



ARTÍCULO CENTRAL

— Este tipo de obras ofrecen nuevas posibilidades de desarrollo y crecimiento, donde una planificación urbana que contemple la ocupación del subsuelo, como una forma permanente de liberación de espacio superficial, mejoraría aspectos relacionados con la calidad de vida en las grandes ciudades. Diversas metodologías y maquinarias se utilizan para el desarrollo de obras que van desde transporte subterráneo, hasta túneles y autopistas, entre otras.

CONSTRUCCIÓN Y ESPACIOS SUBTERRÁNEOS

PENSANDO BAJO TIERRA

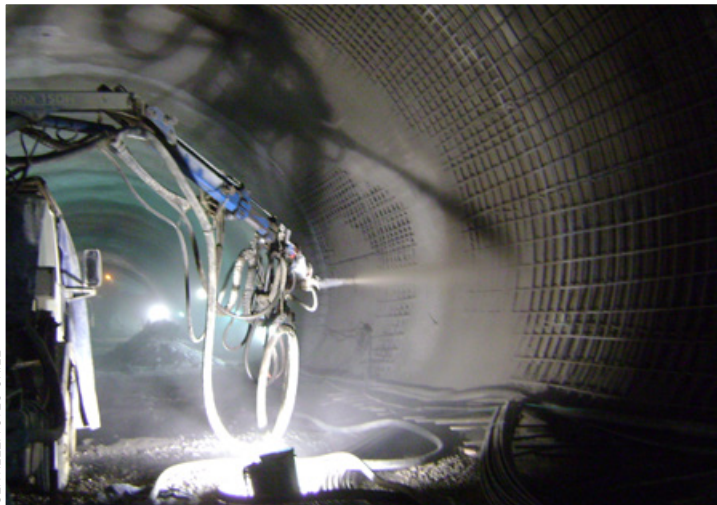
ALFREDO SAAVEDRA L.
PERIODISTA REVISTA BIT

**E****L CONTINUO CRECIMIENTO**

de las ciudades resulta en beneficios para sus habitantes, sin embargo y producto del mismo proceso, el espacio se vuelve más escaso, lo que presenta oportunidades para nuevas alternativas de desarrollo, como la construcción subterránea y el uso del subsuelo. “Chile cuenta con tradición y experiencia en este ámbito, sustentada principalmente en la práctica minera, lo que ha contribuido al desarrollo de diversos proyectos que traen consigo desafíos, que van desde aspectos logísticos, técnicos, hasta el cumplimiento de los requerimientos ambientales y de resguardo de las comunidades aledañas al proyecto”, cuenta Juan Carlos Ulloa, gerente general de Grupo Geoconsult Chile.

Y es que estas construcciones y arquitecturas, están supeditadas al contexto normativo y dependen de elementos como las diferentes condiciones que impone la Ley y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C.), las reglamentaciones locales de los diferentes planos reguladores, así como también del lugar en el que se proyecten y por lo tanto, de las condiciones y calidad del terreno. “El uso del espacio subterráneo se origina en la necesidad que en este se quiera tener. Es así como, por ejemplo, el uso comercial y de especialidades asociadas a la gastronomía o los espacios culturales, son los que mayoritariamente se han adaptado al aprovechamiento del subsuelo”, cuenta el arquitecto Yves Besançon, socio principal en Alemparte Barreda Wedeles Besançon Arquitectos y Asociados e integrante de los Comités de Comunicaciones, Publicaciones y Normativo de la Asociación de Oficinas de Arquitectos de Chile (AOA). De acuerdo al arquitecto, la ciudad se construye con proyectos que obedecen a una planificación urbana y a la regulación permitida para cada barrio o sector de su territorio y es por ello que para cada caso habrá soluciones diferentes. “La arquitectura de los espacios subterráneos está directamente relacionada con los distintos usos del proyecto. Sin embargo, hay consideraciones de confort que son fundamentales para que el proyecto tenga soluciones atractivas y que permitan una calidad de vida acorde con los usuarios”, agrega Besançon.

