

Historia y evolución del uso del espacio subterráneo en Costa Rica

Marco TAPIA

Presidente de la Asociación Costarricense de Obras Subterráneas (ACROS)

Introducción

El uso del espacio subterráneo es parte de la historia humana desde sus inicios. Las personas prehistóricas ya habitaban en cuevas y, probablemente, fueron los primeros en realizar túneles, con el objetivo de agrandar esos espacios habitables. Esto ocurrió hace más de 5,500 años. Pero, obviamente, de eso no hay documentación. Del primer túnel artificial conocido se cree que pudo construirse en Babilonia, alrededor del año 2200 a. C., con el objetivo de unir el templo de Belos con el palacio real.

El túnel más antiguo conocido, excavado desde ambos extremos, es el Túnel de Siloé, construido en Jerusalén por los reyes de Judá alrededor del siglo VIII a. C., para servir como acueducto. Otro túnel excavado desde ambos extremos, quizá el segundo conocido, es el Túnel de Eupalino, un acueducto de 1,036 m de longitud que atraviesa el Monte Kastro en Samos, Grecia, construido en el siglo VI a. C., también como acueducto. El Túnel del Éufrates, en Mesopotamia (actual Irak), data aproximadamente del año 2170 a.C. y era un paso subterráneo bajo el río.

En este lado del mundo también se construían obras de este tipo desde hace mucho tiempo. El túnel más antiguo de América del que hay registro

(descubierto en 2003, según AMITOS (2012), podría ser el túnel bajo la explanada conocida como "La Ciudadela" en Teotihuacán, México, que data de al menos 2,000 años de antigüedad y precedía a los aztecas. También se conocen túneles incas en Cusco, Perú.

Túneles en la época prehispanica

En el caso de Costa Rica, no se conocen estructuras artificiales subterráneas prehispanicas. Si bien hay estructuras relacionadas con sistemas de drenaje, como en el asentamiento de Guayabo, en Turrialba o, bien, excavaciones o estructuras de enterramiento para la élite, solamente hay mitos o leyendas, como la del "Túnel de los Ídolos", que sugiere la existencia de pasajes subterráneos usados por los indígenas, localizado en algún cerro, a unos 30 km de la capital. Sin embargo, probablemente se trate de cuevas naturales o pura invención.

Túneles en la época colonial (1502-1821)

Aunque la creencia popular en túneles coloniales está muy difundida en ciudades como Cartago (la antigua capital), la evidencia histórica de obras subterráneas en la época colonial es escasa. En el 2021 se encontraron algunas estructuras bajo la Plaza Mayor de Cartago, durante las excavaciones para construir un monumento (Gutiérrez, 2021; Hidalgo, 2021). Aunque los medios los denominaron como "túneles", se trata en realidad de antiguos sistemas de alcantarillado y drenaje, con arcos de calicanto, para el manejo pluvial (ver fotografía 1).

En las mismas noticias, sin embargo, se hace referencia a un túnel entre el edificio Pirie ("Casa de la Ciudad") y la Catedral cartaginesa de Nuestra Señora del Carmen. Pero corresponde a una estructura de la década de 1950, cuando se construyó la casa el sacerdote Fulgencio Bonilla, párroco en aquella época.

De esta época, se afirma que templos como el de Orosi o el de San Blas de Nicoya tenían túneles para que los sacerdotes escaparan de los piratas. Sin embargo, no existe documentación o pruebas sobre su existencia, más allá de criptas o sótanos bajo los altares.

Túneles en la época Republicana (mediados y finales del siglo XIX)

De la época Republicana sí existe documentación y verificación de estructuras subterráneas artificiales en Costa Rica. En la tabla 1 se destacan las principales obras de esa época.



▲ Fotografía 1. Alcantarillas antiguas bajo la Plaza Mayor, Cartago.

OBRA SUBTERRÁNEA DE INTERÉS



▲ Fotografía 2. Túneles del Cuartel Bellavista (restaurados).



▲ Fotografía 4. Túnel antiguo, descubierto cerca de la Pagaduría Nacional en 1950.



▲ Fotografía 3. Túneles de la línea ferroviaria hacia el Pacífico.

▼ Tabla 1. Principales obras subterráneas de mediados y finales del siglo XIX.

