salardi refirió que el balance esperado para 2024 sobrepasará US\$ 8000 millones en adjudicaciones, resultado que superaría largamente los US\$ 2332 millones generados en 2023.

PROINVERSION EN EL NORTE DEL PERÚ - La concesión de la carretera Interoceánica Norte (IIRSA Norte) consiste en la construcción, rehabilitación, mejoramiento, conservación y explotación de los tramos viales del Eje Multimodal del Amazonas Norte del "Plan de acción para la Integración de Infraestructura Regional Sudamericana", por un periodo de 25 años. La obra posibilitará un impacto positivo en el crecimiento económico, inclusión social y el desarrollo de capacidades en seis regiones de Perú: Piura, Lambayeque, Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto.

El proyecto es un claro ejemplo de cómo las Asociaciones Público - Privadas (APP) pueden ser un mecanismo efectivo para la provisión de infraestructura y garantizar la continuidad en la prestación adecuada de servicios.

Se trata del primer proyecto vial en Perú concebido bajo un modelo de financiamiento mixto, recursos públicos y capital privado, con lo cual, la diferencia en los niveles de servicio entre las carreteras del norte del país y la IIRSA Norte es notable.



Con una extensión de 1041 kilómetros IIRSA Norte permite el cruce transversal del país en 14 horas, promoviendo la competitividad territorial y el crecimiento de las economías locales. Al 12 de octubre de 2024, la inversión comprometida asciende a USD 641.4 millones, de la cual se ha ejecutado

US\$ 616 millones, es decir, lleva un 96% de avance, según el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público - OSITRAN.



Optimiza tus Proyectos Mineros y de Túneles con Nuestra Suite de Softwares



Slide2



Slide3



RS2



RS3



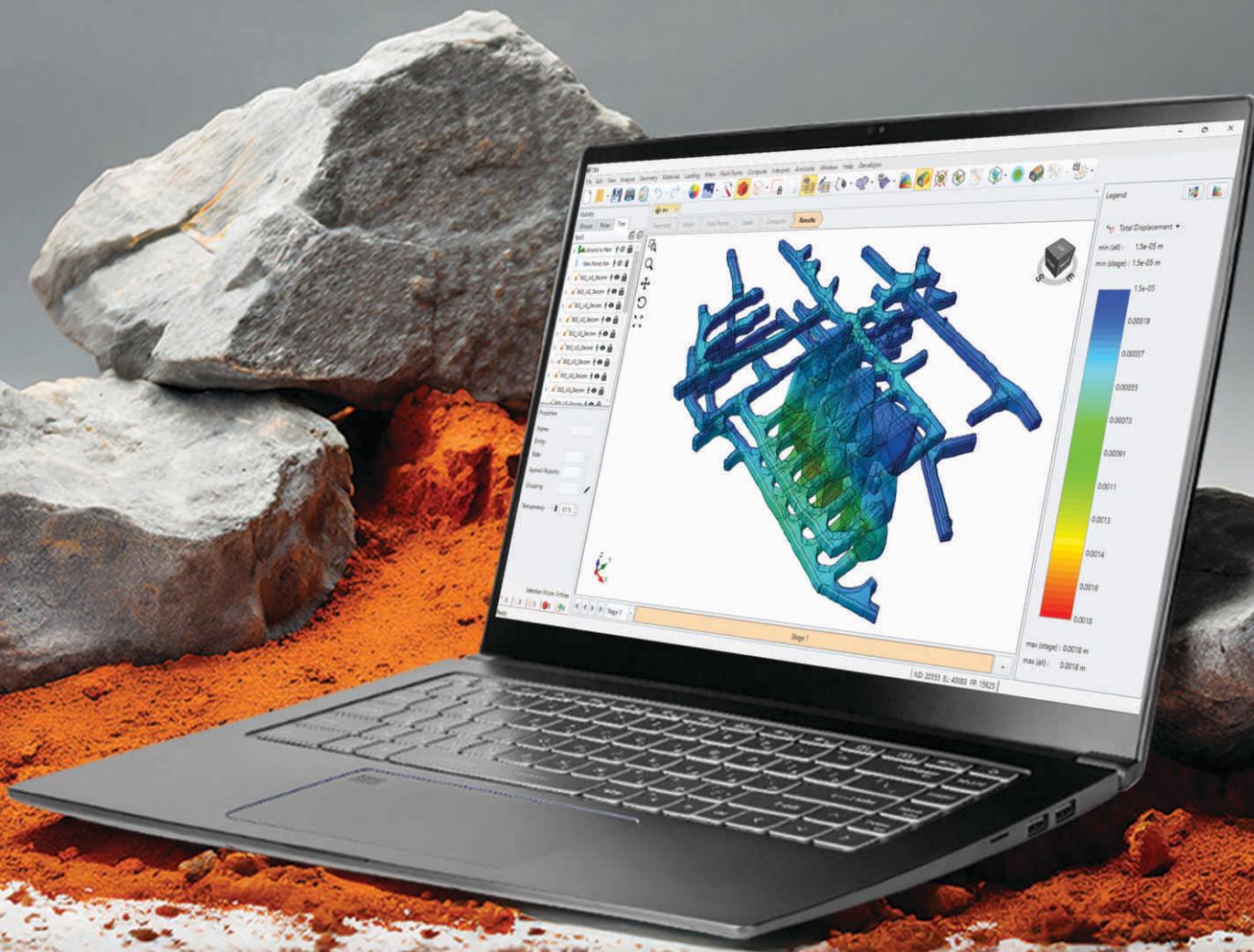
RSLog



RSData



RocFall3



3GSM de  rocscience

Optimiza productividad y seguridad en ingeniería de mecánica de rocas con innovadoras soluciones fotogramétricas para caracterización y optimización de voladura

Agradecimiento

ELITEMIN continúa abriendo lazos de amistad y brindando oportunidades y espacios para presentaciones académicas, investigaciones y generar negocios.