El método NATM corresponde a un método de excavación secuencial de las diferentes partes de la sección del túnel, con un avance controlado y utiliza como fortificación en una primera etapa la aplicación de shotcrete y mallas de acero y también la instalación de marcos reticulados de acero separados de acuerdo con el avance de la excavación.



GENTILEZA CTES-CHILE

ETAPAS CONSTRUCTIVAS

Los proyectos de este tipo y debido a las características propias del entorno donde se llevan a cabo, deben considerar diversas etapas, como por ejemplo: la identificación de la obra, estudios básicos (topográficos, geológicos, sísmicos, hidrológicos, de riesgos y de flujo vehicular), prospecciones geológicas (sondajes, perfiles geofísicos, ensayos de laboratorio), definición del trazado del túnel y de sus accesos, selección del método de excavación, para dar paso al desarrollo de la ingeniería básica para las obras subterráneas y el equipamiento y de detalles para las obras exteriores, entre otras.

Si bien todas las etapas son relevantes, para Gustavo Estay, gerente de Ingeniería y Transporte de CyD Ingeniería y presidente del Comité de Túneles y Espacios Subterráneos de Chile (CTES Chile), hay un aspecto principal que se debe abordar y que corresponde a una cuestión de largo plazo: la planificación de la ocupación del subsuelo. “Una adecuada planificación urbana permite el desarrollo subterráneo de prácticamente cualquier tipo de infraestructura, lo que nos brinda la posibilidad de liberar espacio superficial, cada día menos disponible”, explica, agregando que en este punto, es muy relevante que en la etapa de diseño, la arquitectura sea la especialidad protagonista, ya que las obras subterráneas deben entregar altos niveles de habitabilidad y confort, como también una importante vinculación de lo subterráneo con lo superficial.

De acuerdo a Ulloa, la práctica general para el desarrollo de un proyecto de construcción subterránea, puede agruparse en tres grandes etapas: diseño, licitación para construcción y construcción. La primera, abarca desde el diseño conceptual del proyecto, hasta el desarrollo de los estudios y diseños necesarios para alimentar el proceso de licitación de construcción. “Con cada etapa del diseño se busca mejorar el nivel de detalle de las obras por construir, buscando también establecer mayor certeza con respecto a las condiciones geológico-geotécnicas del pro-

yecto, siendo este uno de los principales desafíos en esta fase”, explica el gerente general de Geoconsult Chile. Dentro de esta etapa, también se identifica y selecciona el método constructivo acorde con las condiciones del proyecto y el medio que lo circunda.

Dentro de la segunda fase, de licitación para la construcción, si los términos de referencia lo permiten, pueden resultar modificaciones en la definición del método constructivo, acorde con la mejor experiencia de cada proponente. “En ocasiones esta etapa forma parte del diseño, siendo su etapa final. Sin embargo, es una práctica habitual que, como parte del proceso de licitación, los oferentes entreguen el diseño de las obras, siendo de esta manera, responsables integrales tanto del diseño como de la construcción”, explica Ulloa.

La tercera etapa, de construcción, corresponde a la fase de ejecución, en donde ya se cuenta con la definición de los métodos constructivos y los diseños a nivel de detalles con los que se iniciará la obra. “Cabe resaltar que, a diferencia de otra tipología de obras, el desarrollo de una sub-

DETALLES SOBRE PROYECTO AVO I

El pasado mes de abril la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), junto con el Comité de Túneles y Espacios Subterráneos (CTES Chile), realizaron el Diálogo Técnico Grandes proyectos nacionales: Américo Vespucio Oriente (AVO 1), donde se revisaron diversos aspectos de esta importante obra. Revive el evento aquí:

<https://www.youtube.com/watch?v=UnAk43PrepE>

CONOCE MÁS SOBRE LOS ASPECTOS TÉCNICOS

<https://www.youtube.com/watch?v=3igKCngpgFc>

CONOCE MÁS SOBRE LA RELACIÓN CON EL ENTORNO

<https://www.youtube.com/watch?v=ThOIARlAKkw>

WEBINAR MEGAPROYECTO TÚNEL INTERNACIONAL PASO LAS LEÑAS

También en abril se realizó este Webinar organizado por CTES-Chile. La actividad, que contó con la participación del Seremi de la región de O'Higgins, Moisés Saravia, junto a Yarhel Jeréz, jefe del departamento de Vialidad de la misma región, tuvo por objetivo compartir la visión estratégica, política y técnica de este emblemático proyecto entre Chile y Argentina.



REVIVE EL EVENTO Y REVISLA TODOS LOS
DETALLES DEL ESTUDIO EN LOS SIGUIENTES LINKS:

TÚNEL LAS LEÑAS PARTE 1

<https://www.youtube.com/watch?v=1wWqNi81BXU>

TÚNEL LAS LEÑAS PARTE 2

<https://www.youtube.com/watch?v=iDuE6jfkNUQ>

terránea requiere ajustes y modificaciones en su diseño, durante su construcción, buscando adaptar el diseño a las condiciones efectivamente encontradas”, señala Ulloa. En esta fase también se debe mencionar la importancia que adquieren los numerosos aspectos ambientales que deben atenderse en los proyectos subterráneos, ya que en muchas oportunidades imponen condiciones restrictivas en la etapa de construcción, especialmente aquellos que se desarrollan en zonas urbanas. “En esos casos, es necesario implementar soluciones tecnológicas, que permitan por ejemplo, retirar eficientemente el material producto de la excavación hacia los lugares autorizados, dadas las restricciones horarias a la circulación de vehículos de carga, que en general impone la autoridad ministerial y municipal correspondiente”, cuenta Estay.

METODOLOGÍAS Y MAQUINARIAS

Si bien se pueden desarrollar obras para diversos usos, en el caso nacional es posible agrupar los métodos constructivos para el desarrollo de obras subterráneas urbanas fundamentalmente en dos: la construcción en base a excavación abierta, en la que se utilizan principalmente pilas o pilotes para soportar estructuralmente el perímetro de la excavación y luego se excava el volumen contenido y la otra forma, que corresponde a la excavación en túnel, en la que se construye primero un pique vertical luego una galería en la base del pique y luego desde esta, otras galerías y así es posible repetir estas estructuras para lograr distintos espacios subterráneos interconectados. “Este método llamado NATM (por sus siglas en inglés New Austrian Tunneling Method) corresponde a un método de excavación secuencial de las diferentes partes de la sección del túnel, con un avance controlado y utiliza como fortificación en una primera etapa la aplicación de shotcrete y mallas de acero y también la instalación de marcos reticulados de acero separados de acuerdo con el avance de la excavación. Junto con lo anterior observa las deformaciones tempranas para verificar la estabilidad del túnel y posteriormente, de acuerdo con los resultados de convergencia o divergencia obtenidos, puede ajustar los elementos estructurales de fortificación”, explica Estay, agregando que finalmente considera la aplicación de una etapa secundaria de mallas de acero y shotcrete. “Si las condiciones del suelo así lo ameritan es posible considerar la instalación de pernos o tubos, por sobre la clave de la excavación hacia delante, elementos que luego serán inyectados con lechada de cemento, de modo de lograr mejorar la capacidad de soporte del suelo, formando una estructura al interior del suelo denominada “paraguas” que brinda soporte una vez realizado un avance de la excavación y previo a la instalación de los marcos reticulados correspondientes”, detalla el presidente de CTES Chile.



AVO reducirá los tiempos de traslado de más de cincuenta mil usuarios, en un tramo de aproximadamente 9 kilómetros, al soterrar un porcentaje importante del tránsito vehicular que actualmente se mueve por Avenida Américo Vespucio.

