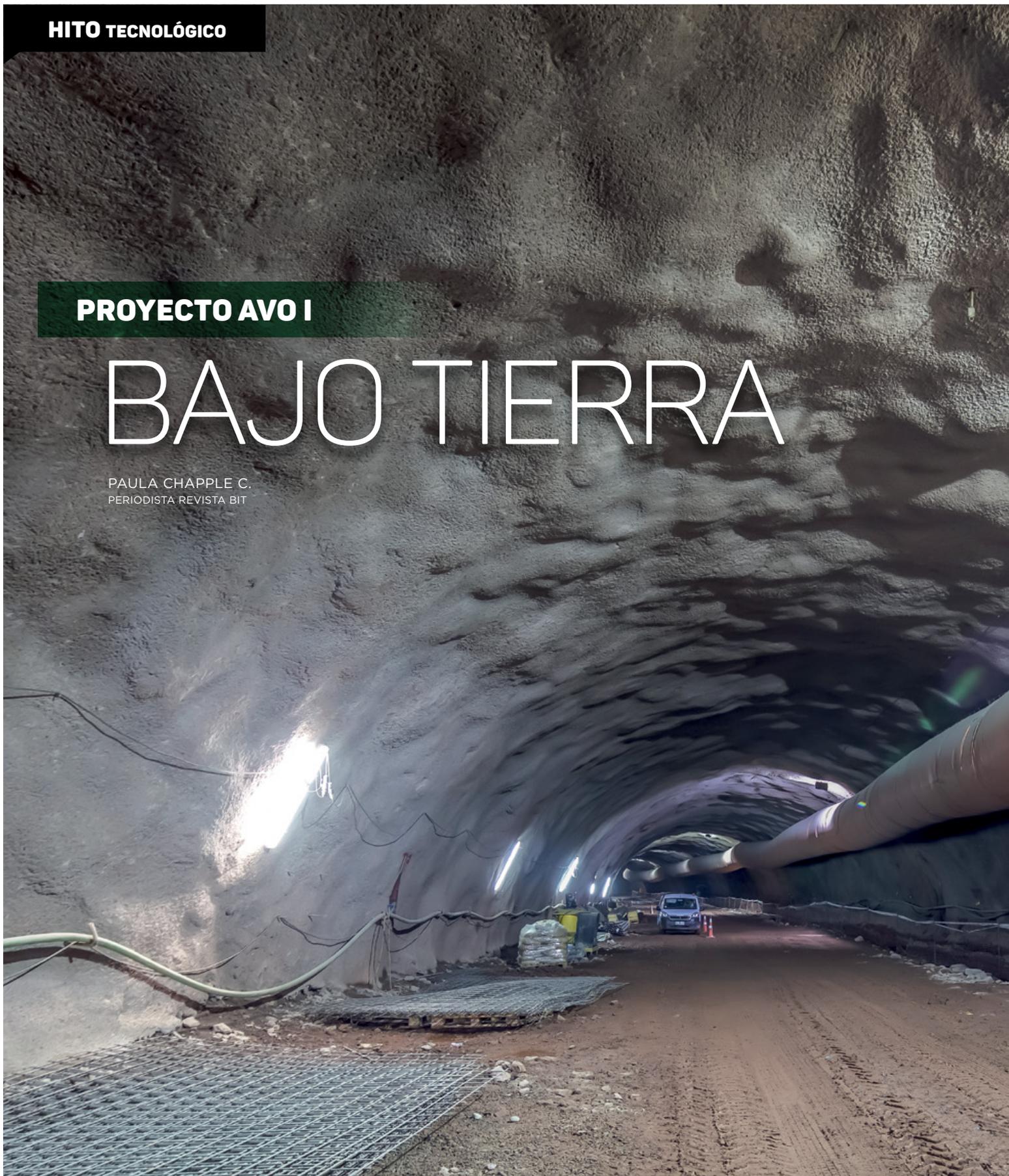


HITO TECNOLÓGICO

PROYECTO AVO I

BAJO TIERRA

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT





- Con una longitud aproximada de poco más de 9 km, la obra destaca por la versatilidad de las tipologías constructivas aplicadas en los túneles y viaducto que contempla, junto con las medidas que se ejecutaron para minimizar las interferencias con las vialidades, servicios y edificaciones existentes. Modelo bajo tierra.