El XIII Congreso Latam Tunnel & Mining se desarrolló del 3 al 5 de julio del 2024, estuvo presidido por la ingeniera Carmen Deulofeu Palomas y el evento constituyó un gran reencuentro y donde destacaron valiosos temas dictado por prestigiosos ponentes, así como por representantes de instituciones como ProInversion, Cosco Shipping, El Ministerio de Energía y Minas, entre otros.

Por ello ELITEMIN y el Comité Organizador del XIII Congreso Latam Tunnel & Mining 2024, agradece a todos los participantes, conferencistas, auspiciadores y compañías participantes e instituciones por la confianza depositada. Algunos de ellos como CASTEM EIRL., es auspiciador de nuestros eventos, desde el 2007 de forma consecutiva.

Al finalizar las jornadas del evento, quedamos siempre con el compromiso de mostrar cada vez mejor el trabajo eficiente del diseño y construcción de túneles en obras de infraestructura, así como en las minas, actividad que siempre realizamos con gran entusiasmo.

El siguiente Tunnel & Mining se realizará del 2 al 4 de Julio del 2025 en la misma sede: Hotel Sol de Oro en Miraflores, Lima habiéndose extendido el área de exhibición. Saludamos a la empresa DOLENCO Tunnel Systems quienes en noviembre 2024 se han anotado como Auspiciador Plata para el 2025.

Exitoso evento!

AUSPICIADOR
PLATINUM



AUSPICIADORES
GOLD



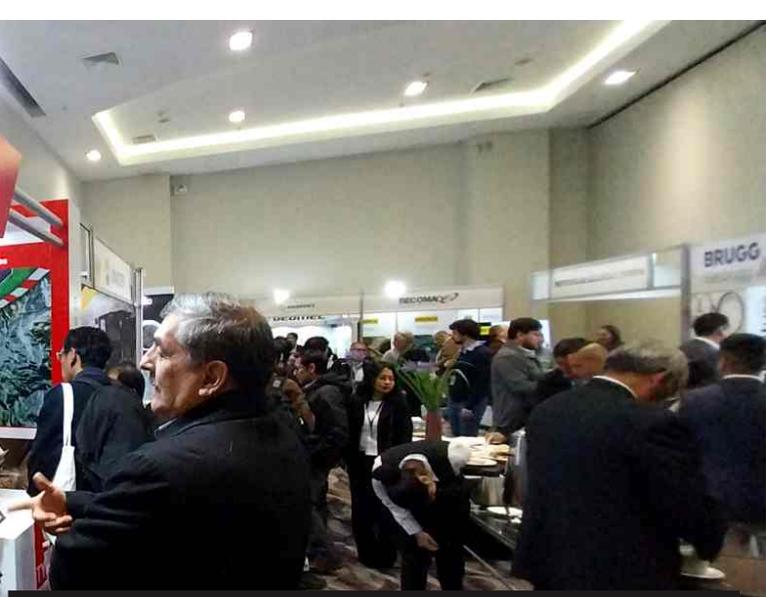
AUSPICIADORES
SILVER



PARTICIPANTES TUNNEL & MINING 2024









XIV CONGRESO LATAM

MINAS SUBTERRÁNEAS

TÚNELES VIALES

GEOTECH - BATERÍAS

EQUIPOS - MAQUINARIAS

**tunnel
mining**

2-4 Julio 2025

Auspiciador
Plata:

DOLENCO
Tunnel Systems

HOTEL SOL DE ORO
Lima - Perú

Trabajos técnicos y conferencias

I. Métodos subterráneos y gestión de minas

Túneles de exploración minera
y de transporte - Ventilación
Proyectos de rampas, piques, chimeneas
Mineroductos - Planeamiento
Geomecánica y mecánica de rocas en minas
El proceso de mina superficial a subterráneo

II. Túneles - Infraestructura

Túneles carreteros y en líneas de metro
Túneles y cavernas en centrales hidroeléctricas
Túneles de conducción de aguas, microtúneles

III. GeoTech Estabilidad de taludes

Aplicación en túneles, carreteras, viaductos
Monitoreo, instrumentación,
Voladura controlada
Pads de lixiviación, presas de relaves
Inteligencia artificial, softwares y modelamiento

IV. Baterías, maquinarias y equipos

Equipos para ventilación, instrumentación geotécnica
Equipos para perforación, voladura, sostenimiento
Maquinaria para minas y obras subterráneas

5 Razones claves para que asistas

- Conocer los avances del diseño y construcción **de minas subterráneas** y proyectos de **túneles**
- Contactar con **conferencistas destacados**
- Conversar con **directores de proyectos**
- Actualizarse sobre proyectos **mineros y de infraestructura en Perú**
- Obtener acceso a **Networking** y actividades sociales

Informes

E: info@elitemin.com
Telf.: +51 928045653
Elite Consulting SAC - ELITEMIN
www.elitemin.com

Inscripción

hasta el 31 de enero 2025

S/ 690 ó US\$ 190

Desde el 1 de febrero 2025

S/ 890 ó US\$ 230

Participa con los precios anticipados

Exhibición

58 stands disponibles
Reserva la mejor ubicación
para tu empresa desde ahora con el 30%

FECHAS

2 y 3 de julio
4 julio,

HORARIO

9 am.- 6 pm.
9 am.- 2 pm.