Si bien el método ha experimentado modificaciones a lo largo del tiempo, la esencia corresponde al mismo sistema constructivo: excavar secciones más o menos importantes dependiendo de la sección total del túnel, aplicar shotcrete y mallas de acero, instalar marcos de acero, reticulados o de alma llena, instalar paraguas, utilizar elementos de soporte auxiliar y monitorear las deformaciones, etcétera.

“Los métodos más utilizados en los últimos años corresponden al NATM, ampliamente usado en las obras de Metro de Santiago con el empleo de shotcrete como uno de los principales protagonistas y el Cut & Cover, como fue el caso de la Autopista Costanera Norte y más recientemente en algunos tramos de AVO1, tomando en ellos un papel importante el empleo de pilotes como parte fundamental del método y sostenimiento de las cavidades subterráneas”, detalla Ulloa, agregando que destaca cada vez más el uso en Chile de máquinas tunelado-



La arquitectura de los espacios subterráneos está directamente relacionada con los distintos usos del proyecto. Sin embargo, hay consideraciones de confort que son fundamentales para que el proyecto tenga soluciones atractivas y que permitan una calidad de vida acorde con los usuarios.

Visita el sitio de la Mesa por el Espacio Subterráneo



ras, por ahora en la construcción de proyectos para generación y transmisión eléctrica. “Prontamente, se iniciarán las obras de la línea 7 del Metro de Santiago, las que tendrán como novedad la construcción del primer tramo subterráneo con máquina TBM de gran diámetro, lo que será un punto de inflexión en la industria local de la construcción subterránea”, explica el gerente de Geoconsult Chile.

La maquinaria utilizada para las obras subterráneas, se enfoca en lograr la mayor automatización del proceso constructivo y sobre todo en la adaptabilidad de la misma a las cada vez más complejas condiciones donde se desarrollan los proyectos. Es así, como actualmente se cuenta, por ejemplo, con equipos de perforación con equipamiento tecnológico que ha permitido elevar los rendimientos de perforación repercutiendo en la mejora de los rendimientos de los ciclos de excavación. “En el caso de los equipos de excavación mecanizados, se ha avanzado bastante en la configuración y uso de equipos para secciones de excavación diferentes al círculo tradicional de las TBM. En este ámbito, también la industria de las TBM tradicionales, ha avanzado en el desarrollo de optimizaciones en sus configuraciones buscando desarrollar equipos más versátiles, mejorando de esa forma los rangos de operación tanto en condiciones de suelos como en condiciones de roca”, detalla Ulloa, agregando que en este sentido se ha avanzado en el diseño de sistemas y configuraciones para que las máquinas puedan adaptarse de una manera adecuada y simple a las condiciones cambiantes en las que se desarrolla cualquier proyecto de túneles. “Este es el

caso de las nuevas máquinas de densidad variable, las cuales permiten que una misma máquina pueda adaptarse fácilmente a condiciones muy dispares a lo largo de un mismo proyecto sin pérdidas importantes de rendimientos, minimizando además las paradas de la TBM”, explica.

Asimismo, el desarrollo tecnológico avanza hacia equipos robóticos que dependen de operaciones unificadas que se desarrollan en centros de control a distancia. “La impresión 3D también avanza rápido y a futuro no será extraño que se impriman elementos estructurales al interior de los espacios subterráneos, para construir las fortificaciones estructurales necesarias para la estabilidad de las obras”, comenta Estay. Otros avances que ya están disponibles son los equipos eléctricos que utilizan baterías, cada vez más eficientes y con mayor autonomía. “Los motores a combustión van en retirada y la electro movilidad en la maquinaria es cada vez más habitual”, sostiene el presidente de CTES Chile, agregando que el avance en tecnologías digitales permite que hoy se desarrollen de manera muy exacta y rápida por ejemplo: mediciones de deformación, mediciones de sobre excavación, alineamientos, mediciones de calidad del aire y en general una serie de monitores con actuación remota sobre los controladores de condiciones, entre otros.