FICHA TÉCNICA

Nombre Contrato Concesión: Américo Vespucio Oriente, Tramo Avenida El Salto-Príncipe de Gales (AVO I).

Sociedad Concesionaria: Vespucio Oriente S.A.

Inicio Concesión: Marzo 2014.

Inicio Construcción: Noviembre 2017.

Inicio Operación: Abril 2022.

Total Inversión (UF): 24.979.686.



L CONTRATO “Concesión Américo Vespucio Oriente, Tramo Avenida El Salto – Príncipe de Gales” (AVO I), se sitúa en la Región Metropolitana de Santiago, abarcando las comunas de Huechuraba, Recoleta, Vitacura, Las Condes, La Reina y Ñuñoa.

Consiste en la construcción y explotación de una concesión vial urbana con una longitud aproximada de poco más de 9 km, obras a cargo de la Sociedad Concesionaria Américo Vespucio Oriente.

“Su diseño contempla la ejecución de dos calzadas expresas de tres pistas por sentido en casi toda su extensión. En particular, desde el sector de El Salto hasta el sur del Puente Centenario, se proyecta la ejecución de un Viaducto de 1.290 m y un túnel de tres pistas bajo el Cerro San Cristóbal y bajo el río Mapocho, diseñado para el tránsito en sentido poniente – oriente”, detallan a Revista BiT desde la Dirección General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas (MOP).





El proyecto destaca por la gran variedad de tipologías constructivas en lo que se refiere a los túneles que contempla la obra.



Por su parte, para el tránsito en sentido oriente - poniente, se contempla el mejoramiento de la vialidad preexistente en superficie de La Pirámide. Respecto del resto del trazado, el cual se extiende desde el sur del Puente Centenario por el norte, hasta Príncipe de Gales por el sur, se proyectan dos calzadas de tres pistas en solución subterránea (Trinchera Cubierta y Túnel Minero Híbrido), hasta las inmediaciones de Avenida Vespucio con Las Luciérnagas por el sur.

Durante estos casi dos años de construcción, un punto relevante del proyecto ha sido la información y comunicación de las obras a las comunidades del entorno cercano. “Es de vital importancia mantener una comunicación fluida con los vecinos y usuarios. Estamos conscientes de las molestias que puede causar una obra de la envergadura de AVO I, pero la comunicación oportuna y cercana ha sido fundamental en esta etapa”, asegura el gerente técnico de la Sociedad Concesionaria, Luis Felipe García.

AVO I tiene prevista su puesta en servicio provisoria a mediados del primer semestre del año 2022, y consta de dos sectores: Sector 1, que va desde Avenida El Salto a Puente Centena-

rio, y el Sector 2, que va desde el Puente Centenario hasta Avenida Príncipe de Gales. En agosto pasado la obra se encontraba con un avance físico del 12 por ciento.

TÚNELES BAJO TIERRA

Por sus particularidades, el proyecto presenta interesantes desafíos. En primer lugar se trata de una obra que posee variadas tipologías constructivas (Viaducto, Túnel Minero, Trinchera Cubierta, Túnel Minero Híbrido) y además está emplazada en una zona urbana.

También se debe considerar, como aspecto relevante, el tiempo e incertidumbre que conlleva el traslado de los servicios existentes. “La obra cruza sectores residenciales de las comunas de Vitacura, Las Condes y La Reina, situación que implica el desarrollo de las obras compatibilizándolo con el entorno. Adicionalmente, se debe considerar que esta autopista colinda con otras vías expresas que corresponden a otras concesiones y se necesita coordinar bien este trabajo”, comentan desde la Dirección General de Concesiones.

Si bien bajo tierra los túneles mineros contemplan métodos de excavación, sostenimiento, revestimiento e impermeabilización convencionales para túneles viales urbanos en Chile, es destacable la galería de evacuación bajo el túnel principal y la caverna de bifurcación del Ramal Mapocho por sus dimensiones, cuya longitud es de 250 m de largo y ancho entre 17 a 27 metros.

