

Edición N° 1, Octubre 2019, Lima-Perú

tunnel & mining

Túneles y obras subterráneas

8vo Congreso Latinoamericano

PERÚ - Octubre, 22-23-24

Minería: Rumbo a la COP25

Entre el 2 y 13 de diciembre, Chile será sede de la Cumbre de la ONU por el cambio climático (COP25).

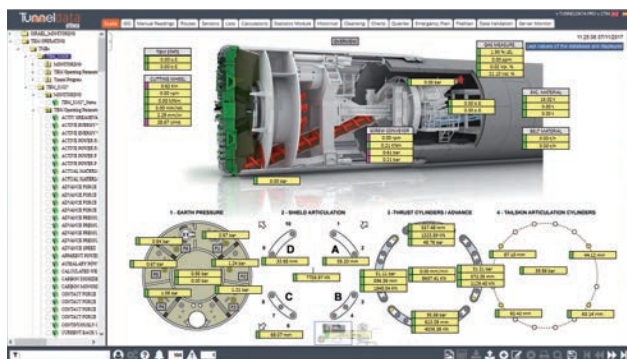
Colombia: Túneles de 4ta generación

El 10 y 11 de octubre se mostró estos proyectos en el Seminario Andino de Túneles en Medellín.

Perú: Mega puerto de Chancay

La operadora Terminales Portuarios Chancay (TPCh) viene ejecutando la construcción del túnel y plataformas marítimas.

Tunneldata



Una innovadora aplicación web especialmente diseñada para la gestión de datos de auscultación y monitoreo de obras subterráneas.



Damdata



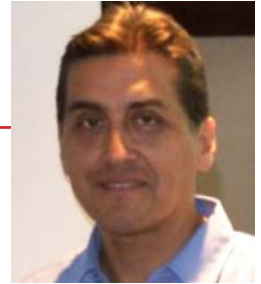
Una aplicación web para procesamiento de datos de auscultación de presas. Proporciona todas las herramientas necesarias para la correcta implementación y seguimiento de un plan coordinado de auscultación e inspecciones periódicas, cumpliendo con las necesidades del usuario junto con las normativas aplicables en seguridad de presas.



Índice

- 3 Palabras del editor
- 4 Programa 8º Congreso Tunnel & Mining underground,
- 5 Primer pabellón Suiza en Perumin
- 6 Control de excavación con TBM
- 8 Port of Miami tunnel
- 9 Minería: Rumbo a la COP25
- 10 Hidroeléctrica San José - Bolivia
- 11 Metro de Riad en Arabia Saudí
- 12 Control de emisiones NO2
- 14 Colombia: Túneles de cuarta generación
- 15 La minería como factor clave del desarrollo en Chile
- 16 Argentina: Sistema Riachuelo, 40 Km. de Túneles
- 17 Perú: Mega puerto de Chancay
- 18 Perú: Viabilidad Túnel Ancón-Chancay

Eli Torres Lugo
Organizador de
Tunnel & Mining
underground



Grandes inversiones

América Latina avanza y exige, sin lugar a dudas, el desarrollo de proyectos de infraestructura vial, líneas de metro, proyectos ferroviarios, centrales hidroeléctricas y proyectos hidráulicos, para una mejor calidad de vida. La minería trabaja con excavaciones cada vez más profundas, enfrentando grandes desafíos para investigadores y especialistas, reuniendo a ingenieros quienes unen esfuerzos y comparten experiencias.

En Perú, la proyección de la inversión minera para el período 2018-2021 asciende a US \$ 13,893 millones, las líneas de metro 3 y 4 están planificadas en Lima por 42 km. y requiere una inversión de US \$ 11,000 millones. La construcción del túnel transandino en el centro Perú de 21 km. esta cada vez más cerca y el gobierno peruano tiene planes para el desarrollo inicial de cuatro proyectos ferroviarios que tendrán una longitud total de 1.136 km.

Por este motivo, el diálogo y su participación en el 8vo Congreso TUNNEL&mining, que tendrá lugar del 22 al 24 de octubre, será muy importante, ya que es una gran reunión que brinda la oportunidad conocer el futuro de la minería y la infraestructura.

Comité Editorial:

Ing. Pedro Isique
Director en Piasa Consultores
Ing. Anselmo Pérez
Vicepresidente de la Asociación
Mexicana de Ingeniería de Túneles

Ing. Rómulo Mucho
Director en Pevoex Contratistas
Ing. Dugald Mc Lellan
Director Elite Consulting SAC
Ing. Freddy Durán
Professor de la Universidad de
Kyoto, Japon



Coordinador de Producción: Manuel Fajardo M. / Estilos y Diagramación: Yoselyn Solano M. / Año: 1, N°. 1

Auspicios



Colaboran



Media Partner



**8vo Congreso latinoamericano
TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS**
Octubre, 22-23-24



Martes 22 8.00 a.m. - 6.00 p.m.

Bienvenida - Registro

Presentación:

- Visión de los proyectos de túneles en Perú, Dirección del MTC.
- Coffe break -
- La vía férrea del proyecto del Túnel Trasandino, *Pedro Isique*.
- El avance de la Línea 2 del Metro de Lima, *Carmen Deulofeu*, Gerente general de la Sociedad Concesionaria Metro de Lima Línea 2.
- Purple Line Extension Metro - Los Angeles, primera fase del proyecto de \$ 3,1 mil millones en Beverly Hills, *Rosmar González-Sánchez*, Tunnel-Project Engineer - Subtera Concept Underground Services.
- Chile: Control de calidad del shotcrete, *Sergio Carmona*.
- México: Sistemas de fortificación de rebaje de minas en secciones de túneles anchos, *Óscar de Jesús López Jara*.
- Colombia: Control de filtraciones de las estructuras subterráneas del Proyecto Hidroeléctrico Ituango, *Cleber Miranda*.
- Coffe break -
- Diseño y Evaluación Sísmica de Túneles en Líneas de Metro, *Fredy Durán*, Ph.D. Profesor en la Universidad de Kyoto.
- Lecciones aprendidas en desastres ocurridos en proyectos de obras subterráneas. Niveles de seguridad estructural y operación, *Miguel Ángel Morales*, Venezuela / Bolivia.

- Fortificación Subterránea mediante mallas de acero de alta resistencia e instalación mecanizada, *Rolando Romero*.
- Perú: Estudio de Previabilidad del Túnel Carretero Pasamayo Ancón-Chancay, *Raúl Rojas S*, Msc. Escuela Politécnica Universidad de Sao Paulo.

Miercoles 23 8.00 a.m. - 6.00 p.m.

- Coffe break -

- Hidrogeología, modelización numérica y aplicaciones de los sistemas de información para proyectos de grandes túneles, Casos en América, Europa y África, *Julio Verdejo*.
- Malasia: New Dunamis Poly Propylene macro and micro fibres to mining and tunnel lining, *Isacc Ching*, Manager Mighty Shields.
- Túneles urbanos - Experiencias recientes de interacción entre estructuras subterráneas y superficiales, *Sergio Sánchez*, Director técnico en Geoconsult España
- Coffe break -
- Diseño y planificación de túneles y micro-túneles urbanos en USA - Proyectos Destacados, *Rosmar González-Sánchez*, Tunnel-Project Engineer - Subtera Concept Underground Services. / Effluent Outfall Tunnel - Los Angeles, California / Anacostia River Tunnel Project - Washington, DC. / Port of Miami Tunnel Project - Miami, Florida.
- Impermeabilización de Túneles - Experiencias en Chile y Perú, *Ing. Alex Trigo*.
- Retrocomisioning y retrofitting, sistemas de ventilación minera, *Ángel Herrera*, Application Engineer at DSI Underground Perú.
- Cables Libres de Halógenos y Resistentes al Fuego - Integridad de Circuitos, *Nicolas Mantelli*, Jefe Regional de Ventas en Marlew América Latina Norte.
- El rol clave de una infraestructura de comunicaciones para seguridad y automatización de obras subterráneas" *Gabriel Ramirez*, Regional Manager MST Global.

- Excavaciones con TBM en los Andes de Chile, *Ramón de la Torre*, Gerente General The Robbins Company-Chile
- Coffe break -
- El diseño del túnel Ollachea, *Manuel Ramirez*, Gerente de Negocios en Subtera Ingeniería..
- Técnicas modernas de diseño de sostenimiento en túneles empleando concreto lanzado reforzado con fibras *Francisco Suarez-Fino*, Presidente del Comité Organizador del WTC-2022

Jueves 24 8.00 a.m. - 1.00 p.m.

- ARABIA: Línea 5 del Metro en Riyadh, *Alberto Gómez-Elvira López*, TYPISA.
- PERÚ: La construcción de túneles para la red vial peruana, *Winston H. Lewis*, Presidente de la Asociación Peruana de Túneles y Obras Subterráneas- APTOS.

*Conferencia de Prensa,
Presentación del World Tunnel
Congress 2022.*

- Coffe break -

- Subcontrataciones de obras y particularidades con relación a una TBM, *Ibrahim Sánchez*, Asesor Jurídico - IASP Legal Panama.
- Modificaciones de TBM'S existentes para proyectos nuevos. *Francisco Ávila*, CEO Herrenknecht Centroamérica.
- Desafíos de la minería del siglo XXI - Retos tecnológicos, sostenibilidad y seguridad, *Francisco Ruiz Allen*, Socio Gerente en Toro Mining.
- Conferencia Magistral de proyectos mineros y generación de infraestructura al 2030.

SESIÓN DE CLAUSURA DEL CONGRESO

Premiación Anual

**Presentación del Congreso
Tunnel&Mining 2020**



Primer pabellón Suiza en Perumin



Del 16 al 20 de Setiembre en la ciudad de Arequipa participamos por primera vez con un Pabellón Suiza en la feria minera más importante de la región, PERUMIN 34 Convención Minera. La Cámara de Comercio Suiza en el Perú, la Embajada de Suiza y Switzerland Global Enterprise promovieron esta iniciativa, reuniendo a empresas suizas y peruanas en una atractiva plataforma para mostrar lo

más destacado en tecnología, innovación y sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo del sector y a la promoción de la inversión minera en el Perú.

Con motivo de esta participación, el martes 17 de setiembre, compartimos un agradable cóctel "Swiss Night" ofrecido por la Embajada de Suiza. Nuestras empresas participantes, clientes y aliados disfruta-



Palabras de Christoph Sommer, Encargado de Negocios de la Embajada de Suiza, durante el Cóctel Swiss Night.

ron de una agradable velada en un ambiente propicio para el networking con la cálida atención del Restaurant El Tío Darío en Yanahuara.

