

## ESPACIOS SUBTERRÁNEOS Y USO DEL SUBSUELO

# VIAJE AL CENTRO DE LA TIERRA

ALFREDO SAAVEDRA L.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**P**RODUCTO DEL INTENSO desarrollo de las ciudades, la falta de espacio es un problema que cada vez se hace más latente. La región Metropolitana no escapa a esta situación producto del explosivo crecimiento que ha experimentado tanto en construcciones como en aumento de su población. Pero más que un problema, los expertos ven una oportunidad poco analizada en el país: el uso del espacio subterráneo y el subsuelo.

Las ciudades contemporáneas en general son densas y, en

oportunidades, compactas, lo que lleva a que las limitaciones presentes en el espacio urbano permitan oportunidades de mayor aprovechamiento para preservar la composición urbana tradicional. Y es que ante la presión por encontrar superficies que eviten el deterioro de las zonas centrales de las ciudades, el subsuelo ayudaría a responder en áreas donde la consolidación de lo edificado (asociado a condiciones patrimoniales, por ejemplo) impiden un crecimiento sobre la cota cero. Ciudades saturadas, requerimientos medioambientales, abundancia de monumentos históricos y deficiencia de espacio serían otros antecedentes a tomar en cuenta al pensar en el uso del subsuelo como una necesidad.

■ El crecimiento y desarrollo de las grandes ciudades están produciendo escasez de terrenos donde seguir construyendo. Santiago no es la excepción y también debe comenzar a analizar una alternativa que emerge con fuerza: el uso de espacios subterráneos. ■ Algunas iniciativas se han hecho especialmente en el sector de transportes, gracias a Metro, pero para seguir avanzando es necesario superar algunos obstáculos, incluyendo la falta de legislación en el tema.



“El importante crecimiento y densificación de las zonas urbanas lleva naturalmente a una disminución de los espacios libres en superficie y a un aumento de la plusvalía del suelo. De esta forma, el espacio subterráneo corresponde a un recurso disponible y generalmente subutilizado, que puede y debe ser mejor planificado, gestionado y aprovechado”, sostiene el ingeniero Alexandre Gomes, gerente general de Geoconsult y presidente del Comité de Túneles y Espacios Subterráneos, CTES Chile. A modo de ejemplo, Gomes señala que ciertos tipos de infraestructura como las líneas de Metro, autopistas urbanas o instalaciones para ser-

vicios de agua, energía, cables, etcétera, pueden ser mejor acomodadas en el subsuelo, liberando espacio en la superficie para otros fines. “Esto no solo mejora la conectividad urbana, sino que también permite generar una mejor integración urbanística, menor impacto al medioambiente y finalmente una mejor calidad de vida para la población”, explica, agregando que además, el espacio subterráneo entrega una protección natural ante el clima y desastres naturales, así como condiciones de aislamiento y opacidad que pueden ser muy útiles y deseables para varios tipos de espacios públicos y usos industriales o comerciales.



Las estaciones de Metro son espacios subterráneos que han evolucionado en su forma de planificación y construcción. Las próximas estaciones de las líneas 3 y 6 están pensadas para integrar al entorno, nuevos equipamientos comerciales y futuros desarrollos inmobiliarios, entre otros.

GENTILEZA BURMEISTER ARQUITECTOS CONSULTORES S.A.