En los túneles en trincheras, en tanto, la mayor novedad es la dimensión de la estructura en trinchera doble de 5 kilómetros de largo y su es-

tructuración para el soporte de la losa que divide el nivel -2 con 3 pistas sentido Norte-Sur del nivel -1, con 3 pistas sentido Sur-Norte, donde se han empleado varios diseños. A la fecha, destaca el avance de 400 metros que se registra en el nivel -1 del tramo Espoz-Candelaria Goyenechea, en la comuna de Vitacura.

La gran variedad de túneles en el proyecto suma un ingrediente técnico adicional por la versatilidad en su ejecución. Entre los túneles que se contemplan desarrollar en AVO 1 están:

TÚNELES MINEROS

Se ejecutarán con el Nuevo Método Austriaco de Excavación de Túneles (NMA o NATM en inglés), tanto para roca como en suelo, siendo la diferencia entre ambos la siguiente:

EN ROCA: Se están excavando con perforación y tronadura convencionales, con equipos de jumbos de perforación, y/o palas con martillos conforme a la dureza encontrada y extracción del material con palas y camiones. El sostenimiento conforme al tipo de roca varía desde pernos de expansión colocados y shotcrete con fibra a marcos metálicos THN y HEB y paraguas de micropilotes. Para su instalación se usan robots shotcreters, camiones plumas y jumbo de perforación.

EN SUELO: Se excavan solo con pala, con carga a camiones, el sostenimiento es de shotcrete, marcos y paraguas de micropilotes. "Posteriormente se colocará revestimiento en el túnel principal bajo el Cerro San Cristóbal, en el cual se consideran como refuerzos desde fibras estructu-

rales, mallas electrosoldadas y barras de armadura", detallan desde el MOP. Cabe destacar que los túneles mineros del proyecto vigente son los siguientes:

Túnel La Pirámide que será unidireccional de sentido norte - sur de 3 pistas de 2.034 m de largo, de sección ovoidal y dimensiones ancho interior de 14 m x 11 m de alto aproximadamente.

Túnel Ramal Mapocho de una sola pista de 415 m de largo, de sección ovoidal de alrededor de 8,70 de ancho por 9,40 m de alto.

Túneles Mineros Nudo Kennedy en suelo, éstos son el Ramal A-A1, que consta de un túnel de 334 m de largo de doble pista y 2 túneles de una pista de 175 m y 111 m. Y el Ramal 5N que consta de un túnel de 109 metros de largo de doble pista.

Túnel Bajo Metro Escuela Militar, Subcentro y estacionamientos, que considera 2 niveles de 3 pistas superpuestas de 146 metros de largo, éste se excava con método NATM.

Túnel Ramales Los Militares que consta de un doble carril de 48 m de largo, el que se bifurca en 2 ramales simples de 84 y 184 m de largo, respectivamente.

Túnel Minero Híbrido, según detallan en la Sociedad Concesionaria, consiste en un túnel en modalidad híbrida desde Avenida Apoquindo a Avenida Príncipe de Gales (2,7 km), emplazado bajo y a lo largo del Parque Américo Vespucio, que acogerá a las calzadas expresas, con dos sentidos de circulación de tres pistas cada uno. "Esta solución constructiva en túnel subterráneo se resuelve en una modalidad mixta, ejecutando la plataforma del nivel -1 mediante una estructura de túnel en mina convencional, mientras que el nivel -2 se resuelve mediante una estructura tipo trinchera cubierta, el cual permitirá alcanzar la cobertura y recubrimiento necesario para salvar las infraestructuras existentes en el enlace de Avenida Apoquindo y enlazar en la zona de Avenida Príncipe de Gales con el Proyecto AVO II (ver recuadro). Esta técnica permite reducir en un 85% la afectación del Parque Vespucio y disminuir la alteración a servicios y tránsito durante la etapa de construcción, los que se verán afectados solo por las rampas de acceso", detalla el gerente técnico de AVO.