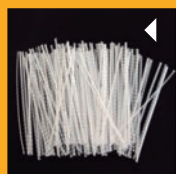
Agradecemos a las empresas que formaron parte de nuestro Pabellón: Geobrugg, Desnivel, Clariant, Sulzer, Soleol Suiza, DHL Express, Andes Drone Solutions. Así como a las empresas e instituciones que participaron en nuestra Área Común: Metalor, QSI, Mettler Toledo, Sinersa, Adecco, CV Project, Makumayu, EY Perú, Paz Perú, RODAC, Nestlé, ABB, Better Gold Initiative, Perú-Visión y El Perú Transforma.

¡Gracias a todos por acompañarnos en esta exitosa participación!

info@swisschamperu.org



SOLUCIONES INNOVADORAS EN TUNELERÍA Y MINERÍA



Sika® Fiber

Fibra de Polipropileno Macro Sintética Estructural



Sigit®

Acelerante alcalino y libre de álcalis líquido para shotcrete

Las minas buscan la excelencia en la calidad de sus productos, eso determina que puedan producir de manera continua y en el tiempo establecido, para ello, Sika Perú ofrece una amplia gama de productos para cumplir con estas necesidades. Además, cuenta con el soporte de especialistas y técnicos quienes brindan visitas y asesoría personalizada en obra durante el proyecto.

- **Sika® Fiber** Fibras micro y macro sintéticas y metálicas
- **SikaPlan®** Membranas impermeables de PVC
- **Sika® ViscoCrete®** Superplastificante para concreto

Contáctenos a través de:

www.sika.com.pe
e-mail: informacion@pe.sika.com



CONSTRUYENDO CONFIANZA



Control de excavación con TBM

Tipo EPB aplicado a frente mixto Suelo-Roca



La construcción de túneles con TBM en frentes mixtos, genera ciertas dificultades. Esto se debe, entre otras cosas, al desgaste y deterioro de las herramientas de corte, esto es difícil de calcular con respecto al resto de parámetros de la máquina, por la compleja relación entre herramientas de corte y terreno. Abordaremos las dificultades en este tipo de terrenos y metodologías para la predicción de desgaste. A su vez, la relación con los parámetros de avance y el control de procesos, para un análisis sistemático de dicha información en situaciones complejas.

Los sistemas automatizados de control de procesos son requisitos para las grandes obras civiles subterráneas a nivel mundial; para garantizar seguridad y calidad. Se basa en definir, paramétrica y automáticamente, el comportamiento del terreno excavado, y permiten contar con una mejor percepción de la interacción entre el entorno y la tuneladora al proporcionar datos para una toma de decisiones oportuna; que es transmitida mediante correo electrónico, mensajes de texto, GIS, etc.

El desgaste de las herramientas de corte involucra una parada de la TBM y la intervención en la cámara de excavación. Por lo tanto, es medular que dichas intervenciones estén programadas, partiendo de la correcta identificación de los valores límite de penetración, más aun en la presencia de frentes mixtos (rocas con materiales blandos). En este punto, el control en la excavación con TBM se vuelve relevante. Su implementación ha logrado la reducción de los plazos de ejecución, y su aplicación a la fecha resulta importante.

Efectos en la excavación de frentes mixtos

- Impacto excesivo sobre las herramientas de corte.
- Bloqueo de los discos por ingreso de suelo a los rodamientos.
- Desgaste excesivo del tornillo sinfín debido a la abrasividad del terreno excavado.

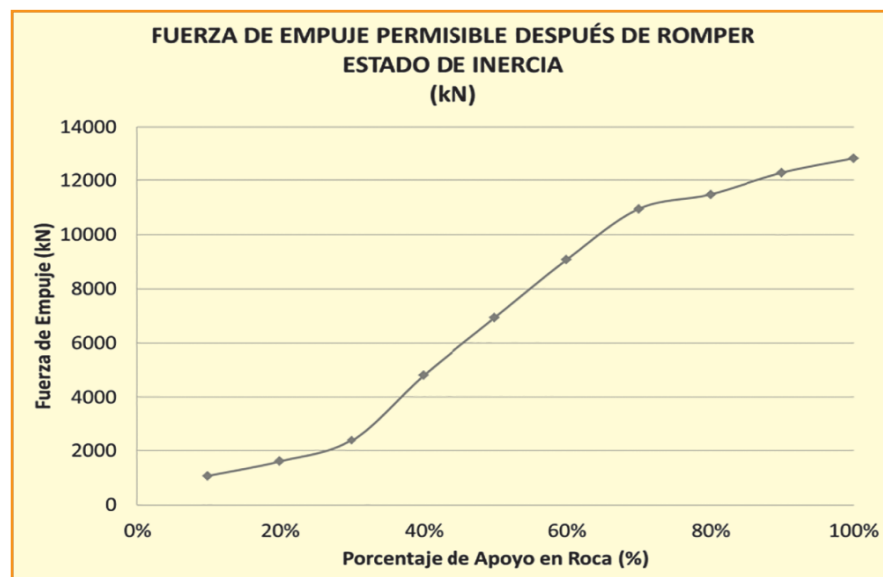
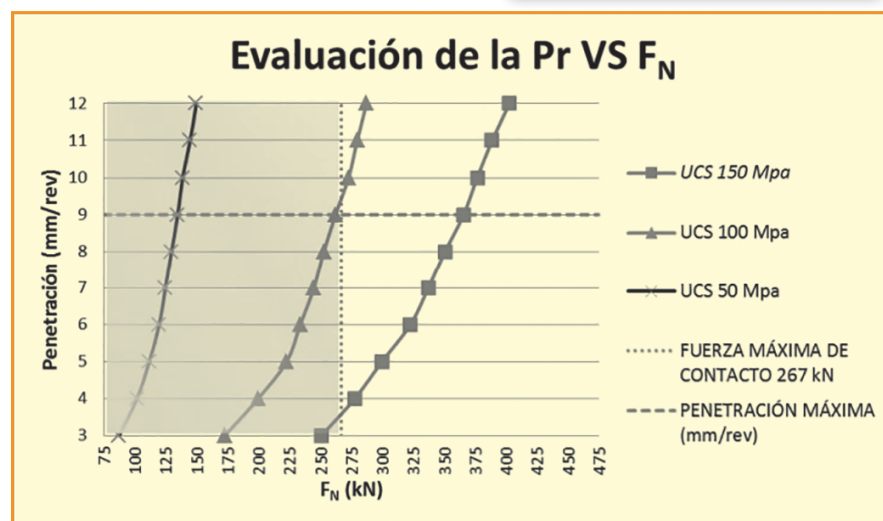
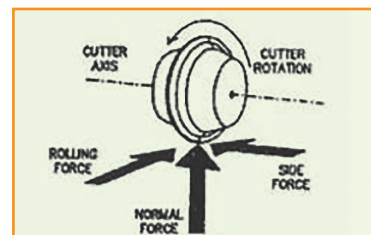
La TBM perfora 11 km de cenizas volcánicas y basaltos intercalados en una formación de limos y arcillas lacustres que aportan significativas cantidades de agua y a una presión considerable en función del nivel de excavación. Condiciones que implican, daño por impacto a las herramientas de corte, alto desgaste, complicaciones en el rezagado del material excavado y, en ocasiones, la necesidad de realizar el cambio de herramientas en condiciones hiperbáricas.

Para la excavación se considera un escudo tipo EPB diámetro 8.91m (extracción con tornillo), cabeza de corte tipo mixto, con aberturas del orden de un 35% de la superficie de la rueda, giro en ambos sentidos, herramientas para roca dura (48 discos cortadores de 17") y suelos (72 unidades tipo "scrapers" en el frente y la periferia) y cámara hiperbárica para revisión de las herramientas de corte en

José Anselmo Pérez Reyes
Vicepresidente de la Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles y Obras subterráneas



condiciones hiperbáricas. El coste de extracción por tornillo es muy elevado cuando se trata de materiales muy abrasivos como los descritos para el caso de estudio.



Estimación del grado de penetración

De manera general, los diferentes procedimientos para el cálculo de la penetración (P) emplean 2 grupos de parámetros para su determinación, estos son:

a) Parámetros de operación de la TBM (control de procesos).

b) Parámetros geotécnicos del frente de excavación.

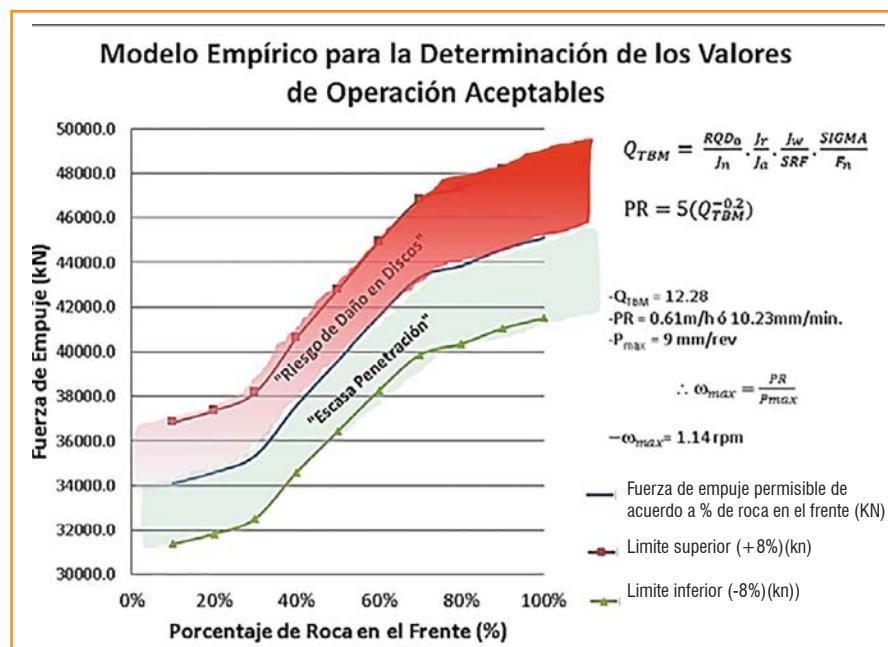
El cálculo de la penetración se dificulta conforme se incrementa la complejidad geológica del terreno y el número de parámetros involucrados y su dificultad experimental de igual modo. Es común encontrar estos problemas: Daño a los discos cortadores debido a caídos de roca, impacto perpendicular al plano de roca competente, bloqueo de discos por ingreso de suelo a los rodamientos.

Una penetración baja aumenta el desgaste de las herramientas de corte debido a que aumenta su recorrido en el frente de excavación; a su vez, una penetración alta origina daño a los discos cortadores por exceso de carga y también por impacto perpendicular al plano de roca competente. Por lo tanto, se busca una "Pmax" que permita la penetración máxima permisible, optimice rendimientos, minimice el desgaste y elimine en lo posible daños por impacto.