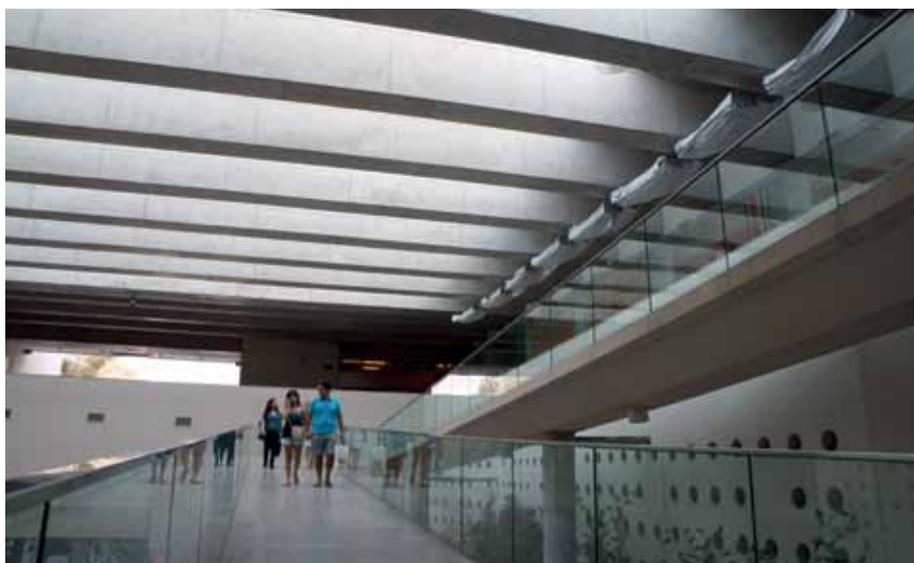
Los espacios subterráneos pueden tener diversos usos, ya sean inmobiliarios, de transportes y culturales. Un ejemplo es el Centro Cultural Palacio de La Moneda de 7.250 m<sup>2</sup> que cuenta con tres niveles, junto con 17.440 m<sup>2</sup> de estacionamientos, divididos en cuatro niveles.



### CARACTERÍSTICAS PARA EL USO

Cuando se habla del subsuelo, son varias las características que deben ser tomadas en cuenta para propiciar su uso. Una de ellas es el entorno, cuya factibilidad técnico-económica de su uso, es influida por una serie de factores, tales como el grado de densificación urbana, la plusvalía del suelo, la morfología de la zona urbana, las condiciones climáticas y las particularidades del subsuelo, entre otros.

En cuanto a características del terreno, las condiciones más favorables para construcciones subterráneas, corresponden en general a macizos rocosos y suelos más competentes, idealmente sin presencia de agua. Si bien la tecnología actual permite construir prácticamente en todo tipo de terreno, los expertos consultados señalan que la construcción de obras en terrenos menos competentes en términos geotécnicos, o con presencia de aguas subterráneas, son generalmente más costosos y complejos, por lo que hay que evaluar en



cada caso la conveniencia de ir bajo tierra. “Para la utilización del espacio subterráneo y construcciones en él, es necesario identificar las necesidades a las que responde su uso y luego ver cómo solucionarlo desde un punto de vista arquitectónico, estructural y constructivo, manteniendo su firmeza, belleza y utilidad”, señala el arquitecto Enrique Burmeister, gerente general de Burmeister Arquitectos Consultores S.A.

Es por esto que dentro de los aspectos para el desarrollo de proyectos, el ideal es que se

trabaje en el establecimiento de un plan maestro integral del uso y desarrollo del espacio urbano, el que sea inclusivo al espacio subterráneo. “En el ámbito de las ‘ciudades subterráneas’, el Estado cumple un importante rol al evaluar en forma integral potenciales desarrollos de carácter subterráneo, incluyendo análisis de la conectividad y de los flujos urbanos, el potencial uso comercial o institucional (para fines culturales, por ejemplo), el impacto sobre la organización socio-económica existente, aspectos de orden técnico-eco-



Uno de los métodos constructivos más utilizados para realizar excavaciones para espacios subterráneos, son las pilas de socalzado que sirven para sostener el terreno bajo el cual se quiere construir. En la imagen, se aprecia la excavación para estacionamientos cerca del palacio Falabella en Providencia.

nómicos y la definición de estándares de seguridad, accesibilidad y funcionales, entre otros aspectos relevantes”, afirma Gomes.

En cuanto a los desafíos constructivos que pueden enfrentar estos proyectos, si bien, es difícil generalizar ya que cada uno dependerá de las condiciones de borde específicas, los expertos señalan que se deben considerar los tipos de obra, características del subsuelo y el entorno donde se llevarán a cabo, ya que en caso de ser un lugar densamente urbanizado, se debe minimizar el impacto en superficie, lo que acarrea grandes desafíos logísticos y ope-

rationales (restricciones de orden espacial, límites de ruido y polución, horarios de trabajo, transporte de marina, tránsitos de equipos, entre otros).