La implementación del BIM es otro elemento digital fundamental, que permitirá que los proyectos sean más eficientes y se mantengan como referencia para los siguientes desafíos, con información unificada y fácilmente actualizable.

NUEVOS PROYECTOS

En el país hay una amplia gama de proyectos desarrollados en ambientes urbanos, siendo muy relevante en esto la experiencia en las líneas de Metro de Santiago. Adicionalmente, se han desarrollado otro tipo de obras, como por ejemplo, la Autopista Américo Vespucio Oriente I (AVO I). Materializada por la Sociedad Concesionaria Vespucio Oriente S.A (conformada por ALEATICA, S.A. y SACYR Concesiones Chile, Spa), esta nueva vía expresa, unirá de manera subterránea, en la mayoría de su trazado, las comunas de Huechuraba y La Reina. Junto con reducir los tiempos de traslado de más de cincuenta mil usuarios, en un tramo de aproximadamente 9 kilómetros, al soterrar un porcentaje importante del tránsito vehicular que actualmente se mueve por Avenida Américo Vespucio, AVO I mejorará el Parque Vespucio, permitirá reducir la contaminación y el consumo

DIÁLOGO TÉCNICO AVANCE EXTENSIONES METRO LÍNEA 2 Y 3

Una de las obras más importantes desarrolladas en nuestro país a nivel de construcción subterránea ha sido el Metro de Santiago, el que continuamente sigue creciendo y extendiendo la cobertura de su red. Por tal motivo y para dar a conocer sus avances, la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) realizó el pasado 19 de mayo, este Diálogo Técnico dedicado a los avances en las extensiones de Líneas 2 y 3. La actividad contó con la participación de Ximena Schultz, gerenta de Extensiones de Metro de Santiago S.A.



REVIVE EL EVENTO AQUÍ:
<https://www.youtube.com/watch?v=PIZZulol72g>

de combustible y, a diferencia de otras vías urbanas, se pagará por kilómetro recorrido, mediante el sistema de telepeaje con control en las entradas y salidas.

Según se explica en Revista BiT 137, el avance del sector 1 es un tramo que se inicia en el sector El Salto (Viaducto) y termina en Príncipe de Gales donde se conecta con el siguiente tramo para el cierre definitivo con AVO II. Es un tramo que tiene distintos modelos constructivos (el primero que sería la trinchera convencional), que se produce desde el sector del Puente Centenario hasta pasado Riesco en el sector de La Gioconda y termina con el Túnel Híbrido, esto es Túnel - Trinchera hasta Príncipe de Gales donde se conectará con AVO II. El Viaducto El Salto, que tendrá un largo de 1.202,25 metros, consta de tres tramos en su eje principal y 1 tramo en su ramal. La infraestructura está compuesta por 2 estribos, 2 pórticos y 24 cepas, de luces variables de entre 30 a 67 metros en su sección principal y 5 cepas y 1 estribo en su ramal.

En cuanto al avance en el Sector 2, el cual tiene una longitud aproximada de 5,7 km, este se inicia a la altura de calle Francisco de Riveros y termina en el entorno de calle Las Luciérnagas, abarcando las comunas de Vitacura, Las Condes, La Reina y Ñuñoa. En este tramo la solución vial consiste en la construcción de un túnel en la modalidad trinchera cubierta (desde Puente Centenario a Avda. Apoquindo) y túnel híbrido (desde Avda. Apoquindo a Príncipe de Gales), emplazado bajo el Parque Américo Vesputio, con dos niveles de circulación de tres pistas cada uno, más sus correspondientes conectividades de entradas y salidas, tanto con la vialidad local como con autopistas urbanas, de forma expresa-expresa. Las calzadas expresas consideran, por tanto, una calzada superior de tres pistas con sentido Sur-Norte (nivel -1) y una calzada inferior, también de tres pistas, en sentido Norte-Sur (nivel -2). **(Más detalles del proyecto en Revista BiT 137 <https://www.cdt.cl/avances-autopista-avo-i-viaje-bajo-tierra/>).**