En base al modelo del Colorado School of Mines (CSM) que considera la resistencia a la tensión y a la compresión de la roca, además de las propiedades geométricas de las herramientas de corte, es posible determinar la fuerza de corte necesaria, que se compone de fuerzas normales y de rotación en los discos cortadores.

La fuerza resultante Ft considera la geometría del disco cortador y las propiedades mecánicas de los materiales a excavar. Así: Considerando la hipótesis para el modelo y los rangos de compresión axial simple (UCS) esperados, obtenemos la siguiente evaluación de los discos de corte en función de la penetración "P" y la fuerza de contacto "FN".

Por lo tanto, de la gráfica se concluye que para el rango de resistencias más elevadas (267 kN) las penetraciones alcanzables (Pmax) son de 9 mm/rev; el área sombreada representa el rango de operación aceptable de acuerdo al UCS determinados en los ensayos de laboratorio y su relación con la FN. Se puede determinar la fuerza total de empuje máxima aceptable (Ftmax) que la TBM puede ejercer antes de superar el fallo del rodamiento de discos. Una primera aproximación nos indica que, la fuerza de empuje no debe exceder la fuerza máxima de contacto de la suma de los discos. Si la fuerza máxima de contacto por cada disco es de



267 kN y el total de elementos instalados en la rueda de corte es de 48, se puede obtener la fuerza de empuje permisible Ftmax aplicable al superar el estado de inercia de la TBM (lograr su avance).

De manera gráfica se observan diferentes cambios de pendiente en la curva que describe el comportamiento de Ftmax y que va de acuerdo al porcentaje de apoyo en roca, debido a que la distribución de los discos en la cabeza de corte no es homogénea.

Para el caso de estudio, se llevó a cabo un análisis para determinar la fuerza de empuje necesaria para liberar a la TBM de su estado de inercia bajo las 3 condiciones de excavación conocidas:

- Frente completo de roca,
- Frentes mixtos (roca+suelo) y
- Frente de suelos firmes.

Así, es posible determinar los valores de operación aceptables en función de la fuerza de empuje y Ftmax, como se muestra a continuación:

Los espacios sombreados representan a la "zona de operación aceptable" partiendo del valor nominal de empuje (curva del centro) o valor objetivo; al respecto se concluye que, si se incrementa la fuerza de empuje respecto al valor objetivo, se corre el riesgo de superar Ftmax y, por tanto, dañar las herramientas de corte; por el contrario, si se opera por debajo del valor objetivo, la penetración será escasa con la consecuente afectación a los rendimientos de excavación.

Una aproximación adicional a los valores óptimos de operación resulta del empleo del denominado índice QTBM, que surge del índice de calidad Q de Barton (Barton et al. 1954) para catalogar los macizos rocosos, y que pretende predecir la velocidad neta de avance

de una TBM. A su vez, Barton define a la velocidad de avance como (Barton et al. 1954): $PR = 5(Q_{TBM}^{-0.2})$

En donde: PR Se refiere a la velocidad de avance expresada en m/h.

Así de acuerdo a los valores de la roca en estudio obtenemos:

$Q_{TBM} = 12.28$

$PR = 0.61 \text{ m/h} \text{ ó } 10.23 \text{ mm/min.}$

Si ahora se conoce la velocidad máxima de avance (PRmax) y la penetración alcanzable (Pmax) calculada que es de 9mm/rev, entonces es posible determinar la velocidad angular máxima permisible de la rueda de corte (Wmax), mediante la siguiente ecuación: $Wmax = PR/Pmax$

Por lo tanto: $Wmax = 1.14 \text{ rpm.}$

De esta forma se obtiene un modelo que incorpora los procedimientos planteados en el presente trabajo, en donde éstos se deberán ajustar consecutivamente y conforme se determinen variaciones en el frente de excavación.

Conclusiones

La aplicación de modelos teóricos y empíricos está limitada a condiciones de excavación descritas en el caso de estudio; de igual modo, el modelo base se ajusta según se determinen variaciones en el frente y de acuerdo al comportamiento de éste a partir de los parámetros operacionales aplicados en la TBM.

Existen parámetros importantes no incorporados como inclinación o deformación de la cabeza de corte, que repercute en la distribución de esfuerzos en las herramientas de corte. La abrasividad es otro factor y el acondicionamiento del terreno.

Port of Miami tunnel

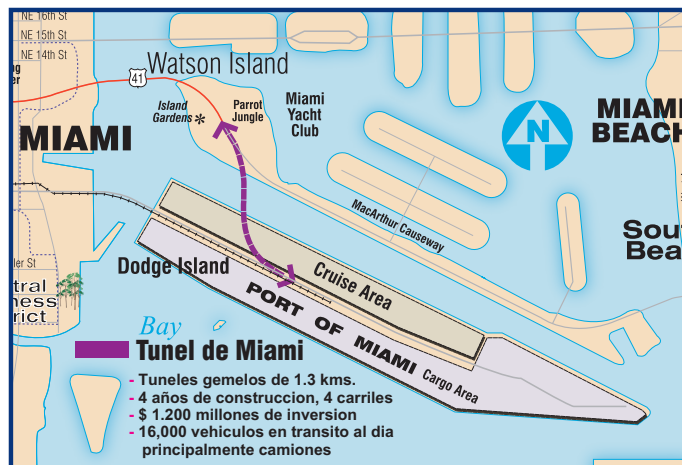
\$1,200 Millones invertidos, usado por 16,000 unidades de transporte

Rosmar González-Sánchez

Subterra Concept Underground Services

Introducción:

El túnel del Puerto de Miami fue altamente complejo, construido a través de una asociación público-privada que incluyó el diseño, construcción, financiamiento, operación y mantenimiento de dicho proyecto. Tomó 55 meses para el diseño y fue completado en agosto de 2014. Consta de dos túneles de carretera paralelos de aproximadamente 1.3 Km de largo cada uno, que cruzan el canal "Government Cut" con una columna de agua de más de 12 m de profundidad, una pendiente de 5%, alcanzando el punto más profundo a unos 30.5 m aproximadamente. Cinco galerías unen ambos túneles, de las cuales dos de ellas fueron excavadas usando la técnica "Ground Freezing", donde el terreno es congelado con solución salina a -30 C° y así poder controlar el agua durante las excavaciones (método tradicional). Igualmente, por la complicada geología del Sur de Florida, se requirió mejoras en el terreno donde la TBM (Tunnel Boring Machine) empezó a excavar (Watson Island), el lugar donde



Beneficio:

Cerca de 16.000 vehículos usan diariamente este túnel. El tráfico de camiones representa aproximadamente el 28% de este número. Las rutas de camiones y autobuses existentes restringen la capacidad del puerto para crecer, aumentan los costos para los usuarios de puertos y presentan riesgos de seguridad. También congestionan y limitan la reurbanización de la parte norte del Distrito Central de Negocios de Miami.

Los beneficios del túnel son:

- Proporciona una conexión directa desde el Puerto de Miami a las autopistas a través de Watson Island y la I-395.
- Mantenimiento del Puerto de Miami, el segundo generador económico más grande del condado.
- El proyecto incluyó el ensanchamiento del puente MacArthur.

Finanzas:

El costo total de diseño y construcción del túnel se estableció aproximadamente sobre los \$1.2 millones. La construcción comenzó el 24 de mayo de 2010. La excavación de los túneles comenzó el 11 de noviembre de 2011 y se completó el 6 de mayo de 2013. El proyecto se inauguró el 3 de agosto de 2014.



We specialise in underground mining & tunnelling technology that empowers you to unearth safety & productivity.



Stand # 17

www.mstglobal.com

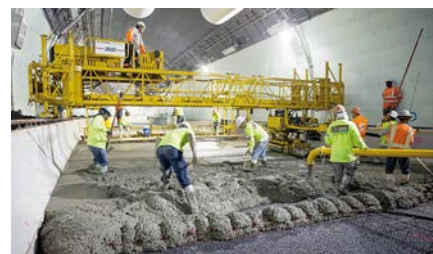
Australia | United States | Canada

Chile | South Africa | Russia | China

se recibió (Dodge Island) y a lo largo del canal "Government Cut".

Excavación de los Túneles:

Los túneles se excavaron usando tecnología TBM-EPB (Earth Pressure Balance). La máquina de tecnología alemana, tuvo un diámetro de 13 m aproximadamente. Fue diseñada para ser controlada bajo altas presiones de agua y poder enfrentar secciones de estratos sedimentarios coralinos con alta porosidad (poca presencia de finos). En el revestimiento del túnel se usaron mas de 12.000 segmentos prefabricados (dovelas) para formar anillos de 0.6 m de espesor, 1.7 m de anchura, 4.3 m de longitud y peso de 12 US tons (Universal Rings).



Minería: Rumbo a la COP25

“Sin una minería sostenible y virtuosa en conjunto con otros factores no será posible el revertimiento del cambio climático”.

Entre el 2 y 13 de diciembre, Chile será sede de la Cumbre de la ONU por el cambio climático (COP25), una oportunidad para tomar acuerdos para mitigar y prevenir los efectos causados por la contaminación del planeta, protección del medio ambiente y avanzar hacia un desarrollo sostenible. Los países asistentes deben aprovechar de mostrar avances en esta materia, tomar decisiones relevantes y generar acuerdos público-privados.

Chile, quien destaca por minería, por contar con reservas de cobre más importantes, sino además igualmente con litio le permite ser líder en el discurso. Sin una minería sostenible y virtuosa será imposible el revertimiento del cambio climático, es con ella, en conjunto con otros factores, que será posible desarrollar energías renovables y la electro movilidad.

La minería generará impactos como toda actividad, pero esta actividad del ser humano ha sido responsable de agresiones al medio y actor protagonista de su recuperación, nadie, ni usted, ni yo, podemos decir que en alguna oportunidad no hemos contaminado o hemos sido agresores del medio ambiente, cuando niños, jóvenes o adultos, lo importante es convertirnos en la generación de cambio, somos responsables de enmendar el rumbo.

Los impactos puedan ser mitigados, compensados o subsanados. Por ejemplo, Chile cuenta con un marco jurídico para el cierre sostenible de faenas mineras. La COP25 es la oportunidad para que Chile presente sus casos de éxito en temas de sostenibilidad, he podido ver in situ experiencias como de Minera Candelaria, con



Francisco Javier Lecaros

su estrategia de desarrollo comunitario en base a la confianza y la comunicación con sus vecinos al realizar minería urbana, o el caso de Minera Carmen de Andacollo de Teck con globos aerostáticos para determinar el rumbo del viento y así no generar mayor polución al ambiente, o de Minera Valle Central, con la recuperación de minerales valiosos del relave de la División el Teniente de Codelco o decisiones de Anglo American para que sus operaciones sean

abastecidas con energía renovable 100% al año 2025. También el esfuerzo hacia la desalación de los recursos hídricos necesarios, hoy el consumo de aguas continentales por el sector alcanza el 3% versus la agricultura con un 86%.