Túnel	Función	Ubicación
Cuartel Bella Vista	Seguridad militar, calabozos	San José
FANAL	Ventilación en la destilería	San José
Cambalache y Miraflores	Paso ferroviario	Esparza
Bóvedas de calicanto	Alcantarillado y drenaje	San José

Túneles del Cuartel Bellavista

Actualmente la edificación aloja el Museo Nacional y no tiene funciones militares desde 1948, cuando se abolió el ejército en Costa Rica. Posee túneles y calabozos subterráneos construidos a finales del siglo XIX y principios del XX. Se trata de pasadizos de ladrillo y bóvedas de cañón que servían para el tránsito de tropas y acceso a celdas.

Túneles de la Fábrica Nacional de Licores (FANAL), San José

Esta fábrica fue construida entre 1853 y 1856 por iniciativa del presidente Juan Rafael Mora Porras, y requirió de obras subterráneas para servir como ductos de ventilación y venteo de gases para las torres de destilación.

Túneles Cambalache y Miraflores

A finales del siglo XIX, la ingeniería se enfocó en la construcción de túneles de transporte ferroviario, que son las estructuras subterráneas más grandes de esa época. Destaca el túnel de Cambalache (ubicado en Esparza), con entradas recubiertas de piedra canteada. Fue fundamental para el trazado ferroviario que buscaba conectar la capital con el puerto del Pacífico. El túnel de Miraflores, también ferroviario, fue construido para superar la difícil geografía de la zona costera e inaugurado en 1909, aunque fue abandonado algunos años después por problemas de estabilidad del terreno (ver fotografía 3).

Bóvedas de Calicanto

En San José, bajo la Avenida Central y cerca de la Plaza de la Cultura, se han hallado tramos de muros y bóvedas de calicanto del siglo XIX. Se utilizaban para el alcantarillado pluvial de la época de la modernización de San José. Sus dimensiones permiten que una persona pueda caminar en su interior, por lo que han sido referidos como “túneles secretos” para otros propósitos (por ejemplo, escapar de revueltas). Algunos ejemplos incluyen las bóvedas en la iglesia Nuestra Señora del Carmen o en el Cementerio general.

Túneles a inicios del siglo XX

La construcción y uso de túneles con propósito sanitario se aplicó de manera importante en los albores del siglo XX. Según el arquitecto Andrés Fernández (2011), la mayoría de estos túneles se construyeron por iniciativa de Don Carlos Durán Cartín y Don Cleto González Víquez, con propósitos de sanidad pública (ver fotografía 4). Estas conducciones atraviesan la ciudad de San José de manera diagonal, siguiendo las características topográficas del valle Central. Según Fernández, se construyeron a semejanza del sistema de alcantarillado sanitario de Londres, para evacuar las aguas negras y evitar malos olores (fotografía 5).

Existe también un túnel de la década de 1950 bajo la Avenida Cuarta en San José, construido durante el gobierno episcopal de Monseñor Carlos

Humberto Rodríguez Quirós (fotografía 6). Discurre entre la Catedral Metropolitana y el Palacio Arzobispal, en el centro de la capital.

El Ferrocarril al Atlántico también requirió de túneles, el Túnel Camp (fotografía 7), el de Casorla y el de la Milla 48½, construidos en la primera mitad del siglo XX.

Segunda parte del siglo XX

La “modernidad” en la ingeniería subterránea en Costa Rica inicia en la década de 1950, con la construcción del primer proyecto hidroeléctrico. Los túneles hidroeléctricos empezaron a construirse en 1953 y constituyen la inmensa mayoría de las actuales obras subterráneas del país. Una imagen de una de las primeras excavaciones de túneles hidroeléctricos (Tapantí, que tiene unos 14.5 km de longitud de túneles) se muestra en la fotografía 8.



▲ Fotografía 5. Túneles sanitarios de calicanto, expuestos durante una excavación en San José.



▲ Fotografía 7. Túnel “Camp”, ferrocarril al Atlántico.



▲ Fotografía 6. Túnel bajo la Avenida Cuarta, San José (Curia Metropolitana, 2025).



▲ Fotografía 8. Túnel de Tapantí. Condiciones de trabajo y tipo de soporte.

OBRA SUBTERRÁNEA DE INTERÉS



▲ Fotografía 9. TBM de doble escudo usada en el túnel del PH La Joya.



▲ Fotografía 10. Ensamblaje de máquina tuneladora abierta, fuera del túnel del PH La Joya.



▲ Fotografía 11. Tramo de túnel del PH Torito ya revestido.