TÚNELES EN TRINCHERA

Otra modalidad constructiva es la trinchera, porque se excavan en suelos desde la superficie, y para su excavación se usan palas y camiones convencionales, "en donde el sostenimiento corresponde a una estructura de trinchera doble en las vías expresas con pilotes, unidos por losas de hormigón armado o postensadas y contenidas con muros forros de shotcrete, más malla y estampidores", señalan desde el MOP.

PLAN GEOMECÁNICO

El método NATM, empleado en otros túneles viales urbanos en Santiago (San Cristóbal y ACNO) y Valparaíso (La Pólvo-ra), asegura el poder enfrentar un amplio rango de rocas, desde suelos hasta las más duras.

Cabe destacar que en el caso del Túnel unidireccional bajo el Cerro San Cristóbal (La Pirámide) de 2.034 m de largo aproximadamente y 3 pistas, dadas sus dimensiones

AVO II

Desde el MOP adelantan que el proyecto AVO II fue adjudicado a la Sociedad Concesionaria Américo Vespucio Oriente II S.A. y están en desarrollo los estudios de ingeniería definitiva. El tramo Avenida Príncipe de Gales-Los Presidentes (Concesión AVO II), incluye, la realización del proyecto definitivo, construcción, explotación y conservación de una vialidad subterránea de 5,2 km, cuyo trazado se desarrolla en la proyección de Avenida Américo Vespucio con Avenida Ossa, abarcando 4 comunas: La Reina, Ñuñoa, Peñalolén y Macul, empalmándose por el norte, con la Concesión AVO I y por el sur con la Concesión Américo Vespucio Sur.

Su diseño contempla la ejecución de 2 túneles mineros con 3 pistas por sentido, que se emplazan bajo la Línea 4 del Metro en todo el tramo comprendido entre las inmediaciones de estación de Metro Príncipe de Gales y estación de Metro Los Presidentes.

Se estima que en 2019 estará el proyecto vial aprobado y se someterá al sistema de evaluación ambiental, cuyo resultado, a través de una RCA, se estima aprobada para el primer semestre de 2021, con un presupuesto oficial de (UF) 19.670.000.

MÉTODO CONSTRUCTIVO TRINCHERA CUBIERTA



DESPEJE Y EXCAVACIÓN EN SECTOR CENTRAL



CONSTRUCCIÓN DE PILAS



CONSTRUCCIÓN DE LOSA SUPERIOR



EXCAVACIÓN DE SECTOR CENTRAL BAJO LOSA SUPERIOR



CONSTRUCCIÓN DE SEGUNDA LOSA Y TÉRMINO DE LA EXCAVACIÓN



SOLUCIÓN FINAL EN TRINCHERA CUBIERTA EN DOS NIVELES

(ancho interior 14 m x alto 11 m aproximadamente), deberá excavar en varias fases.

En terrenos de RMR (clasificación geomecánica, acrónimo del inglés rock mass rating) superior a 45 puntos, la excavación se realizará en 3 fases: avance, destroza y zanja para galería de evacuación.

Mientras que en terrenos de RMR entre 35 y 45 puntos, la excavación se realizará en 4 fases: avance, destroza en dos bancos desfasados y zanja para galería de evacuación.

Finalmente en terrenos de RMR inferior a 35 puntos la excavación se realizará en 5 fases: avance, destroza en tres bancos de los que inicialmente se excava el central, para después ir excavando los laterales, manteniendo siempre un desfase entre ambos, finalmente se excava la contra bóveda. También existe un tramo en caverna de 250 m de largo que requerirá más secciones.

El control geotécnico del frente se lleva a cabo caracterizándolo in situ, mediante la aplicación de una clasificación geomecánica. Se realizará, en cada fase, el estudio de la litología, estructura y calidad de los terrenos atravesados.

Otro aspecto abordado es “el paso en zonas con infiltraciones que son normales en este cerro, dado el riego al que es sometido el Parque todo el año, para ello se contempla un sistema de impermeabilización que considera dos soluciones completamente diferentes en cuanto a su concepción”, comentan desde el Ministerio de Obras Públicas.