### ASPECTOS NORMATIVOS E INCENTIVOS

Si bien el proceso de utilización de subsuelo ha sido lento en Chile, las limitantes no estarían en un aspecto tecnológico, sino más bien de orden normativo. De acuerdo a Gomes, la legislación en el país aún es muy omisa y precaria en lo que respecta al uso del subsuelo y

necesita modernizarse. “No hay normativas claras sobre al uso de espacio subterráneo, en particular en lo que respecta a la enajenación de espacios subterráneos de bienes raíces. Tampoco existen una planificación y registro consecuentes de los desarrollos de todas las redes de servicios y obras emplazadas en forma subterránea en Santiago”, detalla el ingeniero, agregando que desde el CTES-Chile se trabaja para lograr una creciente integración del espacio subterráneo a las políticas públicas de planificación urbana, que colabore no solo para la intensificación de su uso, sino que

## ADARSEAL<sup>MR</sup>

Estanco - Evita humedad por capilaridad.

## HIDRORREPELENTE ACRÍLICO "A.R."<sup>MR</sup>

Pintura impermeabilizante, acrílica base acuosa.

## ELASTOCRYL<sup>MR</sup>

Revestimiento elástico-flexible para todo tipo de placas sobre estructuras livianas.  
Especificado por para producto Estuco Panel.

## REPAC EN PASTA<sup>MR</sup>

Estuco acrílico, sin puntereo, puente adherente ni curado en cualquier carga.

La conductividad térmica y acústica son parte de nuestros desafíos y hemos aportado de manera significativa a la nueva norma acústica, entregando nuevas soluciones al sistema constructivo. Desempeño demostrado: Ensayos realizados en laboratorio acústico IDIEM.

**REIMPAS**<sup>®</sup>  
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN  
Revestimientos - Pastas - Pinturas impermeabilizantes

**idiem**<sup>®</sup>  
Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales

Más de 30 años de experiencia investigando y desarrollando soluciones definitivas y garantizadas para el sistema constructivo de todo el país.

Cerro San Cristóbal 9640-A, Quilicura | Tel. (56-2) 2747 1911 - (56-2) 2738 5958 | [www.reimpas.cl](http://www.reimpas.cl)

- PASTICEM<sup>MR</sup>
- PASTA ESTUCO<sup>MR</sup>
- REPAC EN POLVO<sup>MR</sup>
- ADARSEAL<sup>MR</sup>
- SANDUR<sup>MR</sup>
- REORGANIC<sup>MR</sup>
- ADARMUR<sup>MR</sup>
- MARTELINA<sup>MR</sup>
- ADARCIEL<sup>MR</sup>
- PLASTIESTUCO<sup>MR</sup>
- SELLADOR DE CAL
- TEXTURA CUBRE LOSA
- RELASTIC<sup>MR</sup>
- LÁTEX HIDROFUGO
- REVESTIMIENTOS
- IMPERMEABILIZANTES
- ASESORÍAS



GENTILEZA CONSTRUCTORA BRAVO IZQUIERDO



también para su utilización más coordinada y eficiente.

Y es que para la legislación chilena la propiedad es considerada como el más amplio dominio que se puede tener sobre una cosa. Algo que afirma la arquitecta Francisca Ward en su columna "Subsuelo: una oportunidad para la construcción de la ciudad", donde indica que "aparte de la copropiedad inmobiliaria no existe norma que permita considerar al subsuelo como una especie o cuerpo distinta a la superficie que lo cubre, de modo de poder ejercer respecto de este las facultades de uso, goce y disposición de ma-

nera independiente".

Otros cuerpos normativos que rigen el uso y ocupación del subsuelo urbano son: la ley de metro, la ley de concesiones, la Ley N°18.695 orgánica de municipalidades y el artículo 822 y título IX del Código Civil de la República de Chile.

Además del orden normativo, existen otros factores que han desincentivado el desarrollo de proyectos de subsuelo por parte del sector privado, como la falta de coordinación institucional en la intervención del subsuelo, así como los tiempos de tramitación y la incertidumbre respecto a los requisitos y condicio-

**Otro ejemplo de construcción de espacio subterráneo es la remodelación del Museo Precolombino. La excavación de 12 m de profundidad albergará en dos plantas una sala de exposiciones y otra donde se realizarán los análisis de las muestras.**

nes exigidas por la autoridad.