La razón de ello es que la mayor parte de la capacidad instalada del sistema eléctrico del país utiliza ese tipo de fuente de energía. La generación con plantas hidroeléctricas alcanza el 80 % del total. Adicionalmente, para el diseño y construcción de las plantas hidroeléctricas, especialmente las de mayor envergadura, una serie de obras subterráneas son requeridas. Así, se construyen galerías de investigación, galerías de inyección y de drenaje en sitios de presa, galerías de acceso para los túneles de conducción principales, túneles de desvío, túneles de desfogue, pozos de acceso a túneles y pozos para las casas de máquinas.

En la mayoría de los túneles, el método constructivo utilizado ha sido el convencional, es decir, utilizando explosivos. Sin embargo, hay también experiencias de construcción utilizando máquinas tuneladoras. Por ejemplo, se puede citar el Túnel de la Planta Hidroeléctrica La Joya (2004-2006), de 8,000 m de longitud y 5.2 m de diámetro. Fue construido en rocas volcánicas, utilizando una TBM doble escudo (ver fotografía 9).

El Túnel de la Planta Hidroeléctrica El Encanto (2007-2008), de una longitud de 3,200 m y un diámetro de 3.6 m, se excavó inicialmente con una TBM abierta para roca dura (ver fotografía 10) y se concluyó con el método convencional.

Más recientemente, el túnel de la Planta Hidroeléctrica Torito (2013-2015), con 3,500 m de longitud y un diámetro de 7.8 m se construyó con una máquina tipo EPB, marca Lovat. En la fotografía 11 se muestra un tramo del túnel con el revestimiento prefabricado ya colocado.

Un método de excavación de túneles utilizado en el país es por medio de una rozadora o "road header" (fotografía 12). Esta técnica constructiva se usó por primera vez en un tramo de importante longitud del túnel del Proyecto de Ampliación de la Planta Hidroeléctrica Cachí (año 2014), por medio de una máquina Sandvik MT360, con una potencia del motor giratorio de 200 kW. (Arguedas, 2014).

En el ámbito del saneamiento ambiental, la obra subterránea más importante ha sido el "Túnel de trasvase", construido en San José entre 2014 y 2016. Tiene 1,750 m de longitud y 3.25 m de diámetro de excavación y se ejecutó exitosamente con una máquina tipo EPB, pasando por debajo de un tramo de la carretera de circunvalación. En la fotografía 13 se aprecia el interior del túnel.

Otra metodología mecanizada de reciente aplicación en Costa Rica y que se ha estado empleando desde el 2012, es la perforación de colectores para drenaje de aguas residuales con microtuneladoras, para el Proyecto de Saneamiento Ambiental del Área Metropolitana (PSAM) (fotografía 14).



▲ Fotografía 9. TBM de doble escudo usada en el túnel del PH La Joya.



▲ Fotografía 9. TBM de doble escudo usada en el túnel del PH La Joya.

Una obra subterránea interesante es la construcción de la Plaza de la Cultura, en el centro de la Ciudad de San José. Se trata de un complejo subterráneo, construido desde la superficie. Fue inaugurada en 1982 y aloja los museos del Banco Central en el espacio subterráneo, mientras que la plaza se ubica a nivel de la superficie. La construcción se desarrolló entre 1977 y 1982 y representó un hito de ingeniería y arquitectura para el país. Su propósito fue conformar un espacio o centro cívico para la ciudad, que incluye otros emplazamientos como el Parque Nacional, la Asamblea Legislativa, el Museo Nacional, la Plaza de la Democracia y la Plaza de la Justicia, en un recorrido de unos 800 metros en el centro urbano.

La construcción de esta estructura no estuvo exenta de dificultades. En la fotografía 15 puede apreciarse una fase de la excavación, cuyas paredes

fueron soportadas con vigas de concreto prefabricadas, ancladas al terreno en algunos sectores.

Esta estructura es la precursora de las excavaciones profundas para sótanos de edificaciones que en los últimos años han sido desarrolladas en gran número y con buen suceso en toda el Área Metropolitana.