Stand	hasta 31 enero	desde 1 feb.
3x2 mt.	us\$ 1,900	us\$ 2,400
2x2 mt.	us\$ 1,390	us\$ 1,790

Incluye impuestos

Organizado por:

ELITEMIN
FUTURE MINING

0 vision
MINERA

Promovido por:

CIM THE CANADIAN
ICM INSTITUTE OF MINING
METALLURGY AND PETROLEUM **Perú**

ELITEMIN en Redes



Túneles carreteros en Colombia

Reflexiones en zonas de alta montaña con túneles versus la solución a cielo abierto

INTRODUCCIÓN

La Asociación Colombiana de Túneles y Obras Subterráneas-ACTOS es una asociación sin ánimo de lucro constituida en marzo del 2002. Desde su fundación y a la fecha se han realizado y programado 19 Seminarios con el propósito de divulgar los principales proyectos y obras, así como también los avances tecnológicos y científicos, que propicien la actualización de todos los asociados y colaboren en la formación de nuevos ingenieros, fomentar nuevos usos del espacio subterráneo que contribuyan tanto al crecimiento como al desarrollo integral de la nación. ACTOS además promueve publicaciones tanto de carácter científico y/o tecnológico y aquellas relacionadas con el planeamiento, diseño, asesoría, construcción, supervisión, mantenimiento y operación de túneles y obras subterráneas, buscando divulgar la experiencia y conocimientos de sus asociados, y entre otros objetivos difundir el conocimiento, que los túneles y las excavaciones subterráneas son estructuras seguras y de mínimo impacto ambiental y la construcción se realiza con métodos tradicionales de la ingeniería.

En Colombia las principales ciudades están emplazadas, sobre algunas de las tres cordilleras, y para superar su condición topográfica de alta montaña, y las experiencias históricas por los efectos adversos que tiene la solución de las vías a cielo abierto se hace necesario construir túneles conectados con viaductos sucesivos y en doble calzada en lo posible.

Dada su relevancia en el siguiente numeral se presentan los efectos adversos y de vulnerabilidad de las vías a cielo abierto con respecto a los generados por los túneles, la solución en túnel mejora sustancialmente la

conectividad entre las ciudades y puertos marítimos del país, menores costos, mayor seguridad, sostenibilidad ambiental, y mínima afectación a la movilidad de los usuarios.

TÚNELES VERSUS VÍAS A CIELO ABIERTO

El relieve montañoso colombiano es topográficamente muy accidentado y sísmicamente muy activo, en particular, por estar formado por los complejos movimientos tectónicos de las placas de Nazca hacia el occidente, la Placa Suramericana al oriente y la Placa Caribe al norte, nuestras tres cordilleras se elevan lentamente a lo largo de grandes fallas activas que las bordean, haciendo que las rocas presentes sean relativamente jóvenes, con gran actividad tectónica, condición que genera múltiples eventos sísmicos, incluso de alto grado.

Estas características geológicas con el hundimiento de algunas regiones y el levantamiento de otras, hacen que la caracterización de la geología colombiana sea compleja y difícil de predecir en el tiempo. Diseñar nuestras vías a cielo abierto como los túneles, requiere del estudio, investigación, conocimiento y consideración de esas características diferenciadoras de la geología y tectónica de nuestro país. Colombia es un país de montañas, cuenta con 1103 municipios que en su gran mayoría, se ubican sobre alguna de



>> Antonio José Rodríguez Jaramillo
Presidente de la Asociación Colombiana de Túneles y obras subterráneas-ACTOS

las tres cordilleras, acerca de ellos, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estima que el 36 % de los municipios tiene territorio en ecosistemas de páramos; las tres principales ciudades de Colombia - Bogotá, Medellín y Cali- tienen el 27 % de la población; tan solo tres Departamentos: Cundinamarca, Antioquia y Valle del Cauca, albergan el 42 % de la población colombiana; por lo tanto requiere de túneles viales, dada la constante necesidad de movilidad del transporte de carga y pasajeros entre los principales centros de consumo y los principales centros de producción agrícola, industrial, y turística; desde los llanos y las selvas, hasta las costas de los océanos Pacífico y Atlántico, pasando por grandes extensiones de páramo.

Al tomar la decisión de construir un túnel si está bien emplazado, diseñado, construido y operado, entre mayor longitud será extremadamente mayor los beneficios.

(1) Datos tomados del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible "Colombia país de montañas", publicados el 11 de diciembre de 2015.

(2) Datos tomados de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, publicados en el Diario El Colombiano, edición 17 octubre de 2017.



En los túneles los ahorros en longitud con respecto a la construcción a cielo abierto pueden alcanzar una relación de hasta 1:2,5 y proporcionalmente sus costos asociados serán menores significativamente; igualmente, disminuyen los impactos ambientales, la accidentabilidad vial, la reducción en los tiempos de viaje, la sostenibilidad ambiental y social, entre otros beneficios, que optimiza en forma importante los costos y beneficios socio-económicos del proyecto, que no se tienen en cuenta en etapas posteriores y en otras etapas se siguen buscando ahorros aparentes que van en contra de la seguridad vial, un mantenimiento y operación más eficiente y la durabilidad de la infraestructura subterránea.