No sólo en la COP se han comprometido para la protección del medio ambiente. En la electro movilidad, Volvo y Volkswagen, han anunciado fecha límite para construcción de autos convencionales. Un Auto eléctrico utiliza tres veces más cobre que uno convencional. Las energías renovables avanzan a grandes pasos, la disminución de costos de generación solar ha permitido el aumento de inversión, Chile cuenta con la radiación solar más importante del globo y podría ser actor estratégico no solo para el suministro nacional, sino también regional.

Como conclusión, sin minería virtuosa y sostenible es imposible el crecimiento de energías renovables, la electro movilidad, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo de la humanidad.



Máquinas Crossover Marcan Tendencia en Terrenos Mixtos



La serie de TBMs Crossover de Robbins es una línea de máquinas de tipo Dual Mode (Modo Doble) resistentes y probadas en terreno. Las TBMs Crossover presentan aspectos

de dos tipos de TBM y son ideales para condiciones de terreno mixto que de otro modo podrían requerir múltiples máquinas de construcción de túneles.

Diversidad:

La XRE (siglas en inglés de Crossover Rock / EPB) es el tipo de máquina híbrida más común, y presenta características de las máquinas Single Shield Hard Rock y máquinas EPB (Simple Escudo de Roca Dura y EPB) para una excavación eficiente en suelos mixtos con roca. Entre los tipos adicionales de máquinas Crossover se incluyen las TBMs XSE (Crossover entre Slurry/EPB) y las XRS (Crossover entre Roca/Slurry). La serie Crossover está ganando popularidad rápida-

mente, con las TBMs Crossover de Robbins logrando el éxito en EE.UU., México, Chile, Turquía, India y más.

Experiencia:

Las máquinas Crossover se han utilizado con gran éxito en todo el mundo. Una TBM XRE de 8.0 mts (26,2 pies) completó dos túneles descendientes en la Mina de Carbón Grosvenor en Australia, marcando la diferencia - más de 14 veces más rápido que la velocidad de una rozadora en condiciones similares-. La máquina alcanzó una tasa promedio de 70 mts por semana frente a los 5 mts por semana para una rozadora.

Récords:

Una TBM XRE finalizó su excavación en el proyecto Túnel Emisor Poniente (TEP) II de la Ciudad de México en la primavera de 2017. La singular máquina logró récords nacionales por excavar 57 mts (187 pies) en un día y 702,2 mts (2.303,8 pies) en un mes y navegó con éxito roca dura, zonas de falla y suelo blando de baja cobertura.

Para más información sobre TBMs Crossover visite
www.therobbinscompany.com.

Hidroeléctrica San José – Bolivia

TEINCOMIN S.R.L.

Excavaciones verticales y sostenimiento

Introducción:

El proyecto Central Hidroeléctrica San José ejecutado en el municipio de Colomi de Cochabamba es parte de un proyecto de generación hidroeléctrica que consta de dos plantas en cascada, San José 1, con capacidad de 55 MW, y C.H. San José 2, con 69 MW; ambas están ubicadas aguas abajo de la Central Hidroeléctrica Santa Isabel a 95 kilómetros de Cochabamba. San José es el tercer proyecto de aprovechamiento de la cuenca del río Paracti de Cochabamba. La planta fue construida con financiamiento del Banco Central de Bolivia (BCB), recursos propios de la subsidiaria ENDE Corani y del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). La empresa Sinohydro Corporation Limited Sucursal Bolivia se encargó de la ejecución en C.H. San José en las dos etapas y continúa realizando el Tramo Central Doble Vía "El Sillar".

Beneficio:

Mejorará la calidad de vida de más de 700 mil personas e impulsará la actividad industrial y exportación, y forma parte del Sistema Interconectado Nacional, es también este proyecto hidroeléctrico el más ventajoso, dado el aprovechamiento

Descripción de los Túneles Verticales:

TEINCOMIN S.R.L., subsidiaria de Telada Ingeniería Construcción y Minería, participó como ejecutor especialista en excavaciones verticales y sostenimiento: Piques, tubería forzada y chimeneas de equilibrio con equipo elevador jaula trepadora STH-5E en el tiempo estimado del proyecto, dentro de los costos proyectados y sin eventos en el proceso. Además se especializa en Operaciones Mineras Mecanizadas, Profundización, Desarrollo y Exploración, Proyectos en Centrales Hidroeléctricas, movimiento de tierras, excavación de taludes y accesos, Sostenimiento con Shotcrete proyectado, cimbras metálicas y pernos de anclaje. Minado convencional en labores horizontales, verticales e inclinados.

- Construcción del Pique en caída, Longitud = 264.57m. Inclinación = 55°.
- Operaciones unitarias con elevador jaula trepadora ascendente y descendente.
- Construcción en 02 Etapas.
- Excavación chimenea piloto 2.10m. Diámetro
- Ampliación del piloto en forma descendente d= 3.70m.
- Sostenimiento: pernos helicoidales, malla electrosoldada y shotcrete e = 3".
- Cronograma de Operaciones: 100.0 días
- Rendimiento x mes: 88.0 m. (piloto + ampliación)



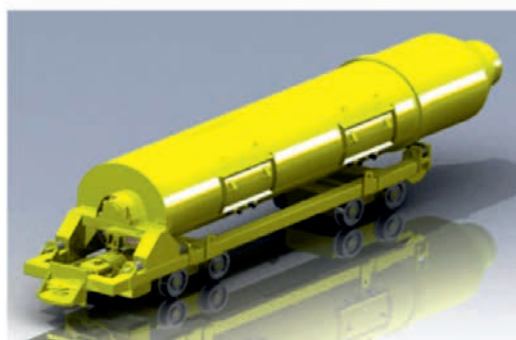
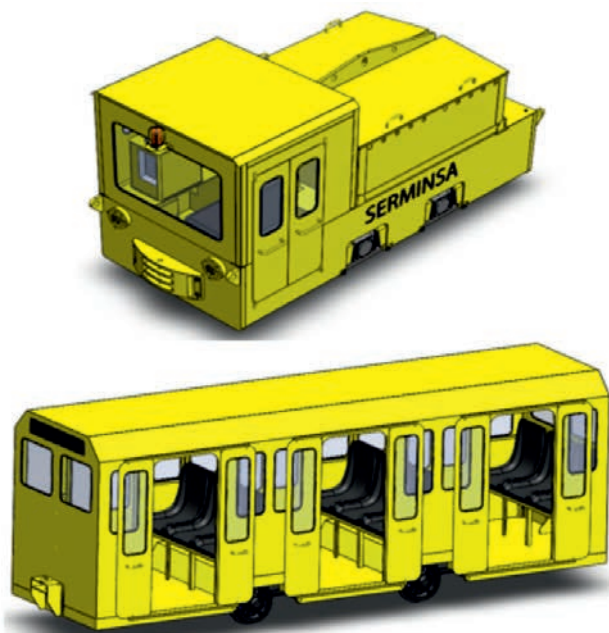
que hace de las aguas turbinadas provenientes de las centrales de Corani y Santa Isabel.

Finanzas:

La inversión total de la obra fue de 287,53 millones de dólares.

SERMINSA

Equipos sobre Rieles para Transporte de Materiales y Personas en Obras Subterráneas



Metro de Riad en Arabia Saudí

Seis líneas de ferrocarril y trece kilómetros de túnel



Alberto Gómez-Elvira López

El proyecto de las seis líneas de ferrocarril urbano que forman el Metro de Riad en Arabia Saudí incluye un ambicioso conjunto de obras subterráneas tanto por su magnitud como por los ajustados plazos comprometidos para su puesta en marcha. La ingeniería española TYPsa, integrada en el consorcio multinacional FAST, ha participado en el diseño del Paquete 3 del Metro que comprende las líneas 4, 5 y 6 con un total de 176 kilómetros de vía. TYPsa ha desarrollado la ingeniería de detalle de la Línea 5 o Línea verde y ha sido la encargada de la coordinación geotécnica y de la hidrogeología de las tres líneas. La Línea 5 integra trece kilómetros de túnel excavado con TBM de 9,8 m de diámetro, once estaciones subterráneas profundas y numerosos pozos y galerías auxiliares. Esta infraestructura clave en el desarrollo del Metro se sitúa en pleno centro de la ciudad y recorre la calle King Abdulaziz, eje vertebrador de la actividad administrativa de la capital del Reino.

El entorno a perforar

Son muchos los aspectos de interés estudiados durante la etapa de diseño, el cual ha

estado marcado por las condiciones geotécnicas, un macizo calizo altamente fracturado, con desarrollo cárstico y con presencia de paleocauces, un medio agresivo para los hormigones, la compleja hidrogeología derivada del acuífero superficial alimentado por las pérdidas de conducciones y el riego, y por un entorno urbano especialmente sensible en el que el espacio disponible para las excavaciones a cielo abierto es mínimo.

Diseño

El principal reto del diseño de los túneles y las estaciones enterradas ha sido aportar soluciones técnicas óptimas orientadas al cumplimiento del programa de construcción, los estrictos requerimientos y estándares de calidad exigidos por el cliente, y a la vez, gestionar los riesgos intrínsecos de las obras subterráneas y las excavaciones desarrolladas en un entorno urbano, geológico e hidrogeológico singular. Ejemplos de este desafío técnico han sido las soluciones geotécnicas y estructurales para hacer frente a la subpresión



en estaciones profundas mediante la interacción de las estructuras con el macizo rocoso, o la aplicación de métodos constructivos que compatibilicen la gestión del riesgo en obras subterráneas urbanas con el cumplimiento de los estrictos plazos de construcción.



Túnel Gambeta – Perú
200,000 m2



Tecnologías aplicadas



- Impermeabilizaciones de infraestructura mediante: Geomembranas, Mantos asfálticos, PVC, Sistemas líquidos y morteros.
- Reparación de Filtraciones y Refuerzos con resinas, Inyecciones. Epoxi y Fibra de Carbono.
- Inyecciones de consolidación y sostenimiento con lechadas de cemento y resinas en general.
- Diagnóstico y rehabilitación de tuberías y saneamiento (Repipes).
- Resinas para Anclajes y Pernos.
- Perfiles Pultruidos.

Represas y Energía - Transportes - Edificaciones - Industrias - Minería - Saneamiento - Patrimonio Histórico

Contactos:

richard.pinedo@pires.com
Tel: 941-084261 / 01-310-4757
Web: www.pires.com

Obras:

- Línea 2 del Metro de Lima
- Línea Amarilla
- Panamericanos Lima 2019
- Proyecto Las Bambas
- Túnel Perez Gambeta
- MUNA
- Templos de ASPERSUD
- Minera Volcan



Pires | Giovanetti | Guardia

How well are you controlling your NO2 in your Road Tunnel?