A esto, se pueden sumar aspectos climatológicos y económicos. "Santiago no ha tenido una historia ni desarrollo de usos del subsuelo o espacios subterráneos, comparada con otras ciudades como Montreal, porque climatológicamente nunca ha estado presionado para protegerse de la nieve o del calor. Chile tiene un clima muy amable", señala Burmeister. El arquitecto indica que también hay una condición relacionada con el valor de la tierra, en el sentido que los terrenos adquieren valores altos y aún es relativamente caro construir bajo tierra, a pesar que las nuevas tecnologías han podido abaratar costos.

Ante esta situación y considerando algunos estudios encargados por el ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) que muestran que el ritmo de crecimiento que tomó la ciudad en los últimos años, ha reducido las posibilidades de continuar la expansión en superficie, es que podría incentivarse de mejor forma el desarrollo bajo tierra.

En el libro "Santiago Sub Terra: Nuevas lógicas y roles para el subsuelo", Pilar Giménez propone en su artículo "Incentivos para el uso del subsuelo", la transacción del espacio público, en donde el desarrollador privado podría hacer una cesión voluntaria de dominio privado a nivel de suelo, el cual pasaría a la categoría de Bienes Nacionales de Uso Público. A cambio, la municipalidad entregaría al privado, en propiedad, parte del subsuelo público ubicado en el entorno del edificio. Giménez señala que para asegurar el interés del sector privado y la construcción de obras de calidad resulta fundamental que el inversionista sea propietario del suelo que entrega la Municipalidad. Una cesión también podría funcionar pero solo si plantea plazos y condiciones favorables para la inversión inmobiliaria.

Un segundo punto que menciona es el de seccionales del subsuelo de iniciativa pública o privada. Los usos del subsuelo debiesen estar normados y regulados en los planes reguladores comunales, de forma que se pudieran desarrollar seccionales de subsuelo público en algún área determinada, en la cual se identifi-

quen áreas de inversión. Por último, también señala zonas de desarrollo urbano condicionado donde los desarrolladores privados podrían acceder a cambios en las normas urbanísticas, tales como: mayor densidad, constructibilidad, altura, ocupación de suelo, nuevos usos permitidos o reducción en la subdivisión predial. En compensación, los proyectos deberán concretar al interior del predio, en el espacio público diversas obras u obligaciones. No obstante, para analizar este tipo de ideas y para un mayor uso del subsuelo en general, se necesita, como se mencionó anteriormente, revisar la normativa, especialmente los puntos que actúan como barreras, mejorando de paso la coordinación institucional y simplificando los procesos burocráticos involucrados en la gestión de proyectos de esta índole.

### EJEMPLOS DE USOS EN SANTIAGO

A pesar de no contar con un gran desarrollo en el área, Chile igualmente cuenta con kilómetros de líneas de Metro y una creciente red

de estacionamientos que se alcanzan como opciones de desarrollo urbano bajo tierra. Eso, sin contar los túneles que conectan antiguos conventos con iglesias, capillas y unos cuantos sótanos y construcciones a medio hacer (se estima que solo en el casco histórico de Santiago hay más de 838 predios con uno o más subterráneos con diversos usos).

En el caso de las estaciones de Metro, Burmeister cuenta que estas han ido evolucionando en la forma en que se van planificando y construyendo. Por ejemplo, estación Tobalaba, una de las más importantes de la red y lugar de combinación entre líneas 1 y 4, no había sido pensada para servir de conexión. Si bien se hizo el mejor trabajo posible, constructivamente está conectada en forma de "T" y no de cruz como hubiera sido lo idóneo. "Cuando una estación se planifica para que sirva de intercambio con otra, se analizan los lugares y la forma que va a tener esa condición futura, algo que sí se está haciendo para las próximas estaciones de línea 3 y 6", señala el arquitecto. A modo de ejemplo,

cuenta que en la futura estación Ñuñoa, se planificaron tanto las líneas que se interceptan, incluyendo rieles y andenes, como el flujo de personas. "Dentro de los análisis, se mide la eficiencia de los flujos de personas, de pasajeros y usuarios. Se toman en cuenta la claridad que tiene el pasajero del camino que debe tomar, así como el mínimo tiempo que gastan en realizar la interconexión o la facilidad para usar ascensores y elementos de desplazamiento vertical para facilitar el traslado", detalla. Los entornos y la vocación de cada lugar donde se construyen estaciones también son fundamentales en la planificación, puesto que están incorporando equipamiento comercial mayor, junto a desarrollos inmobiliarios destinados a viviendas y oficinas.