El túnel solo interviene en cortes a cielo abierto en la zona de los portales, mientras que la solución a cielo abierto se interviene en forma negativa en los siguientes aspectos:

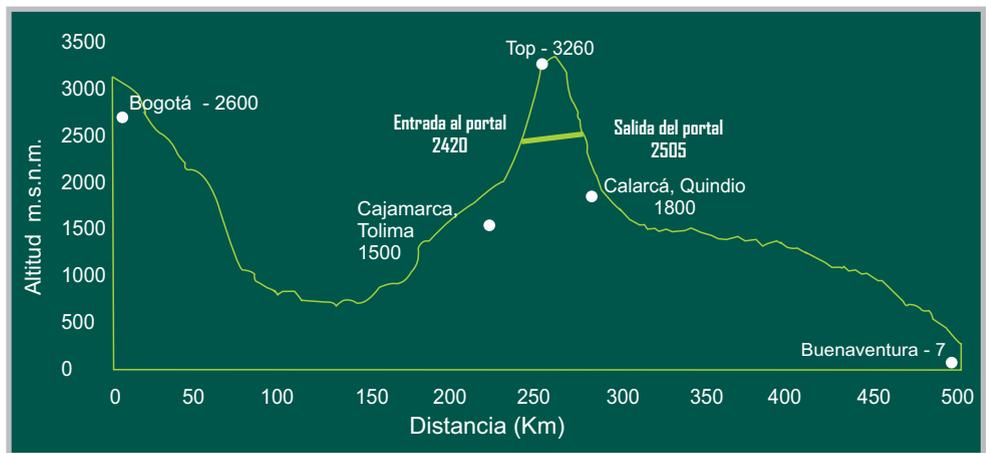
Por la orografía de nuestras cordilleras, en las vías con cortes a cielo abierto la probabilidad es alta, en el incumplimiento de las normas en cuanto a radios de curvatura y de las pendientes.

En asuntos de hidrogeología, Colombia ostenta el récord como el país más lluvioso del planeta con un promedio de 3.240 milímetros al año, situación que lo hace biodiverso y muy rico ambientalmente. Sumado a las condiciones sísmicas, geológicas y geotécnicas, frente a la construcción y estabilidad de las vías a cielo abierto, hace que en Colombia se presenten derrumbes frecuentes e importantes prácticamente en la mayoría de las vías del país.

Superficialmente afectan una mayor área de drenaje, en ocasiones no solo afectando las capas superficiales compuestas por suelos y saprolitos, sino depósitos aluviales en terrazas y la misma roca.

Afectación directa sobre la superficie en longitudes que alcanzan una relación 3:1 con respecto a la longitud del túnel, como es el caso de la vía a cielo abierto del Alto de La Línea con respecto al Túnel de La Línea, las dos en operación.

La vía a cielo abierto como el par vial-Alto de La Línea, para las tractomulas el tiempo de viaje para los 22 km se toma del orden de 90 minutos y el paso por el Túnel de La Línea de 8.6 km tan solo requiere de 9 minutos, no solo



generando esta importante reducción en el tiempo de viaje sino disminución del estrés a los usuarios, un ahorro significativo de sobrecostos para el parque automotor en desgaste de llantas y frenos, consumo de gasolina, y los generados por accidentes al incumplirse las normas, en cuanto a radios de curvatura y de las pendientes que genera con preocupación un alto grado en la seguridad vial en el sector.

La construcción de vías a cielo abierto no prevé tratamientos a las aguas de infiltración o de escorrentía sobre el pavimento y los taludes, y en caso de accidentes no se tiene control al vertimiento de sustancias peligrosas como petróleo, gasolina, aceites, grasas, entre otras, que van por gravedad hacia zonas de drenaje naturales como quebradas y ríos y son hechos contaminantes relevantes.

Grandes volúmenes de movimientos de tierra que pueden alcanzar relaciones hasta de 3:1 o más, ya que durante operación se presentan frecuentemente derrumbes incontrolados, resultantes por las enormes zonas de debilidad que generan los cortes a cielo abierto, que todos los años ocasionan derrumbes de magnitudes importantes con daños a la infraestructura, pérdida de la banca, deterioro en predios, perjuicios ambientales y en ocasiones pérdidas humanas y paralización del corredor vial en tiempos indeseables afectando la economía regional y del país, alcanzando a generar en ocasiones desabastecimiento de alimentos y materias primas, igualmente paralización de importaciones y exportaciones cuando son afectados corredores viales estratégicos hacia los puertos importantes del país.

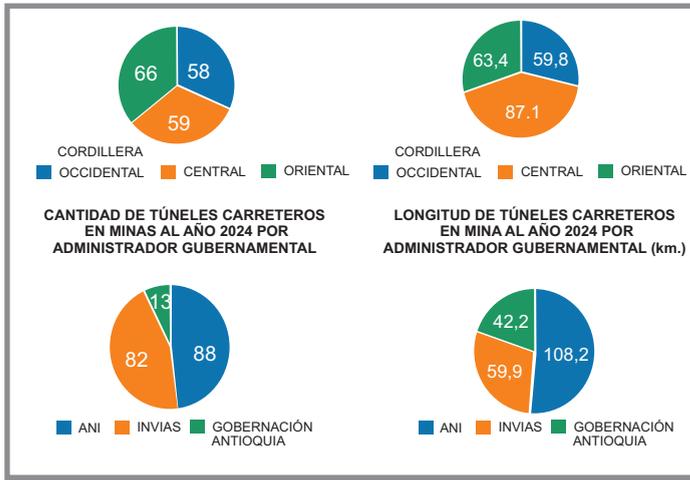
Pérdidas millonarias por la interrupción de la operación de las vías, por accidentes y/o por vehículos pesados varados por fallas mecánicas por las exigencias de la alta montaña.