Control de Emisiones

www.codel.co.uk

NO2 Control in Road Tunnels

The need to minimise NO2 exposure in road tunnels has been inhibited by the lack of suitable, low-maintenance sensors for measuring ppb levels of NO2. Recent improvements in technology have resulted in the introduction of not one but two competing techniques designed specifically for this application, making the possible control of tunnel NO2 levels a reality rather than just a desire.

- NO2 should now be a key control parameter. NO2 is particularly toxic. Levels higher than 1ppm can be harmful to healthy people. Lower levels as low as 0.1ppm will harm asthma sufferers.

- Current ventilation strategies based upon CO and visibility are inadequate. It is assumed that if safe operating CO levels are maintained then other gaseous emissions will also be safe.

- CO levels are now too low to be an appropriate control parameter. The introduction of catalytic converters has produced a major reduction in exhaust CO emissions. CO levels in tunnels rarely exceed the ventilation control trigger points.

- NO is not considered to be a harmful pollutant in tunnels.

At concentrations prevalent in tunnels NO is not itself a harmful pollutant and has no purpose as a control parameter. It has been used to infer NO2 levels in the absence of low cost reliable NO2 sensors.

- NO2 cannot be inferred from the measurement of NO.

To infer NO2 from NO measurements, the ratio of NO2/NO is taken to be 1:10. Recent tunnel test data shows that the ratio is actually variable to values greater than 1:3, resulting in serious under reporting of NO2 values.

- New measurement techniques makes NO2 a viable parameter for control. The Codel TunnelTech 205 has been tested and approved by CETU in France for the measurement in the range of 0 to 2ppm in road tunnels. The Codel TunnelTech 205 uses a far simpler Single Wavelength Optical Transmissiometer (SWOT).

Recommendations for NO2 Limits

World Health Organisation: Recommends an upper limit of 200µgm/m3 (100ppb) for a 1 hour (2005) exposure.

PIARC: Exposure to levels higher than 500µgm/m3 (250ppb) for 30minutes (2000) can impact on the health of sensitive people.

CETU France: Following Circulaire 99.239 of 8 Juin 1999 (Ministère de la Santé) the following limits are recommended:

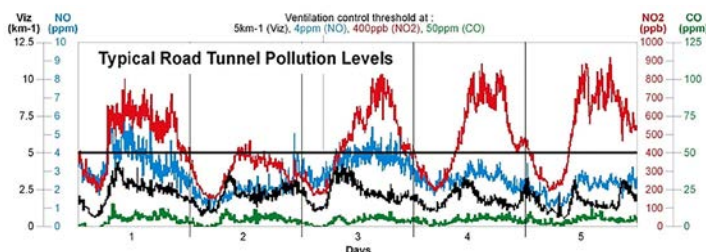
400ppb for 15 minutes - NO2 / 50ppm for 30 minutes - CO
90ppm for 15 minutes - CO

NO2: NO Ratio

Data from CETU illustrates the importance of NO2 for ventilation control. Traditional control parameters CO & visibility are significantly below control threshold levels; NO2 is persistently above the control threshold. The data also shows how the NO2/NO ratios vary from 1:20 to 1:3. Inferring NO2 levels from a measurement of NO is not reliable. A direct measurement of NO2 is essential for control.

Sensor Comparison Data

CETU compared the output from the CODEL TunnelTech 205 NO2 against a chemiluminescence NO/NO2 analyser in month-long trials. The accompanying chart shows typical 5-days operational periods for each sensor and demonstrates the good agreement of our system against the standard analyser (Chemiluminescence principle is the reference method for NO/NO2 measurement).



¿Con qué precisión mide en un túnel la presencia de NO2?

Control de NO2 en túneles viales

La necesidad de reducir el NO2 en los túneles de la carretera ha sido inhibida por la falta de sensores adecuados y de bajo mantenimiento para medir los niveles de ppb de NO2. Las recientes tecnologías han dado como resultado la introducción de no uno, sino dos técnicas competitivas diseñadas específicamente para esta aplicación, lo que hace posible el control de los niveles de NO2 en el túnel en lugar de solo un deseo.

- El NO2 ahora debería ser un parámetro de control clave. El NO2 es particularmente tóxico. Los niveles superiores a 1 ppm pueden ser perjudiciales para las personas. Niveles más bajos tan bajos como 0.1ppm dañarán a los que padecen asma.

- Actualmente las estrategias de ventilación basadas en CO y visibilidad son inadecuadas. Se ha supuesto que si se mantienen niveles operativos seguros de CO, entonces otras emisiones gaseosas también serán seguras.

- Los niveles de CO presentes son medidas poco confiables para ser un parámetro de control apropiado. La introducción de convertidores catalíticos ha producido una reducción importante en las emisiones de CO de escape. Los niveles de CO en los túneles, rara vez exceden los límites para activar el control de ventilación.

- El NO no se considera como un contaminante nocivo en túneles. En concentraciones predominantes en túneles, el NO no es en sí mismo un contaminante dañino y no tiene ningún propósito como parámetro de control. Se ha utilizado para inferir los niveles de NO2 en ausencia de sensores de NO2 confiables y de bajo costo.

- NO2 no se puede inferir de la medición de NO. Para inferir NO2 a partir de las mediciones de NO, la relación de NO2 / NO se toma como 1:10. Recientes datos de la prueba en túnel muestran que la relación es en realidad variable a valores superiores a 1: 3, lo que resulta en una medición grave de los valores de NO2.

- Las nuevas técnicas de medición hacen del NO2 un parámetro viable para el control. El Codel TunnelTech 205 ha sido probado y aprobado por CETU en Francia para la medición en el rango de 0 a 2 ppm en túneles de carretera. El Codel TunnelTech 205 utiliza un Transmisor Óptico de Longitud de Onda Simple (SWOT) mucho más simple.

Recomendaciones para los límites de NO2

Organización Mundial de la Salud: recomienda un límite superior de 200 µgm / m3 (100 ppb) para una exposición de 1 hora (2005).

PIARC: la exposición a niveles superiores a 500 µgm / m3 (250 ppb) durante 30 minutos (2000) puede afectar la salud de las personas sensibles.

CETU Francia: siguiendo la Circulaire 99.239 de 8 de junio de 1999 (Ministère de la Santé), se recomiendan los siguientes límites:

400ppb por 15 minutos - NO2 / 50 ppm por 30 minutos - CO
90 ppm por 15 minutos - CO

NO2: Proporción de NO

Los datos de CETU ilustran la importancia del NO2 para el control de la ventilación. Los parámetros de control tradicionales CO y visibilidad están significativamente por debajo de los niveles de umbral de control; NO2 está persistentemente por encima del umbral de control. Los datos también muestran cómo las relaciones NO2 / NO varían de 1:20 a 1: 3. Inferir niveles de NO2 de una medición de NO no es confiable. Una medición directa de NO2 es esencial para el control.

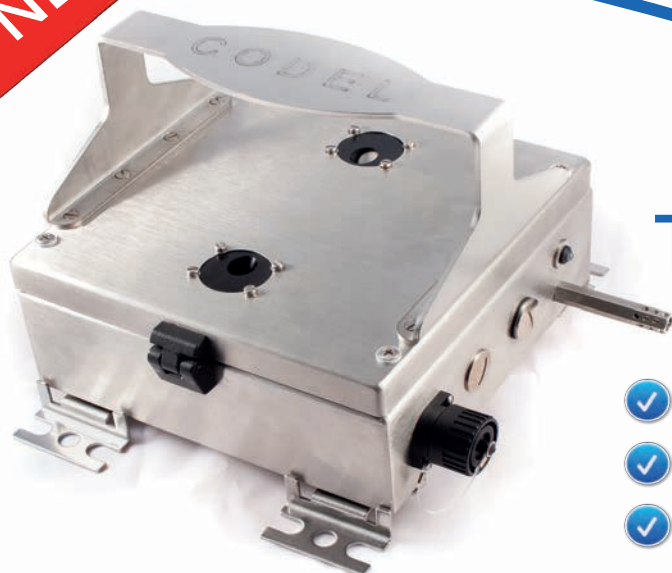
Datos de comparación de los sensores

CETU comparó la salida del CODEL TunnelTech 205 NO2, con un analizador de quimioluminiscencia NO / NO2 en ensayos de un mes de duración. El cuadro adjunto muestra los periodos operativos típicos de 5 días para cada sensor y demuestra el buen acuerdo de nuestro sistema con el analizador estándar (el principio de quimioluminiscencia es el método de referencia para la medición de NO / NO2).

Con más de 30 años de experiencia, utilizamos la última tecnología ultrasónica
Expertos en monitoreo de túneles / Gama completa de productos / Red de soporte mundial
Monitoreo de emisiones en más de 650 túneles a nivel mundial

NEW

CODEL



The all **NEW** TunnelTech 305 Air Flow Monitor

- ✓ Experts in tunnel monitoring
- ✓ Complete product range
- ✓ Worldwide Support Network

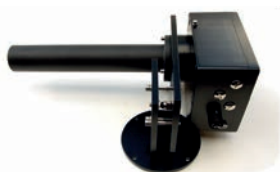
With over **30 years' experience** in the tunnelling market, CODEL are excited to launch the **6th generation** single point flow monitor utilising the very latest ultrasonic technology.

For more information and full specification visit **www.codel.co.uk**

Contact CODEL today to find out how we can help you.

Monitoring emissions in over 650 tunnels worldwide

CODEL's tunnel monitoring products simplify the challenge of sourcing, installing and maintaining a highly accurate and reliable tunnel monitoring solution.



Infrared
CO, NO & Visibility



Electrochemical
CO, NO, NO₂ & Visibility



Ultrasonic
Cross Tunnel Flow



Luminance
monitor

Tunnel Monitoring Simplified.



www.codel.co.uk
sales@codel.co.uk
+44 (0) 1629 814351

ISO 14001:2015
Environmental Certification
ISO 9001:2015
Quality Certification

Colombia: Túneles de cuarta generación

Seminario Andino de Túneles y Obras Subterráneas, organizado por la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos en Medellín.

Dificultades

Para sortear la complejidad de la geografía colombiana los gobiernos nacionales le han apostado a la construcción de túneles. Algunos, como el de la Línea se han convertido en un verdadero dolor de cabeza, tanto por la planeación y la financiación como en la fase de obra. Pero, ¿este es el panorama de todos los que están proyectados?

El programa de Autopistas de 4G, que adelanta el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte y de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), contempla la construcción de 53 túneles. Así lo dio a conocer durante el XIV Seminario Andino de Túneles y Obras Subterráneas, que organizó la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos en Medellín.