MÉTODO CONSTRUCTIVO TÚNEL MINERO HÍBRIDO



EXCAVACIÓN TÚNEL (INGRESO DESDE SALIDAS Y ENTRADAS A LA AUTOPISTA)



EXCAVACIÓN DE PILOTES NIVEL INFERIOR DESDE TÚNEL MINERO



EXCAVACIÓN TRINCHERA INFERIOR



EJECUCIÓN LOSA INFERIOR Y ACABADOS



SOLUCIÓN FINAL EN DOS NIVELES



Viaducto

En esta obra, los desafíos tienen que ver con “la ejecución de la obra tratando de minimizar el impacto sobre los flujos existentes y que parte de ellos cruzan por otras autopistas”, indican desde la Dirección General de Concesiones del MOP.

Las dimensiones de los elementos del viaducto a instalar son vigas prefabricadas de 32 a 50 m de largo, que serán colocadas en cepas de 10 a 14 m de alto, en un espacio mínimo.

Está constituido por vigas cajón metálicas simples o dobles con prelosas prefabricadas, apoyados sobre cepas con fundaciones directas, pilotes o micropilotes según el terreno.

La primera es el sistema de drenado para zonas de surgencias de agua puntuales en los tramos de túneles en roca, que canaliza los flujos del agua de infiltración hacia el sistema de drenaje del túnel.

La segunda es un túnel estanco para la zona del trazado, ubicada en el entorno del río Mapocho, en los tramos de túnel en suelo. Este sistema supone que se desarrollarán cargas de presión de agua sobre el revestimiento de los túneles.

En lo que concierne al tipo de roca esperado según la geología básica derivada de campañas de sondajes, perfiles sísmicos, mapeos y la experiencia de los túneles del cerro San Cristóbal, se prevé un perfil geológico de tobas soldadas, tobas brechosas, atravesadas por diques porfídicos y fallas, con RMR 20 a 65 (roca muy mala a buena) y cobertera desde 35 a 155 metros.

EDIFICIOS Y AUTOPISTAS EXISTENTES

Uno de los principales desafíos del proyecto son justamente los edificios, servicios y autopistas existentes en el trazado.

En La Pirámide, el túnel originalmente se emplazaba bajo las pistas actuales existentes, posteriormente, en la variante propuesta por la Sociedad Concesionaria, se reemplazó por un viaducto de 1.200 m de largo que se desarrolla sobre la ruta existente, con un diseño esbelto que minimizó las interferencias con las vialidades existentes.

En el Ramal Mapocho, que emerge colindante al Río Mapocho se ha considerado un muro de pilote secante que minimiza el ingreso de eventuales infiltraciones desde el Río.

En el tramo próximo y bajo el Río Mapocho del Túnel AVO N-S se contempla una sección

especial impermeabilizada como otros túneles hechos por Sociedad Concesionaria Costanera Norte.

En Avenida Américo Vesputio en tanto, la trinchera doble se emplaza dentro del bandejón, con el fin de afectar al mínimo las edificaciones. En el caso del Parque Vesputio, ha sido relevante el desarrollo de las denominadas Campañas de Árboles, iniciativa que busca preservar la mayor cantidad de especies arbóreas ubicadas en el bandejón central de la Avenida Américo Vesputio, entre Puente Centenario y Avenida Príncipe de Gales. Luego de la construcción de la vía expresa, “el Proyecto AVO I contempla el rediseño del Parque Vesputio, preservando y respetando el carácter del parque actual, generando vías segregadas para peatones y ciclistas, mejorando sus componentes de diseño, arborización, equipamiento e infraestructura”, detalla el gerente técnico de la Sociedad Concesionaria.

Las principales estructuras existentes próximas a las obras corresponden a los pasos bajo los cruces de Avenida Kennedy y Apoquindo.

En Avenida Kennedy, el Proyecto de Santiago Centro Oriente (SCO), desarrollado por la Sociedad Concesionaria Costanera Norte S.A., dejó estructuras hechas de forma tal que, las vías expresas y ramales de AVO pasan bajo las losas y entre los pilotes de SCO, lo que minimiza la afección sumado a un monitoreo topográfico en superficie e interior túneles.