Generación de asentamientos humanos a lo largo de la vía, originando implantación de tiendas, restaurantes y viviendas en general, sin contar con servicios públicos como acueducto, alcantarillado y plantas o sistemas de tratamiento, produciendo focos de contaminación al verterlos directamente a las fuentes de agua, situación inaceptable sin que se tenga un control eficiente sobre estas prácticas.

Derrumbes que generan invasión parcial del cauce de las quebradas modificando el curso natural de las fuentes de agua, afectando las laderas aguas abajo o pueden generar interrupción total del cauce originando avalanchas, contaminación de las fuentes de agua y alterando la rasante de estas.

Interrupción del paso de los animales y de la continuidad del nivel freático que se presenta en los niveles superficiales de permeabilidad primaria (suelos, depósitos y roca) que en su mayoría sustentan la línea base de quebradas y manantiales.

Igualmente, en tramos donde los cortes se realizan en zonas de ladera de altas pendientes, los dueños de los predios y/o zonas que al ver que tienen acceso por la construcción de la vía son invadidas por terceros, y proceden a deforestar áreas en forma descontrolada, generalmente conformados por ecosistemas naturales que predominan las especies arbóreas nativas maduras, causando erosión de la tierra debido a la explotación de las tierras en forma inadecuada mediante una agricultura excesiva y pastoreo normalmente de ganado vacuno impropio. Estas acciones antrópicas desencadenan efectos negativos al medio ambiente modificando su equilibrio al cambiar el uso del suelo, y que en el futuro además, crean inestabilidad en los taludes.



Por lo tanto, la discusión entre las dos soluciones, túnel o cielo abierto ciertamente no es cotejable.

TÚNELES CARRETEROS EN COLOMBIA

Los túneles carreteros en Colombia se iniciaron en el año 1959 con la construcción de cinco túneles en el departamento del Valle del Cauca que hacen parte de la vía Buga-Buenaventura, localizados en la cordillera Occidental por el cañón del río Dagua, la cual fue inaugurada en el año 1966. Desde el año 1959 hasta el año 2024, tal como se muestra en la imagen adjunta, se han construido en la cordillera Occidental 58 túneles que equivalen a 59,8 km, en la cordillera Central 59 túneles que equivalen a 87,1 km, en la cordillera Oriental 66 túneles que equivalen a 63,4 km, para un total de 183 túneles carreteros con una longitud total de 210,3 km, igualmente, se indican la cantidad de túneles y kilómetros por administrador gubernamental Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), Instituto Nacional de Invias (INVIAS) y la Gobernación de Antioquia.

Debido a lo comentado anteriormente, en Colombia, la infraestructura de transporte carretero ha tenido un auge considerable desde los años noventa, con la creación de la red vial concesionada y con mayores inversiones en materia de grandes proyectos, situación que ha conllevado a un incremento de todo tipo de obras viales, bien sean carreteras, autopistas, puentes y túneles. Respecto a este último tipo de obras, Colombia es líder suramericano desde hace 20 años en cuanto a obras subterráneas de tipo carretero. El país cuenta con túneles en las tres cordilleras,

cinco de ellos están entre los más largos de Suramérica y es el país con mayor número de túneles viales en la región, entre muchos otros, se destacan los siguientes:

Mega obra “El Toyo” en el noroccidente antioqueño entre Giraldo-Cañagordas Antioquia, con 16 túneles cortos y uno principal de 9.73 km. más su galería de emergencia de 9.84 km. emplazados en la cordillera Occidental y está en construcción.

Mega obra “La Línea” entre los departamentos de Quindío y Tolima, con 25 túneles, 23 de ellos cortos y un túnel principal de 8.65 km. más un túnel exploratorio de 8.55 km en operación emplazados en la cordillera Central y están en operación.

“Túnel de Oriente”, entre Medellín y Rionegro Antioquia, con un túnel largo de 8.23 km en operación, un túnel paralelo de 8.23 km. en terminación y uno corto de 934 m y están emplazados en la cordillera Central.

“Túnel de Occidente”, entre Medellín y San Jerónimo Antioquia, dos túneles de 4.6 km en operación y están emplazados en la cordillera Central.

Complejo de túneles Bogotá-Villavicencio, (Misael Pastrana o Buenavista, con 4.56 km, Renacer de 4.35 km, Boquerón de 2.4 km, túnel 5 con 1.65 km, túnel 3 con 1.44 km, Guacapate 1,26 km y 24 túneles cortos como parte del proyecto doble calzada al llano, en operación y emplazados en la cordillera Oriental.

“Túnel de Sumapaz”, entre Bogotá y Melgar, con 4.19 Km. en operación y una galería de emergencia de 207 m, están en operación y están emplazados en la cordillera Oriental.

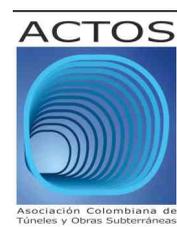
“Túnel de la Quebra”, Santo Domingo -Cisneros, dos túneles paralelos de 4.2 Km cada uno en operación y emplazados en la cordillera Central.