De este total, según Luis Eduardo Gutiérrez, Vicepresidente de Gestión Contractual de la ANI, 19 están en obra y hay 15 existentes, en los cuales se hará un proceso de repafilamiento para mejorar sus especificaciones técnicas. "Los túneles disminuyen los tiempos de viaje, los costos de operación vehicular y mejoran la seguridad vial. Es la gran apuesta por la conectividad del país y el desarrollo de infraestructura eficiente, moderna y sostenible."

Los que están en obra

En el proyecto Autopista al Mar 1 se construye el segundo tubo del Túnel de Occidente, una obra que tendrá una longitud de 4.6 kilómetros, y que a la fecha, lleva más de 1.5 kilómetros excavados. Esta infraestructura tiene dos frentes, uno desde el portal Medellín y el otro desde Santa Fe.

Otra obra avanza en las montañas de Antioquia y es el Túnel de la Quebra, del proyecto de las vías del Nus, el cual tendrá 2 tubos para el transporte de carga pesada hacia los puertos de la Costa Atlántica.

Con aproximadamente 4.2 kilómetros de longitud, estas obras son un desafío para la ingeniería, ya que en la zona existen terrenos muy duros y fracturados, lo que hace que la perforación en algunos sectores sea compleja.

Así mismo, en Antioquia, el proyecto Conexión Pacífico 1 adelanta la construcción del Túnel de Amagá, de 3.6 km, (2 tubos), el cual beneficiará con una reducción en tiempos de viaje y gastos en operación de los vehículos. Esta estructura tendrá un doble tubo, cada uno, con una calzada de dos carriles unidireccionales.

En la Autopista Conexión Pacífico 2 se destaca la construcción del Túnel de Mulas (2 tubos), obra que hace parte de la Unidad Funcional 3 y que contará con 2.5 km de longitud. En Caldas se construye el Túnel de Tesalia, del proyecto Pacífico 3. Esta estructura tendrá 3.4 km y conectará las veredas El Cairo (portal entrada) y La Libertad (portal salida), hasta la fecha la longitud excavada es de 2.9 km.

Desafíos / presencia de agua

El principal desafío consiste en atravesar la Falla Patía, donde se ha detectado un flujo significativo de aguas subterráneas en las rocas completamente fracturadas que conforman la zona de falla. Otro aspecto desafiante se debe a la cobertura máxima del túnel de 550 metros, ya que debido a las presiones de agua y gases que se observan a medida que se adentra en el túnel, se dificultan las operaciones de excavación.

En el proyecto Bucaramanga-Barranca Bermeja-Yondó se construyen dos túneles, entre ellos el de La Paz, el cual tendrá una longitud de 3.1 km y conectará al municipio de Lebrija con la vereda Lisboa.

Para la construcción de este túnel se requiere mantener aproximadamente 200 personas divididas en diferentes turnos tanto por la boca de entrada y de salida. Dentro de este túnel trabajan ingenieros residentes, cargadores, operadores de máquinas Robojet, jumbistas (operadores de máquinas perforadoras Jumbo) electricistas, mecánicos, SST, controladores de entrada y salida de maquinaria y ayudantes.

Nuevos túneles en las 4G

- Autopista al Mar 1: 1 tubo
- Autopista al Mar 2: 17 tubos
- Autopista Conexión Pacífico 1: 4 tubos
- Autopista Conexión Pacífico 2: 2 tubos
- Autopista Conexión Pacífico 3: 2 tubos
- Vías del Nus: 2 tubos
- Bucaramanga-Yondó: 2 tubos
- Iniciativa privada (IP)
- Chirajara-Fundadores: 6 tubos
- Girardot-Ibagué-Cajamarca: 6 tubos
- Pamplona-Cúcuta: 2 tubos
- Bogotá-Girardot: 4 tubos
- Mulaló-Loboguerrero: 5 tubos
- Transversal del Sisga: 15 tubos para repafilamiento.



PANORAMA DE LOS TÚNELES EN COLOMBIA

Invías tiene en túneles más de **18,8 kilómetros**

ANI tiene más de **40,9 kilómetros** de túneles terminados

48,9 kilómetros en preconstrucción por la ANI

En 90 años se construyeron más de **42 kilómetros** de túnel (1920-2010)

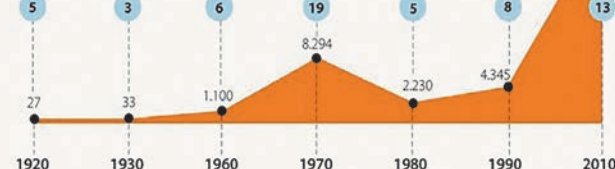
Construcciones más extensas

Construcciones más extensas	Ubicación	Inversión
Túnel del Toyo 9,75 kilómetros	Entre Medellín y las autopistas del Mar y Mar 1	Presupuesto de \$1,83 billones
Túnel de la Línea 8,6 kilómetros	Ibagué - Calarcá	Más de \$629.000 millones
Túnel Fernando Gómez Martínez (de Occidente) 4,6 kilómetros	Vía Medellín - San Jerónimo	\$325.000 millones
Buenavista Misael Pastrana Borrero 4,5 kilómetros	Vía Villavicencio - Bogotá	US\$400 millones (en 2002)
Guillermo León Valencia 4,2 kilómetros	Vía Bogotá - Melgar	\$190.000 millones

Construcciones entre 1920 y 2010 según Asocreto

Cifras en metros

● Número total

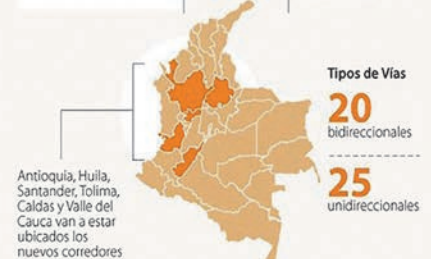


Nuevos túneles

Los que están en revisión de estudio y diseño

Según la ANI 42 túneles están en etapa previa / Suman **48,9 kilómetros**

Túnel	Departamento	Longitud
Concepción		
La Sorda Bucaramanga - Barranca - Yondó	Santander	2,4 kilómetros
Amagá (calzada izquierda) Conexión Pacífico 1	Antioquia	4,1 kilómetros
Túnel largo Loboguerrero Mulaló - Loboguerrero	Valle del Cauca	5,4 kilómetros
Túnel de Tesalia (primera fase) Conexión Pacífico 3	Huila	3,4 kilómetros



Fuente: ANI / Invías / Asocreto / Gráfico: LR/CM

La minería como factor clave del desarrollo en Chile



Francisco Costabal

Las cifras muestran que los países que cuentan con una industria minera relevante han sido capaces tener un desarrollo económico más acelerado que aquellos basados en otras industrias. La minería tiene la responsabilidad de estar siempre un paso adelante en la productividad, seguridad y sustentabilidad de sus procesos, por tanto el desarrollo tecnológico resulta clave y EXPOMIN 2020 cumple un papel relevante para asegurar estos propósitos.

Tecnología

La tecnología genera cambios de alto impacto, Mejorando la eficiencia. Hoy vivimos transformaciones tecnológicas incesantes y se han caracterizado a nuestra época como una cuarta revolución industrial que está cambiando las formas de relacionarnos, de entender el mundo, de trabajar, y las formas de organizarse. La digitalización, el manejo de big data y data science, la inteligencia artificial y automatización de procesos, son algunos de los desarrollos que día a día se abren paso en los diversos sectores productivos.

Los cambios en ciernes que se están generando con la inteligencia artificial, y en minería, se muestra el impactando positivo de la toma de decisiones y en la eficiencia.

Decisiones

Tenemos la oportunidad de hacer un cambio en nuestras labores, para así avanzar al futuro de la minería. De no adoptar correcta y oportunamente los beneficios tecnológicos, habremos perdido una excelente oportunidad para desarrollar labores con más seguridad, competitividad, productividad y más sostenibles en el tiempo.

EXPOMIN 2020 muestra nuevas tecnologías, aportará ideas y experiencias en temas como el entorno, los proyectos, la innovación, la productividad, la digitalización y automatización, los clientes y mercados,



mujer y minería, también sobre la cadena de abastecimiento. Permite observar y enfocarnos en el futuro, para innovar y avanzar hacia la minería que necesita el mundo. Los invito a participar en esta feria de calidad mundial, pues queremos más y mejor minería para quienes participamos en esta industria, para Chile y para el mundo.

*Francisco Costabal,
Presidente del XVI
Congreso Internacional EXPOMIN 2020*

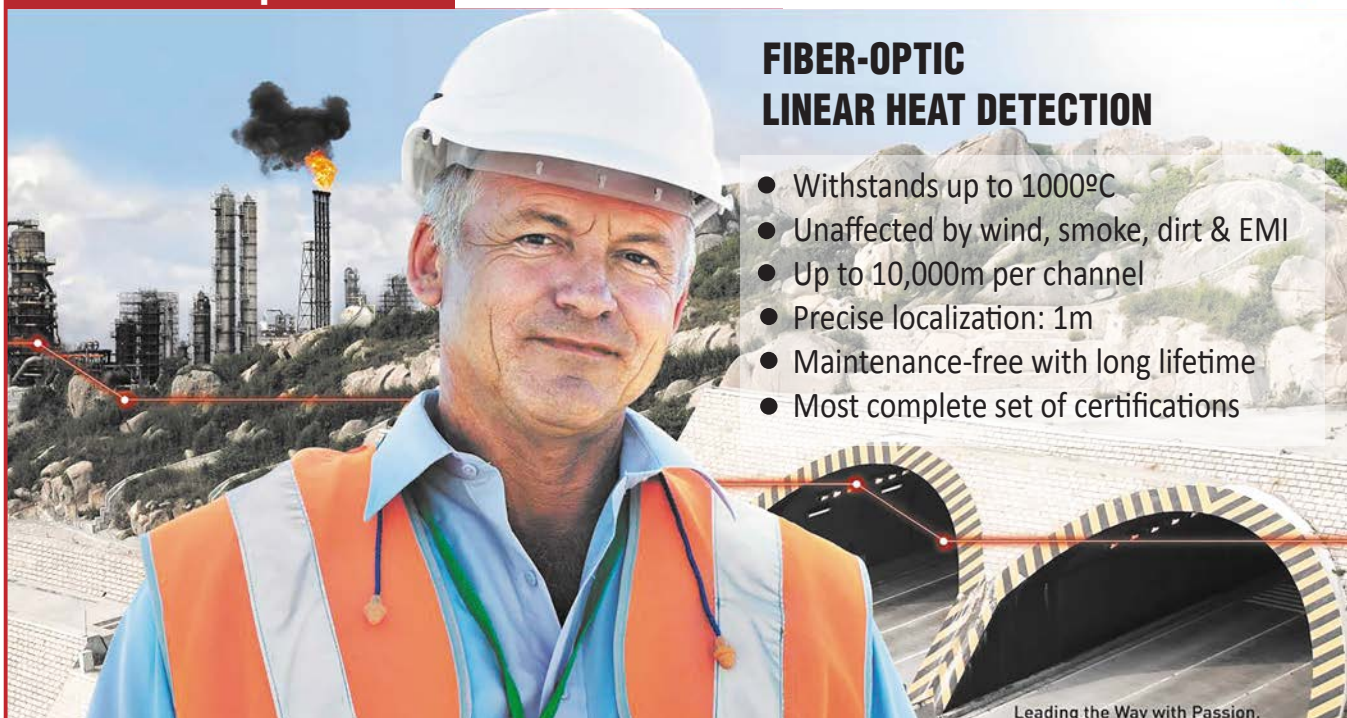
Detección lineal de calor en fibra óptica

AP SENSING
advanced photonic



FIBER-OPTIC LINEAR HEAT DETECTION

- Withstands up to 1000°C
- Unaffected by wind, smoke, dirt & EMI
- Up to 10,000m per channel
- Precise localization: 1m
- Maintenance-free with long lifetime
- Most complete set of certifications



Leading the Way with Passion.