Otro interesante proyecto de construcción subterránea es el futuro Túnel Las Leñas. Según se explica en el sitio web del MOP, una vez con-

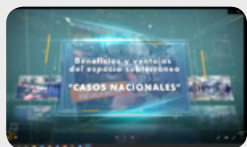


cretado este nuevo hito fronterizo, se habrá generado conectividad permanente entre Chile y Argentina y se integrará, de esta manera, el Eje Mercosur (Porto Alegre, Buenos Aires, San Luis y San Rafael), con el océano pacífico y el mercado asiático, a través de la zona central del país (Rancagua, Santiago, San Antonio y Valparaíso). En cuanto a las obras, el sitio del MOP indica que la construcción de un túnel a baja altura (entre 8 y 12 kilómetros), cuya longitud en el lado chileno sería el equivalente a un 30% del trazado. También se menciona la Construcción y pavimentación de un camino internacional, desde El Sosneado (Argentina) hasta el sector de las Termas de Cauquenes, que permitirá conectar en el lado chileno con la Ruta 5 y el Camino de la Fruta, así como la construcción de un puerto seco y el mejoramiento de los caminos de integración hacia la región Metropolitana y hacia los puertos de la región de Valparaíso. Dentro de los beneficios que entregará el proyecto, la web menciona que creará un nuevo eje para el comercio, la industria y los servicios, potenciará el desarrollo de ciudades y centros poblados, reforzará el futuro mega puerto de San Antonio, como puente logístico Asia - Mercosur y potenciará la integración con Argentina y el Mercosur. Asimismo, reducirá el recorrido actual Santiago y Buenos Aires, en 40 kilómetros, reducirá los costos de transporte, principalmente, para las actividades económicas instaladas en el eje Buenos Aires-San Luis-San Rafael-Rancagua-San Antonio, aumentará la demanda de servicios de logística y carga en los puertos de San Antonio y Valparaíso y potenciará el desarrollo del turismo en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule, lo que reportará beneficios para los proveedores de servicios, junto con ofrecer una alternativa de



CONOCE MÁS SOBRE LA MESA POR EL ESPACIO SUBTERRÁNEO

Durante el Webinar Brechas, desafíos e iniciativas para el espacio subterráneo, organizado por CTES-Chile el pasado mes de mayo, se dio a conocer el trabajo que ha realizado la Mesa, especialmente en el tema del catastro nacional. La actividad, contó también con interesantes charlas sobre casos emblemáticos de aprovechamientos subterráneos y edificación pública subterránea.



REVIVE EL EVENTO AQUÍ:

<https://www.youtube.com/watch?v=GOOXRZ8i0nw>

baja altura en caso de que el paso fronterizo Cristo Redentor deba cerrar (Más detalles del proyecto: Recuadro Webinar Megaproyecto Túnel Internacional Paso Las Leñas).

DESAFÍOS E INICIATIVAS

Con el tipo de proyectos que se desarrollan en el país, los desafíos apuntan a poder utilizar el espacio subterráneo de una forma planificada y sustentable. A modo de ejemplo, en el caso de las autopistas urbanas, el presidente de CTES Chile señala que lo relevante es la posibilidad de liberar espacio superficial y congestión vehicular, provocada por la competencia de espacio, que ocurre cuando conviven distintos medios de transporte, en vías superficiales generalmente saturadas. “El desafío al construir autopistas urbanas es ampliar el análisis por ejemplo para vías exclusivas de carga hacia centros de distribución estratégicamente ubicados en la ciudad”, comenta Estay.