Por su parte, en Avenida Apoquindo, el trazado pasa bajo los estacionamientos, centros comerciales y línea 1 del Metro donde también hay un diseño especial con bajos asentamientos, y monitoreo topográfico especial en superficie e interior de los túneles.

En cuanto a los muros en ejecución en el sector de La Pirámide corresponde a un muro TEM que permitirá el ensanche de la pista de acceso a Ciudad Empresarial. Se suma a un muro 7 de hormigón armado de 100 m de largo aproximadamente, que permitirá contener las pistas de las Concesión Vesputio Norte separadas del ensanche de la pista de acceso a Ciudad Empresarial.

Para el año 2022 se proyecta la puesta en operación de AVO I, una concesión vial urbana que dinamizará las distintas comunas de la capital por donde pasará su trazado. Un modelo bajo tierra. ■

NUEVA LÍNEA DE EQUIPOS AIRE ACODICIONADO COMERCIAL LIGERO

CON LA MEJOR EFICIENCIA Y LA MÁS ALTA TECNOLOGÍA



Wi-Fi
Controlador Remoto

- ▶ Versiones disponible en on/off e inverter
- ▶ Equipos con nuevo diseño y más eficientes
- ▶ Unidades Exteriores más compactas con hasta un 35% de disminución en su tamaño.
- ▶ Equipos Inverter con mayores distancias de conexión de cañerías, hasta 75 mt. en equipos de 4 y 5 TR.
- ▶ Unidades Exteriores más silenciosas, hasta 5 dB (A) menos.



ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACIÓN

Soluciones Constructivas

CINTAC®

simplificamos **tu mundo**

La industrialización es nuestra innovación



> Baños modulares



> Metalcon CNC



- ✓ Precisión y eficiencia
- ✓ Fabricación en ambiente controlado
- ✓ Ahorro en plazos de construcción
- ✓ Adaptable a tus proyectos
- ✓ Mayor calidad en terminaciones
- ✓ Desarrollo en diseño BIM

Implemente **BIM** ahora y transforme sus proyectos, desde el diseño a la operación

Los procesos BIM han ayudado a innumerables empresas en diversas industrias a operar de forma más productiva, producir un trabajo de mejor calidad, atraer más talento, y generar nuevos negocios.



 **AUTODESK[®] ARCHITECTURE,
ENGINEERING & CONSTRUCTION
COLLECTION**

AEC COLLECTION Un conjunto de herramientas BIM esencial para diseño de edificios, Infraestructura civil y construcción

 **AUTODESK[®]
REVIT[®]**

 **AUTODESK[®]
INFRAWORKS[®]**

 **AUTODESK[®]
NAVISWORKS[®] MANAGE**

 **AUTODESK[®]
AUTOCAD[®] CIVIL 3D[®]**

 **AUTODESK[®]
AUTOCAD[®]**

AutoCAD Mobile App
3ds Max
ReCap Pro
Rendering
FormIt Pro
Insight
Vehicle Tracking
25 GB Cloud Storage
*Structural Analysis for Revit

One AutoCAD
Autodesk Rendering
Robot Structural Analysis
Revit Live
Fabrication CADMEP
Advance Steel
Structural Bridge Design
Dynamo Studio

 **AUTODESK.**


www.sonda-mco.com



Porque sabemos que con BIM no basta, en Delporte Ingenieros BIM es BIMAGIL.

Las metodologías ágiles han sido utilizadas exitosamente por miles de empresas en la gestión de proyectos. En Delporte hemos entendido que la colaboración y la comunicación integrados al flujo de trabajo BIM son el eje fundamental para lograr una mayor eficiencia y satisfacción de las necesidades del cliente.

Por esto nuestro BIM es con Metodología ÁGIL

PERO AHORA VAMOS POR MÁS

**BIM
FUE UN
GRAN
PUNTO DE
PARTIDA**

DELPORTE
INGENIEROS

24 años más de 8.000.000m² calculados