Argentina: Sistema Riachuelo, 40 Km. de Túneles



Ing. Marcela Álvarez
Directora Sistema Riachuelo

Beneficios

Esta mega obra esta gerenciada por la Ing. Marcela Álvarez, obra que será culminada a fines del año 2021. La nueva tunelera Mixshield estará a cargo del último tramo del Sistema y que va desde Boca-Barracas hasta la planta; lo que se llama Desvío Colector Bajo Costanera y que será la futura fosa de grue-sos.

- 4 ' 300.000 personas beneficiadas
- 1,500 puestos de trabajo
- 40 km de túneles

El Sistema Riachuelo es la ampliación del sistema troncal de cloacas que se realiza en la metropoli de Buenos Aires en más de 70 años. Esta mega obra va a solucionar la capacidad de transporte de desagües cloacales, mejorando el servicio y evitando la contaminación del Riachuelo por efluentes cloacales. En un futuro, beneficiará a 1.5 millones de vecinos, generando mejoras en salud pública, medio ambiente y desarrollo social.

Tres obras la conforman

El Mega Colector: más de 30 km de túneles que recolectarán los desagües cloacales a lo largo de la margen izquierda del Riachuelo y los transportarán hasta la Planta de Pre-tratamiento (60% avance)

La Planta de Pre-tratamiento: se está construyendo en Dock Sud, Avellaneda, y tratará los líquidos recibidos del Mega Colector (19% del avance).

El Emisario: un túnel que irá por debajo del agua volcará los líquidos ya tratados al Río de la Plata, a 12 km de la costa, completando el proceso de depuración. 10.5 Km. construido.

Las obras de túneles, del megacolector en particular, están hoy en un avance próximo a superar el 60%: el Colector Margen Izquierda Tramo 1, de 1,6Km construido en Pipe Jacking de 800mm de diámetro, ya está finalizado. El Colector Margen Izquierda Tramo

2, de 9,5 Km construido con máquina TBM de 3200mm, ya tiene 4,5 kilómetros construidos aproximadamente. Por otro lado, las obras Complementarias, son ramales que acometen perpendicularmente al colector principal que tienen como objetivo interceptar pluviales y arroyos para extraer el efluente cloacal clandestino que está presente allí y que contamina de manera cruda al Riachuelo, interceptar la 2° y 3° cloaca máxima y desafectar estaciones de bombeos. De los 14Km de túnel que conforman las obras Complementarias, en diámetro 800 y 1100 construidas con método del Pipe Jacking, se tiene el 90%.

El túnel Emisario, construido con máquina TBM en diámetro 4300mm, en la actualidad ya están ejecutados 10 kilómetros de los 12 totales. Y la expectativa es que el túnel quede totalmente construido a fin de año y luego, ya iniciar la etapa desafiante, que es la construcción de los raisers; estos difusores que van a perforar el techo del túnel con una metodología totalmente innovadora. Va a ser la primera vez en el mundo que se usa esta metodología. Las máquinas van a ser enviadas desde Italia. Y se empezará a montar dovelas especiales que el túnel va a requerir, en coincidencia con la distribución que van a tener esos 34 difusores en el último kilómetro y medio.

Tecnología-proveedor

Son dos máquinas que se fabricaron y se diseñaron expresamente para este proyecto, es una especie de Pipe Jacking vertical, en este caso de acero inoxidable. La empresa italiana Palmieri, fue el desarrollador junto con Salini Impregilo no solo del diseño de la metodología; sino también de fabricar las máquinas.

Tramos

El Lote 1 está dividido constructivamente en tres tramos:

- El primero, desde su origen en el límite de la Ciudad de Buenos Aires y el partido de La Matanza, lo llamamos Colector Margen Izquierda Tramo 1 que se ha construido con la metodología del Pipe Jacking en un diámetro 800.
- El siguiente tramo, desde Villa Lugano, en lo que se conoce como Plaza del Avión hasta Barracas, es el Colector Margen Izquierda Tramo 2, es el más largo de los tres tramos de la obra, y se construye con una máquina tipo TBM EPB en diámetro interno de 3,20 metros.
- El último, que es desde La Boca-Barracas

hasta la planta, lo llamamos Desvío Colector Bajo Costanera. Y aquí, la empresa contratista decidió utilizar una máquina tunelera TBM pero del tipo Mixshield.

Diferencias-ventajas

La diferencia característica entre la EPB y la Mixshield es que la EPB acondiciona el material de excavación a través de polímeros y espuma para hacer un material que pueda ser extraído a través de un tornillo sin fin que permite la descompresión y después de allí por cinta o vagonetas se lleva el material de excavación a su disposición final.

Contrariamente, la Mixshield a través de la inyección de un lodo bentonítico, hace más líquido el material excavado a fin de que su extracción se realice por bombeos y rebombeos hasta la superficie y allí, a través de una gran desarenadora, hacer la segregación entre el material sólido y la bentonita a fin de que se pueda reutilizar. Es la primera vez en América Latina que se va a utilizar esta tecnología del tipo Mixshield.

La ventaja de Mixshield está relacionada a los suelos que atraviesa y también la impermeabilización que tiene. Es mucho más adépta a estar bajo agua. Trabaja con más presión y no le entra nunca el agua. Es más segura que el EPB. Hay que tener en cuenta que hay todo un trayecto por recorrer antes de llegar al río, y allí hay todo tipo de materiales.

El Lote 3 ha tomado el desafío de poder demostrar que se puede hacer un túnel totalmente bajo el agua, a 40 metros de profundidad con una EPB. El Lote 1, por contrario, ha decidido como una innovación para el proyecto, utilizar por primera vez en estas características de suelos que vamos a atravesar para construir el Desvío Colector Bajo costanera una máquina tipo Mixshield.

Tiempos

En el caso del túnel Emisario, poder hacer la instalación de toda la máquina requirió 300 metros de túneles, porque aquella máquina tiene 220 metros de largo. Con lo cual, durante todo este proceso los rendimientos son más lentos, claramente. Allí, en promedio, estamos haciendo más de 30 metros por día en régimen continuo.

Los rendimientos han superado incluso las expectativas iniciales que teníamos de un promedio del orden más cercano a los 20. En el caso del Colector Margen Izquierda Tramo 2, los rendimientos están por encima de lo esperado, hoy se están haciendo 25 metros por día, habiendo superado ya todas las instancias obviamente de montaje de la máquina completa y de paradas de servicio.

Perú: Mega puerto de Chancay



En la actualidad, La operadora Terminales Portuarios Chancay (TPCh), subsidiaria de Volcan Compañía Minera SAA., viene ejecutando la construcción del túnel y plataformas marítimas. La primera etapa comprende inversión por US\$ 1,300 millones.

El valor total es por US\$ 3,000 millones y está a cargo de TPCh y la empresa china naviera Cosco Shipping. El ejecutivo señaló que la operación del puerto está sujeto a que se apruebe la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental (MEIA). Si la aprobación se diera antes, la puesta en operaciones se haría para fines del 2021.

Características

La 1ª etapa del puerto contará con cuatro muelles donde se hará recepción de conte-

nedores. Se ubicará en el norte de Punta Chancay y en una extensa zona al sur-este de dicha ciudad, y tendrá dos principales componentes: El Terminal Portuario Multipropósito y La Zona de Actividades Logísticas. En el 2016 se comenzó el movimiento de tierras, en una primera etapa que comprende la instalación del espacio de graneles, sólidos, líquidos y material rodante. Su presupuesto es de US\$ 480 millones, para la carga rodante,

se construirá un Túnel Profundo de 1,8 kilómetros y de tres carriles, que unirá a la zona portuaria con el complejo de ingreso, por debajo de la ciudad de Chancay. Los trabajos durarán unos 30 meses, y concluirán en el año 2019. Las etapas siguientes comprenden la construcción de un muelle granelero, luego dos amarraderos de contenedores, el frente de atraque y grúa pórtico. En las siguientes etapas se prevé la construcción de más muelles.

Impacto Económico

La construcción de contenedores se hará en la tercera etapa del proyecto. La cual está prevista para el año 2024. Para este periodo, la empresa invitará a diferentes operadores

portuarios de Asia, Europa y Latinoamérica. Se espera que participen como socios estratégicos a través de un banco de inversión, a la fecha hay no menos de 15 a 16 empresas interesadas. Este será el primer puerto de titularidad privada y uso público. Se espera que el complejo impulse actividades industriales, comerciales y logísticas de valor agregado en la zona centro-norte del país. También que, al finalizar el proyecto, la zona se transforme en un Hub portuario para toda la costa del Pacífico Sur.

Desarrollo del viaducto subterráneo

El desarrollo del Estudio Conceptual e Ingeniería Básica del Viaducto Subterráneo de los Terminales Portuarios de Chancay, tiene como objeto definir a nivel de Estudio Conceptual (Estudio de Perfil) y a nivel de Ingeniería Básica (Estudio de Factibilidad) un viaducto de tres carriles de 3,50 m de anchura cada uno y una longitud de 2.477,15 m, dentro del cual se incluye un túnel de 1.791 m de longitud que unirá el Complejo de Ingreso con la Zona de Operaciones Portuarias de la Terminal. Se definió a nivel de Estudio Conceptual, las fajas abiertas y convencional para el transporte de graneles sólidos sucios y limpios. Se trata de dos fajas abiertas de 1.600 TPH y longitudes de 169,25 m y 2.396 m; y una faja tubular de 2.500 TPH y de longitud 2.946,45 m.