“BiTúnel de Amaga”, Amaga Antioquia, con 3.6 km en construcción, emplazados en la cordillera Central.

“Túnel de Tesalia”, entre Irra (Risaralda) y Viterbo (Caldas), 3.5 km y galería de emergencia de 3.5 km, en operación emplazados en la cordillera Central.

“Túnel Mulatos”, La Pintada-Bolombolo Antioquia, dos túneles paralelos de 2.5 Km de longitud cada uno en operación emplazados en la cordillera Occidental.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia la vasta experiencia acumulada por el sector público y privado, en cuanto al diseño y construcción de túneles carreteros, a lo cual también se pueden añadir importantes obras e inversiones en excavaciones subterráneas en el sector minero-energético, como por ejemplo, las hidroeléctricas del Río Bogotá, El Guavio, Chivor, Guatapé, Hidrohituango, Pagua, Porce I y II, y Paz del Río, por mencionar solo unas cuantas y el futuro de proyectos férreos que requerirán una cantidad importante de túneles en número y longitud y que se suman al largo listado de obras subterráneas de la ingeniería Colombiana.



CONTACTO

E-mail: info@actoscolombia.org.co

Web: www.actoscolombia.org.co

Túneles submarinos en las Islas Feroe



El túnel de Sandoy y el túnel Esturoy unen las dos islas más grandes de las islas Feroe

El 19 de diciembre de 2020 bajo las Islas Feroe, archipiélago autónomo parte del Reino de Dinamarca, fue inaugurada el nuevo túnel Eysturoy de 11.2 km. bajo el océano Noratlántico, el cual consta de 3 carreteras submarinas y una espectacular rotonda decorada con luces de neón.

Posteriormente NCC finalizó la construcción del túnel de Sandoy inaugurado a mediados de diciembre 2023.

Sandoy es el túnel submarino más largo de las Islas Feroe y uno de los más largos del mundo, según el Ministerio de Transporte del grupo de islas afirmó el primer ministro de las Islas Feroe, Aksel Johannesen, durante la ceremonia de inauguración. "Acceso a la vitalidad de la vida de la ciudad y a la tranquilidad de las pequeñas comunidades de los pueblos". Los túneles en Dinamarca favorecen directamente a la industria pesquera, económicamente vital y políticamente poderosa, que produce el 95% de las exportaciones del país.

Parte de la financiación para la construcción y operación del túnel Sandoy provino de los ingresos por peajes del túnel Eysturoy, el cual une las islas Streymoy y Eysturoy y tiene 10 veces el tráfico estimado que probablemente utilizará el túnel Sandoy.

DATOS DE LAS OBRAS

Cliente: P / E Eystur- y Sandoyartunlar (EST), propiedad de la Diputación de las Islas Feroe.
Tipo de contrato: Llave en mano.

Fase uno: el túnel de Eysturoy - Obra concluida

Periodo de construcción: 2016-2020
Longitud total: 11.2 km
Costo: 1.4 mil millones SEK
Aprox. US\$ 182 millones
La pendiente máxima: 5 grados
El punto más bajo: Está a 187 m. bajo del mar.

Reducción del trayecto: De 55 a 17 km.
Reducción del tiempo: De una hora a 16 min. de viaje. (entre la isla Eysturoy y la capital)

Consta de 3 carreteras submarinas que se unen en una rotonda a 180 m. bajo el océano Atlántico.



Fase dos: el túnel de Sandoy - Obra concluida

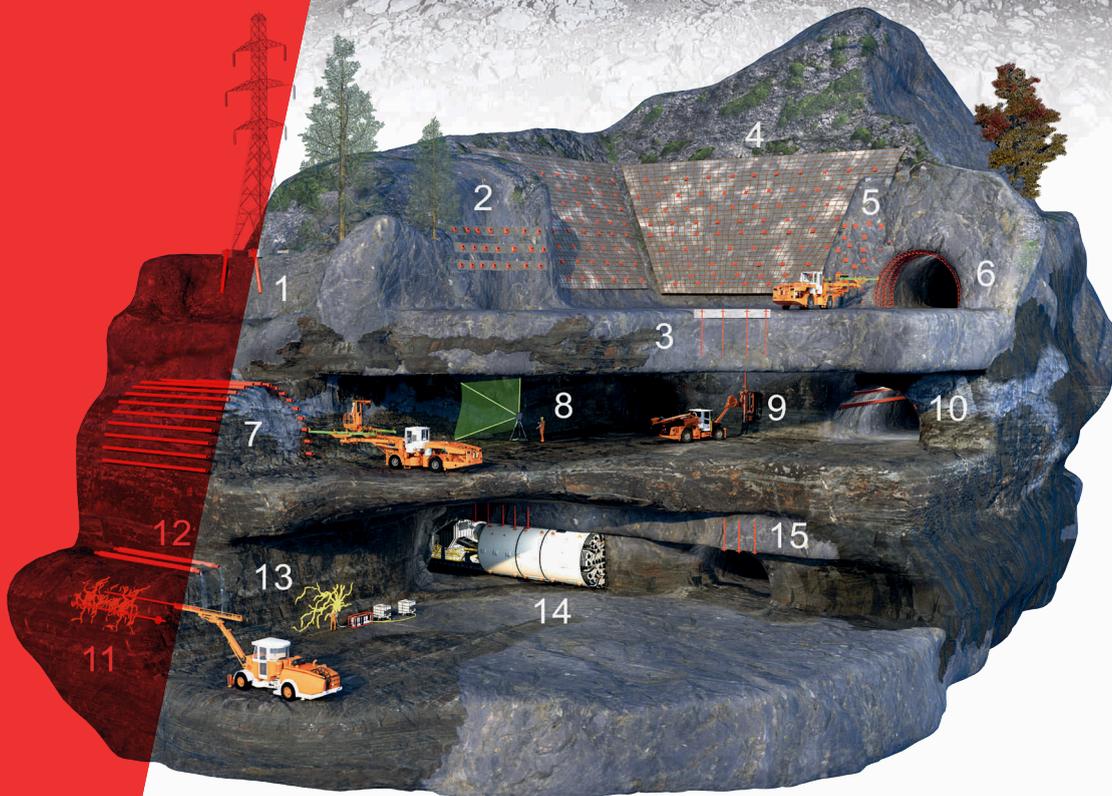
Tiempo de construcción: 2018-2023
Longitud total: 10,8 km
Punto más bajo: 155 metros bajo el nivel del mar
Inclinación más alta: 5%
Costo: 1,2 mil millones SEK
(Aprox. US\$ 145 millones)