Otros ejemplos exitosos de uso de espacios subterráneos son el Sub Centro Las Condes y el Centro Cultural del Palacio de La Moneda. En el primero, se rediseñaron y redujeron los accesos, desenterrando las entradas a las galerías y mejorando las conexiones con la estación de metro Escuela Militar. Dentro de las

**LIDERANDO  
PRODUCTIVIDAD.  
APORTANDO  
TECNOLOGÍA**



## CONSORCIO EI-OSSA S.A.



**CONSORCIO EI-OSSA S.A.**  
Pocuro 2135  
Providencia, Santiago, Chile  
Tel.: +56 2 2343 2299

[www.echeverriaizquierdo.cl](http://www.echeverriaizquierdo.cl)  
[www.ossaint.com](http://www.ossaint.com)

dificultades que presentó el proyecto, estuvo la coordinación de los diversos estamentos (ministerio de Obras Públicas, la municipalidad correspondiente, el SERVIU, Metro), junto a los servicios básicos para los que en ese entonces, se contaba con mapas equívocos de ductos de agua, luz y fibra óptica.

En el caso del centro cultural y la Plaza de la Ciudadanía, el desafío arquitectónico y constructivo estuvo en no alterar las fundaciones de la Sede de Gobierno y no intervenir la línea tradicional del centro histórico más importante del país. Para eso se desarrolló un sistema de socialzado que permitió excavar a los pies del palacio en forma vertical, con una profundidad de 15 metros. El cuidado debía estar no solo por la relevancia del edificio sino por sus diferencias estructurales por haber sido construido en distintas épocas. En el subterráneo, la construcción del Centro Cultural Palacio de La Moneda de 7.250 m<sup>2</sup> contaba con tres niveles, junto con 17.440 m<sup>2</sup> de estacionamientos, divididos en cuatro niveles y 560 espacios para automóviles.

Dentro de casos más actuales, destacan los estacionamientos ubicados en las dependencias de la municipalidad de Providencia (Av. Pedro de Valdivia 963), que abrirán sus puertas al público en abril. El proyecto surge de la necesidad de brindar un mejor servicio a los



GENTILEZA CONSTRUCTORA BRAVO IZQUIERDO

**Al igual que en el caso de los estacionamientos de Providencia, en la excavación del museo también se usaron pilas de socialzado que fueron sostenidas con tensores embebidos para evitar cualquier deformación.**

vecinos y usuarios que acudían a la municipalidad, además de mejorar la vialidad despejando las calles aledañas de vehículos estacionados. “La propuesta fue un estacionamiento subterráneo con capacidad para 311 vehículos, en tres niveles en una planta que junto utilizaba los espacios entre edificios existentes de la municipalidad, entre los cuales se ubica el Palacio Falabella, declarado Monumento Histórico, razón por la cual se debió presentar y aprobar una Declaración de Impacto Ambiental, en la cual participó el Consejo de Monumentos Nacionales junto a otros once orga-



nismos, conforme a lo que establece la Ley N°19.300”, explica Francisco Costabal, gerente de Administración y Gestión de constructora Bravo Izquierdo.