PEVOEX

PEVOEX CONTRATISTAS SAC.

Expertos en:

- Planeamiento de Minado
- Explotación a Tajo Abierto
- Construcción y Recrecimiento de Presa de Relaves
- Construcción de Carreteras
- Obras Civiles en General
- Gestión Social



PEVOEX CONTRATISTAS SAC

Dirección: Av. Circunvalación Club Golf Los Incas N° 154

Df. 404, Santiago de Surco, Lima 33- Perú

Teléfono: (511) 683-2277 Cel: 940-482807

E-mail: presupuestos@pevoex.com.pe

edgard.mucho@pevoex.com.pe / romulo.mucho@pevoex.com.pe

www.pevoex.com.pe



Perú: Viabilidad Túnel Ancón-Chancay

Ing. MSc. MBA Raúl E. Rojas Saldivar

Justificativa

La Construcción del Túnel Carretero Pasamayo Ancón-Chancay, es de necesidad pública para incrementar el desarrollo social-comercial, sustentado por diversos factores:

- Reducción de accidentes de tránsito.
- Reducción del tiempo de viaje y mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios de esta vía.
- Desarrollo de las ciudades de Chancay, Huaral, Huacho, Huarmey.
- Modernización de túneles y autopistas.
- Atención al incremento de tráfico por inicio de operaciones del Mega Puerto de Chancay.
- Ampliación de los límites del Proyecto Futuro Anillo Vial de Lima.

En este artículo se estudian los aspectos de tiempos y costos del Proyecto.

Geomorfología

Ubicado entre Ancón (Lima) y Chancay (Huaral), en la costa con una longitud aproximada de 15.5 Km.

El Proyecto atraviesa 4 unidades estratigráficas:

- Depósitos eólicos recientes (Qr-e), parte superficial de los portales de túnel y parte superior central del túnel.
- Depósitos eólicos fosilizados del Pleistoceno (Qp-e), afloran en los acantilados desde Punta El Buitre hasta parte sur del Proyecto.
- Afloraciones de roca volcánica (Kms-q) del Grupo Casma (Volc. Quimana), compuesta por andesitas gris verdosas y metavolcánicos, afloran en los picos al norte y al sur de la Variante Pasamayo.
- Afloración de roca de la Formación Atocongo (Ki-at), rocas sedimentarias calizas y margas, se presentan medianamente fracturadas y afloran en acantilados de la parte norte del Proyecto.

Geometrías

- Sección de Excavación Convencional (D&B + NATM) del Túnel. Se considera un túnel principal con sección de excavación en Roca de 130 m² y Suelo de 165 m², con túnel de servicio (ruta de fuga), paralelo, y túneles de conexión perpendiculares a cada 500 metros.
- Geometría de Sección de Excavación en Túnel TBM. Se consideran 2 túneles gemelos TBM en paralelo con un diámetro de 9.3 m, con túneles de conexión perpendiculares a cada 500 m.

Estudios de tiempo

Considerando roca (70%), mixto (20%) y suelo/falla/portales (10%), se tiene 5.4 años (Met. 1) y 6.2 años (Mét. 2). Integrando diagrama espacio-tiempo se tiene 6.25 años.

Estudio de Costos del Proyecto

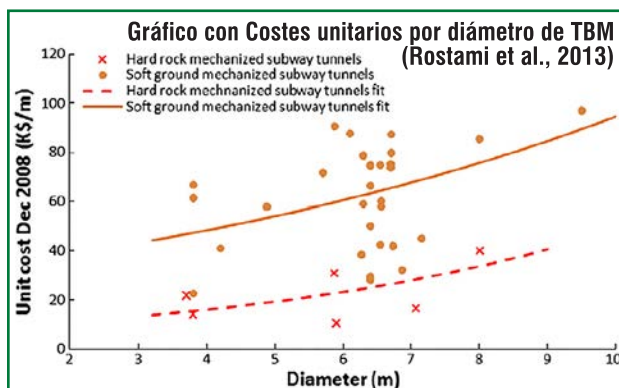
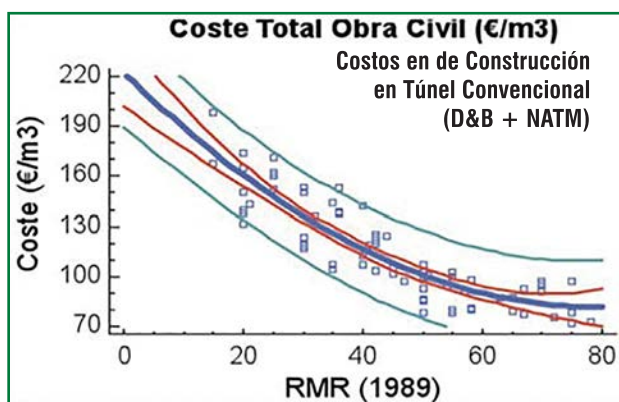
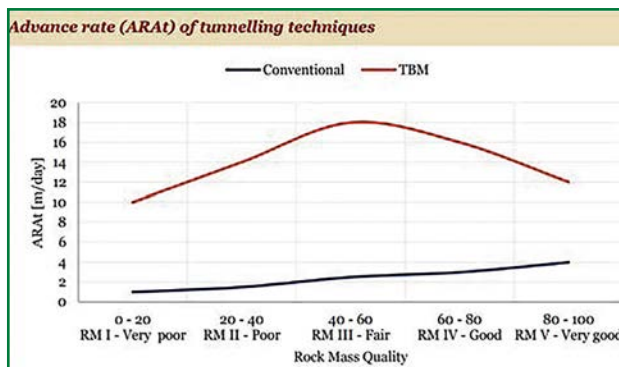
a) Costos en de Construcción en Túnel Convencional (D&B + NATM). Se obtuvo 326.1 MU\$, con las consideraciones de Roca (70% con RMR de 60 a 80), Mixto (20% con RMR de 20 a 60) y Suelos/Falla/Portal (10% con RMR de 0 a 20), corrigiendo valores el costo estimado es el valor mayor calculado de 452 MU\$.

b) Costos en de Construcción en Túnel TBM. Método del Gráfico de Rostami (2013). Costos con TBM: Para el diámetro de 10m, se tiene un costo por 1 TBM: 1,094.61 MU\$ y por 02 TBMs: 2,180.22 MU\$.

Conclusiones

Se presenta una metodología que puede ser aplicada para evaluar proyectos de túneles carreteros largos, y que también se pretenda estimar tiempos y costos en la etapa inicial del proyecto.

Se presentan los fundamentos técnicos que sustentan la pre-viabilidad técnica del proyecto del Túnel Pasamayo Ancón-Chancay, de aprox. 15.5 km de longitud, habiéndose encontrado que es aplicable la Metodología de D&B + NATM como la mejor, debido a mejores tiempos y costos, comparada a la alternativa de excavación por TBM.





Going Underground: Sustainable solutions
for a changing world

Congreso Mundial de Túneles 2022

La Asociación Mexicana de Ingeniería de Túneles y Obras Subterráneas, A.C., AMITOS, se complace en invitarlos al Congreso Mundial de Túneles 2022 y la 47ª Asamblea General de la ITA que se realizará en Cancún del 6 al 12 de mayo de 2022. México es un país que ha crecido rápidamente en infraestructura, especialmente en comunicaciones y servicios urbanos, por lo tanto, las obras subterráneas nos son esenciales para un desarrollo más eficiente y sostenible. Para AMITOS, organizar el evento de túneles líder en el mundo es un desafío, en el que mostraremos las últimas innovaciones, tendencias y avances en todas las áreas de túneles, desde el diseño hasta la construcción, desde la planificación hasta el mantenimiento; se trata de un foro de discusiones científicas, técnicas y profesionales sobre temas que van desde la construcción, hasta el impacto ambiental y la resiliencia socio-ecológica; también es una oportunidad para acoger a nuestros colegas y socializar con expertos líderes de todo el mundo, compartiendo nuestra cálida hospitalidad mexicana y



Cancún
6-12 de mayo

garantizándoles el disfrute de la enorme cantidad de actividades culturales, experiencias gastronómicas, visitas arqueológicas y, por supuesto, las bellezas naturales de nuestra costa caribeña. El fomento de la innovación y el desarrollo sostenible en la organización del WTC 2022, así como las presentaciones técnicas, son temas clave. Estaremos encantados si logramos inspirar a toda una nueva generación de ingenieros y profesionales a interesarse tanto en los trabajos como en los logros de ITA-AITES. El congreso también estará abierto a campos especializados relacionados con aspectos sociales, antropológicos y culturales.

Futuro • Tecnología • Humanidad • Sustentabilidad

ASSOCIATION
INTERNATIONALE DES TRAVAUX
EN SOUTERRAIN
AITES



Subtera Concept Underground Services

EXPERIENCIA Y SERVICIOS

- Inspección de Escudos EPB y SPB.
- Diseño de especificaciones técnicas para la construcción de túneles con escudos EPB y Slurry.
- Diseño de Túneles Urbanos.
- Diseño de Dovelas.
- Procesamiento y análisis de Data (Data Management) en Excavaciones EPB.
- Técnicas para Mejorar el Terreno en Construcciones de Túneles.
- Diseño de Shaft y Soportes de Excavación.
- Venta y Alquiler de Equipos para la Construcción de Microtúneles.



TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

Como expertos en la construcción de obras subterráneas nos dedicamos a soportar a entidades públicas, constructoras y empresas consultoras en Latinoamérica en las diferentes fases de diseño, construcción y supervisión de túneles mecanizados. Nuestra experiencia internacional, nos permite ofrecerle a nuestros clientes soluciones integrales y eficientes en cada uno de sus proyectos.



EXPERTOS EN TÚNELES MECANIZADOS

EQUIPOS DE MICROTUNNELING:

- Cabezas de Corte para diferentes tipos de suelo Micro TBM.
- Cabinas de Control.
- Sistema de Bombeo de Lodos Bentoníticos
- Jacking Frames con diversidades de cargas.
- Lasers y targets.
- Discos y herramientas de corte.
- Plantas de Separación de finos.
- Bombas.
- Sistemas Eléctricos.
- Kits de Extensión.
- Powerpacks hidráulicos.
- Tuberías de bentonita.
- Cilindros interjacks.
- Cilindros Telescópicos.
- Trailing Pipes.
- Tuberías de slurry.
- Anillos de empuje



MICROTUNNELING

Subtera Concept ofrece asesoramiento para el diseño y construcción de microtúneles. Esta técnica moderna es muy utilizada en las principales ciudades del mundo para renovar líneas de drenajes, alcantarillado, instalación de tuberías de gas y petróleo en refinerías, etc. Somos pioneros en Latinoamérica con esta técnica de construcción de túneles de diámetro pequeño.