Este año, el 18 de julio, la empresa constructora checa Metrostav finalizó las obras de construcción del Túnel Famjin de 1,2 km en la isla de Suðuroy para conectar los pueblos de Fámjin y Ørðavík. En la zona viven menos de 90 personas, pero la conexión por carretera es deficiente y suele estar cerrada cuando hace mal tiempo.

En la gran ceremonia de inauguración participaron casi todos los habitantes de la isla.

Portafolio de Productos

Soluciones de Fortificación y Sostenimiento



- 1 Micropilotes
- 2 Pernos Cable Multi-Torón
- 3 Pernos Helicoidales y Cartuchos de Resina Fasloc
- 4 Mallas
- 5 Pernos de Anclaje Autoperforante
- 6 Marcos Reticulados
- 7 Sistemas Paraguas AT
- 8 Sistemas de Monitoreo
- 9 Pernos de Anclaje Friction Bolt
- 10 Elementos LSC
- 11 Pernos de Fibra De Vidrio y Resinas Inyectables Para Anclaje
- 12 Sistema de Drenaje AT
- 13 Resina Inyectable para Consolidación
- 14 Pernos de Anclaje para Pantallas Tbm
- 15 Pernos de Fricción Expandibles Omega





ANTONIO ALONSO

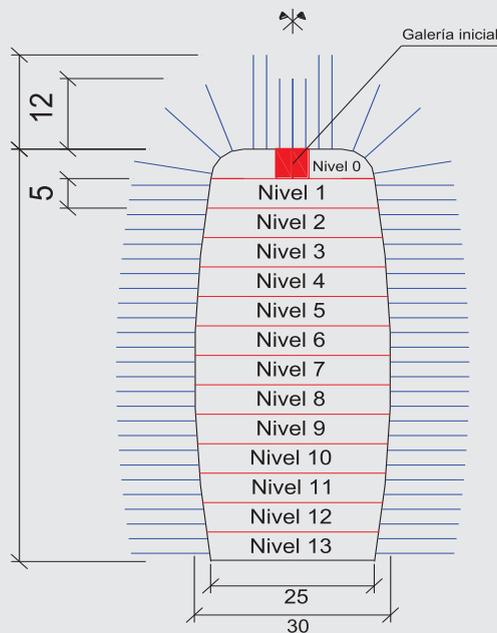
ESPAÑA

A Fraguña, la mina de pizarra más grande del mundo

El paso del método de cielo abierto a la explotación subterránea ha permitido un óptimo aprovechamiento del yacimiento.



Jumbo perforando para la colocación de cables



VENTILACIÓN

En las cámaras habrá circulación de aire natural entre la toma de aire y el eje de ventilación. En las galerías de avance en parte inferior se necesita ventilación secundaria.

Ubicado en Carballeda de Valdeorras, en la provincia de Ourense, al noroeste de España, y frontera con Portugal, se extrajo pizarras desde 1968 a cielo abierto y desde 1996 la explotación es subterránea, a cargo de la empresa Canteras Fernández S.A.- CAFERSA. Esta roca es utilizada ampliamente en obras civiles para revestimientos de muros y pisos.

EL YACIMIENTO

- Capa explotable en charnela de pliegue.
- Espesor de unos 100 m, de potencia
- Buzamiento subhorizontal: 5º-8º.
- La cobertera máxima: 100 m.
- Reservas probadas: 3 millones de toneladas.

El ancho de cámara fue sujeto de estudio, cuantos más grandes sean los bloques que se extrae, mejor se podrá trabajar las pizarras, mejor se puede cortar y favorece los costos de explotación. Por ello, se realizaron rediseños para dimensionar las cámaras para una mejor calidad de la pizarra.

DIMENSIONES

- Acceso por galería con pendiente Alto: 18% y 600 mt. de longitud.
- Cámaras más grandes. 120x30x60 tras el rediseño original.
- Mayor Producción: 20,000 toneladas/año.
- Vida de la mina: 15 años.

GALERÍAS

- Bulones (anclas) de acero de 2.6m. y de 32mm., formando una malla de 2.2 x 2.2m.
- Hormigón Proyectado de refuerzo con fibra de acero de 4 a 5 cm de espesor.