El proyecto consideró pilas de socialzado en todo el perímetro de la excavación y para sostener el palacio Falabella, estas contaban con dos líneas de tensores para que las deformaciones fueran mínimas, disminuyendo las posibilidades de solicitudes estructurales del monumento histórico. Las pilas de dimensiones típicas, 80x70 cm, fueron construidas con hormigón armado y bordearon todo el perímetro con una distancia entre sí de 3 m en promedio, siendo ancladas al terreno por medio de tensores de anclaje de un largo entre los 8 y 6 m, con una carga de trabajo de 40 a 70 toneladas dependiendo de cada pila. “En el caso de las pilas de entibación que sostienen el terreno del Palacio Falabella, el mecánico de suelos diseño una segunda línea de anclajes, para asegurar una deformación mínima.”, detalla Costabal, agregando además que a solicitud del Consejo de Monumentos Nacionales, se realizó un monitoreo topográfico permanente del palacio, hasta que quedara restablecida la estabilidad natural del suelo por medio de la construcción de la obra gruesa subterránea.

Otro ejemplo es la remodelación del Museo

## POTENCIAL EN REGIONES

**EN EL PASADO CONCURSO** de arquitectura subterránea organizado por el Comité de Túneles y Espacios Subterráneos, CTES-Chile, cuyo tema fue la “Plaza subterránea urbana como extensión de un espacio público en superficie”, hubo una demostración del potencial que existe para estos proyectos en regiones. Precisamente la propuesta ganadora correspondía al

proyecto de jardín botánico subterráneo en Calama, basado en un concepto de ciudad-oasis en el desierto, conjugando elementos de la minería con los del paisaje y la vegetación autóctona, de modo de generar un ameno espacio público. Otros proyec-



tos destacados fueron: la plaza subterránea “Escenario de la lluvia”, en Valdivia, que genera un espacio protegido de la lluvia, que a su vez la integra para crear un efecto de cortina de agua; una laguna subterránea en los cerros de Valparaíso, la cual serviría para el esparcimiento de la población y como un reservatorio de agua en caso de incendios y, finalmente, un paseo subterráneo en Punta Arenas, donde son pocos los espacios al aire libre debido a sus variaciones climáticas.

Precolombino, que se llevó a cabo a través de dos nuevos subterráneos: uno para una sala de exposición (de 422 m<sup>2</sup> de planta y 8 m de altura) y el segundo para uso de bodegas, donde se realizarán los análisis y mantenimientos de las piezas, dando un total a ambos cercano a los 12 m de profundidad. “El mayor desafío de este proyecto fue la construcción de los subterráneos utilizando los patios interiores de la casa colonial, además del ala central de la casa que separa ambos patios. Para ello, se ejecutó una losa de hormigón armado construida por tramos bajo las fundaciones de la edificación existente, la cual fue postensada y apoyada en pilas de socalzado previamente construidas, permitiendo así excavar en los patios y bajo el ala central la superficie requerida para la nueva sala de exposiciones”, detalla Fabiola Sailer, coordinadora de proyectos EPC e Inmobiliarios de Bravo Izquierdo. En este proyecto en particular, la logística para la excavación fue un tema importante ya que los portales de ingreso eran pequeños y por tanto obligaba a trabajar con maquinaria pequeña. “El proceso de hormigonado también fue un tema, porque había que armonizar las interferencias del tráfico vehicular y peatonal de calle Bandera y Compañía durante el día, y la imposibilidad de causar ruidos molestos durante la noche. Sin embargo, después fue posible obtener permiso para hormigonar hasta las 5 de la tarde”, cuenta Sailer.

En el caso del museo, el mandante realizó con anterioridad una excavación arqueológica de 1 m en toda la zona en caso pudieran encontrar objetos de valor que se vieses afectados durante la excavación mayor. Luego se comenzó con las pilas de socalzado (49 en total) y vigas de amarre perimetrales. “Junto con esto se realizó la losa de hormigón central de 1 m de espesor, la cual sostendría la parte central del segundo piso del museo existente, apoyándose en las pilas centrales. La losa de tapa del piso 1 se realizó con sistema de postensado”, agrega la experta.