Asimismo, otros desafíos constructivos tienen que ver con no perturbar la vida de las comunidades con construcciones a tajo abierto. “Metro, es un buen ejemplo ya que sus estaciones y áreas comerciales se construyen con tecnologías del método NATM por tunelado”, cuenta Besançon. El arquitecto agrega que otro desafío es la construcción en terrenos con napas de agua superficiales o terrenos con peligro de licuefacción que obligan a diseños con estructuras especiales y de alto costo. Adicionalmente, también se debe tener en cuenta que la normativa existente es generalmente restrictiva por lo que puede afectar el desarrollo de este tipo de proyectos.

Para abordar los desafíos, el sector ha trabajado en diversas iniciativas. Una de ellas es la Mesa por el Espacio Subterráneo, que nace en 2020, impulsada y desarrollada por el Comité de Túneles y Espacios Subterráneos de Chile (CTES Chile), la Asociación de Oficinas de Arquitectura (AOA), Comité de Infraestructura Pública de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y el Consejo de Políticas de Infraestructura (CPI). Su objetivo es promover e impulsar el uso del espacio subterráneo, sus virtudes y potencialidades, como una alternativa para la calidad de vida y el desarrollo urbano. “La Mesa busca relevar el subsuelo como parte del territorio que conforma la ciudad y el espacio urbano, tanto público como privado. De esta manera se establecen ciertos parámetros que han ido dando forma a la misión de la Mesa como la creación del Catastro Nacional de espacios subterráneos que actualmente ha levantado más de cien proyectos”, cuenta Besançon, agregando que también se trabaja en la generación de

CONCLUSIONES

La construcción subterránea está supeditada al contexto normativo y dependerá de elementos como las diferentes condiciones que impone la O.G.U.C., las reglamentaciones locales de los diferentes planos reguladores, así como también del lugar en el que se proyecten y de las condiciones y calidad del terreno.

Si bien hay distintos tipos y usos que se dan estas obras, para el desarrollo de un proyecto de construcción subterránea hay tres grandes etapas: diseño, licitación para construcción y construcción. En cuanto a metodologías constructivas destacan métodos tradicionales, como NATM y mecanizados, principalmente TBM.

Además del continuo avance de la red de Metro de Santiago, también destacan grandes proyectos como la Autopista Américo Vespuccio Oriente (AVO I) y el túnel binacional Las Leñas.

Seminarios y Conversatorios con la participación de actores relevantes del medio tanto nacionales como internacionales. Otras actividades de la Mesa para los años 2020 y 2021, incluyen: el diagnóstico de brechas técnicas y normativas para el desarrollo del espacio subterráneo, Webinar y Congreso del Espacio Subterráneo, visitas a espacios subterráneos existentes (“Misión Tecnológica”), programa de trabajos de títulos con el mundo académico, publicaciones y difusión en medios masivos y propuestas a autoridades públicas, entre otras. “También es posible mencionar la publicación de uno de los capítulos del documento “Diagnóstico de Brechas Técnicas y Normativas para el Desarrollo del Espacio Subterráneo”, el cual dará inicio a la discusión global en la que se espera participen autoridades y en general todos los grupos de interés, con el objetivo de avanzar hacia una estructura legal y normativa que favorezca el desarrollo de proyectos subterráneos”, comenta Estay. Adicionalmente, la Mesa está vinculándose internacionalmente y recogiendo experiencia a través de ITACUS, uno de los cuatro comités permanentes de la Asociación Internacional de Túneles y Espacio Subterráneo ITA, con especial preocupación por el espacio subterráneo urbano.

Así, con un sector que busca maneras de potenciar este tipo de construcción, las obras subterráneas ofrecen posibilidades de desarrollo y crecimiento bajo tierra, donde una planificación urbana que contemple la ocupación del subsuelo, como una forma permanente de liberación de espacio superficial, permitiría mejorar aspectos relacionados con la calidad de vida en las grandes ciudades. ■