PILARES

- Anclas de acero de 6 mt. de longitud en medio de la malla del cable. Malla electrosoldada: 0.5m x 0.5 m.
- Pernos de acero de 4 m. en medio del elemento anterior.
- Cable de acero de 16 m. de longitud.

EXPLOTACIÓN POR CÁMARAS Y PILARES

El cálculo numérico para el dimensionamiento de las cámaras, su orientación y afección para trabajar unas con otras, fue de gran importancia, del mismo modo se calcularon los pilares, las galerías de desarrollo y se hicieron los cálculos del sostenimiento. El modelamiento permite ajustar al máximo las variables y que se trabaje solo sobre pizarras, y el recorrido del transporte de materiales por las rampas, sea el mínimo.

Las cámaras son de 100 m. de longitud y 25 m. de ancho; la altura de la cámara hasta 50 m. y la explotación de las cámaras se hacen por banqueo descendente.

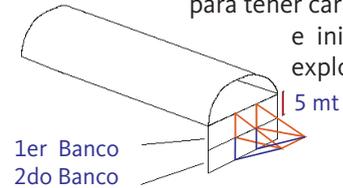
BÓVEDA

- Cable de acero de 12 m. de longitud, resistente hasta 50 tm. siguiendo una malla cuadrada de 2 m. x 2 m.
- Pernos de acero de 4 m. de longitud, en medio del elemento anterior.
- Cable de acero de 16 m.
- Malla metalizada: 0.5 x 0.5 m.
- Hormigón proyectado: 10-15 cm. de grosor

Se encuentra en investigación el aprovechamiento de las cavernas al cierre de la mina, la legislación es exigente y si bien las cámaras pueden estar 5 a 6 años hasta que se rellenen por completo, la restauración y la ejecución de la explotación van en paralelo y se sigue trabajando en la búsqueda de alternativas para que estos espacios tengan un segundo uso. Otro aspecto importante es que la preparación de las bóvedas tienen una inversión importante por ello es preciso maximizar los estudios

Antonio Alonso Jimenez es Técnico Superior de Investigación en el Instituto Geológico y Minero de España. Tiene el título de MEng en Ingeniería de Minas por la Universidad Politécnica de Madrid.

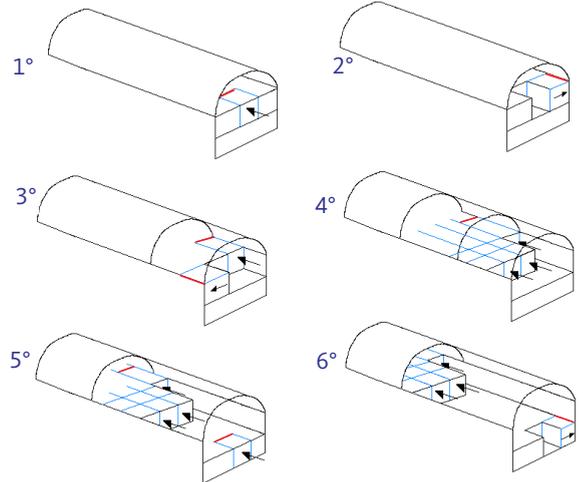
La galería de acceso: pendiente ascendente para tener cara libre e iniciar la explotación



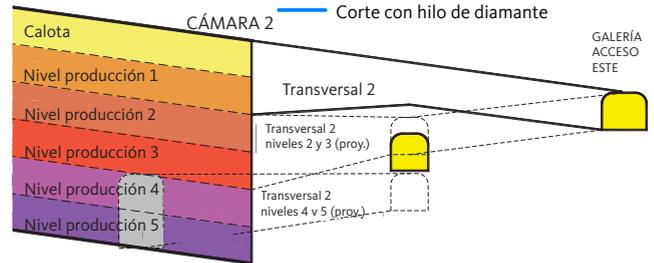
1er Banco
2do Banco

— Primer rebaje
— Segundo rebaje

Primero quitar el bloque central y posterior dirección avanzada, del lado hacia el cual se dirija la excavación



— Corte con sierra
— Corte con hilo de diamante



UNACER

UNIÓN DEL ACERO

TU ALIADO EN SOSTENIMIENTO MINERO

Nos dedicamos a la fabricación y venta de productos para sostenimiento subterráneo en minería como son los pernos de anclaje y otros productos.

Aseguramos el suministro de productos de calidad a nivel nacional e internacional.



Perno de fricción Split



Mallas mineras



Rieles mineros



Cimbras



Adaptadores



Perno Helicoidal



SWEDISH ROCK ENGINEERING ASSOCIATION

ITA-AITES WTC 2025

Tunnelling into a
sustainable future -
methods and technologies

9-15 May | Stockholmsmässan
SWEDEN

PARTNERSHIP OPPORTUNITIES

BRUGG

Geobrugg 



- LÍDER GLOBAL EN EL DESARROLLO DE ALTA TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN DE SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS NATURALES
- MALLAS Y REDES DE CABLE DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA PARA INCREMENTAR LA SEGURIDAD

Áreas de actividad

- Protección contra el desprendimiento de rocas
- Estabilización de taludes
- Protección contra deslizamientos superficiales y flujos de detritos (Huaicos)
- Minería / túneles
- Soluciones para automovilismo
- Protección contra impactos
- Protección de litoral



Su especialista local de Geobrugg:
www.geobrugg.com/contactos

Geobrugg AG
Aachstrasse 11 | 8590 Romanshorn | Suiza
www.geobrugg.com

A BRUGG GROUP COMPANY