### CASO INTERNACIONAL

La ciudad subterránea más conocida y transitada del mundo se encuentra en Montreal, Canadá, y se conoce con el nombre de Réso. Su historia indica que en 1962 fue el centro comercial subterráneo Place Ville Marie, ubicado bajo el primer rascacielos de la ciudad, el que comenzó la tendencia que llevaría a la construcción de la que se transformaría en la mayor ciudad subterránea del planeta. Cuando el Metro fue construido en 1966 otros

## CONCLUSIONES

- 

**El importante crecimiento y densificación de las zonas urbanas lleva naturalmente a una disminución de los espacios libres en superficie y a un aumento de la plusvalía del suelo. De esta forma, el espacio subterráneo corresponde a un recurso disponible y generalmente subutilizado, que según los expertos, puede y debe ser mejor planificado, gestionado y aprovechado.**
- 

Para potenciar el uso del subsuelo se debe considerar el entorno, donde hay factores que influyen en cierta medida la factibilidad técnico-económica de su utilización, tales como el grado de densificación urbana, la plusvalía del suelo y las condiciones climáticas, entre otros. En cuanto a características del terreno, las condiciones más favorables para construcciones subterráneas, corresponden en general a macizos rocosos y suelos más competentes, idealmente sin presencia de agua.
- 

**La legislación en el país aún es precaria en lo que respecta al uso del subsuelo ya que no cuenta con normativas claras sobre al uso de espacio subterráneo, en particular en lo que respecta a la enajenación de espacios subterráneos de bienes raíces. Según los expertos consultados, tampoco existe una planificación y registros consecuentes de los desarrollos de todas las redes de servicios y obras emplazadas en forma subterránea en Santiago.**

centros subterráneos y túneles comenzaron a aparecer uniendo las estaciones con lugares importantes, como edificios de oficinas y hoteles, formando lo que sería el segmento central de la tierra de la ciudad. Actualmente son 33 kilómetros de túneles subterráneos cuyos corredores se enlazan con 10 estaciones de metro, dos terminales de autobuses, 1.200 oficinas, alrededor de 2.000 tiendas, incluyendo dos grandes almacenes, 200 restaurantes, 40 cines y lugares de ocio y entretenimiento, 7 hoteles, la Universidad de Quebec en Montreal y el campus de la Universidad de Montreal, el Parque Olímpico, Plaza de las Artes y 3 salas de exposiciones: la Place Bonaventure, el Centro de Convenciones (Palais des Congrès de Montréal) y el Centro Olímpico. Entre estos espacios, que cuentan con cerca de 200 ingresos a Réso, circulan alrededor de 500.000 personas diariamente, transformándola en una verdadera metrópolis subterránea que mantiene a los locales seguros y cálidos durante los meses fríos del invierno.

Dentro de los beneficios que se han obtenido gracias a este proyecto (y a su expansión a través de nuevos túneles peatonales) se encuentran la renovación urbana, nuevas inversiones inmobiliarias, incrementos del área peatonal, eliminación de estacionamientos en superficie y recuperación de plazas y parques, entre otros, que han sido posibles producto de alianzas público y privado, donde las autoridades han fijado normas urbanas que favorezcan la inversión, definiendo criterios de di-

seño que han permitido lograr un alto estándar urbano.

Si bien el caso de Montreal viene de muchas décadas atrás, las razones que hoy impulsan a las grandes ciudades a crecer bajo tierra tienen relación con la escasez de suelo y gran concentración de población en centros urbanos. Un ejemplo de ello es Beijing, que vio amenazado su desarrollo por la alta migración rural, lo que obligó al gobierno chino a planificar la construcción de una ciudad subterránea de unos 90 millones de m<sup>2</sup>, antes de 2020. Todo ello, aprovechando un enorme búnker construido durante la Guerra Fría, con capacidad para albergar a casi la mitad de la población capitalina de ese entonces. Así, los espacios subterráneos son una real alternativa para solucionar la escasez de terrenos y otras dificultades que el desarrollo y crecimiento impondrán a las próximas generaciones. Los beneficios son altos e incluyen también ventajas sustentables, ya que estudios señalan que las emisiones contaminantes de los inmuebles, con el paso de los años, se multiplican por lo cual los desarrollos de usos múltiples bajo tierra (oficinas, vivienda y centro comercial), favorecerán el bienestar y la comodidad de sus ocupantes mediante espacios confortables, bien iluminados y templados.

Casos exitosos en el extranjero demuestran que el desarrollo es posible y viable, siempre y cuando, la legislación acompañe los proyectos. Es una alternativa. El debate está instalado en el centro de la tierra. ■