Túneles en Costa Rica actualmente (siglo XXI)

Un ejemplo de obras subterráneas en Costa Rica, desarrollado por completo en el siglo XXI, es el Anfiteatro de Villa, que es un desarrollo privado con propósitos recreativos, que incluye la excavación de túneles y galerías en el macizo remanente de un antiguo tajo de ignimbritas, dentro de los cuales se ubican obras artísticas e instalaciones para eventos culturales y recreativos. El complejo alberga varias galerías y más de 500 m de túneles



▲ Fotografía 14. Una de las micro tuneladoras en proyecto de saneamiento de San José.



▲ Fotografía 15. Excavación de la Plaza de la Cultura.

Descargado de: https://maritzacartin.files.wordpress.com/2022/03/img_0502.jpg

OBRA SUBTERRÁNEA DE INTERÉS



▲ Fotografía 16. Galería subterránea en Anfiteatro de Villa.

Descargado de: <https://www.titicupon.com/sites/default/files/imagecache/coupon-slider-responsive/anfiteatro-de-villa2.jpg>



▲ Fotografía 17. Portal del túnel Zurquí (lado Caribe).



▲ Fotografía 18. Túnel de Circunvalación Norte (RN 39).

en tres niveles distintos. La excavación ha sido realizada por medios mecánicos y con equipo ligero. En la fotografía 16 puede apreciarse el interior de una de las galerías principales.

En cuanto a túneles viales, en 1984 entró en operación el Túnel Zurquí, el único túnel de carretera hasta la fecha (fotografía 17). Su sección transversal es de unos 11 m de ancho y 8.5 m de altura. Su función vital ha sido la conexión hacia la cuenca Caribe y tiene importancia estratégica para la exportación de muchos productos del país.

Después del Túnel Zurquí, por varias décadas, no se construyeron túneles viales o carreteros, hasta el desarrollo de pasos a desnivel en la ruta de Circunvalación, que rodea el centro de San José. Por ejemplo, el de Calle Blancos (fotografía 18) es un paso con seis carriles y 450 m de largo, que permite el paso de 40,000 vehículos por día. Junto con éste túnel, otros como el de la Rotonda de la Bandera, la Y Griega, La Uruca y otros, permitieron cerrar de manera completa el anillo de circunvalación alrededor de la capital.

El futuro de los túneles en Costa Rica

En el futuro próximo, la construcción de nuevos túneles en Costa Rica será indispensable, especialmente para los pasos viales y ferroviarios en la zona urbana. La movilidad requerirá de algunos túneles para evitar conflictos en la superficie y hacer que el casco metropolitano sufra un poco menos de congestión.

Por otra parte, en zonas de montaña será también necesario desarrollar túneles carreteros, en particular por la dificultad cada vez mayor de gestionar volúmenes excesivos de terreno de corte que deben ser trasladados a escombreras, generando impactos ambientales negativos. Por ejemplo, se menciona una ampliación de la ruta nacional 32, con un túnel paralelo al Zurquí.

Por otra parte, se requieren túneles hidráulicos por ejemplo, en la ampliación del Acueducto Metropolitano (Proyecto Orosi II). Asimismo, el repunte de la demanda eléctrica generará posiblemente la construcción de nuevos proyectos hidroeléctricos. Y no se debe olvidar el desarrollo de la red de saneamiento, que requiere el uso intensivo de micro túneles.

Un último hito importante, para el futuro inmediato, es la publicación de la Guía para el desarrollo de obras subterráneas de Costa Rica, a cargo de la Asociación Costarricense de Obras Subterráneas, ACROS. Este documento impulsará el uso óptimo del espacio subterráneo en los próximos años.

Costa Rica está cada vez más, volviéndose hacia un recurso poco aprovechado: el espacio subterráneo. Esto significa que se avizora un futuro prometedor para la industria tunelera.

Agradecimientos

Se agradecen los comentarios del Ing. Marlon Jiménez y el apoyo de la empresa Geomekca Ingeniería, así como de la Asociación Costarricense de Obras Subterráneas (ACROS), del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) y del Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica (CIC).

Referencias

AMITOS (2012) Túneles en México. Asociación Mexicana de Túneles y Obras Subterráneas, AC. Primera edición, 2012.

Arguedas, I. (2014) Innovaciones tecnológicas en los últimos cinco años en proyectos de generación hidroeléctrica. Congreso de Ingeniería Civil, CIC 2014. San José, Costa Rica, mayo 2014.

Cartín, M. (2016) Antigua fábrica de licores, FANAL, Hoy Centro Nal. De la Cultura (CENAC), San José, 1851-1900. Descargado en: <https://micostaricadeantano.com/2016/10/08/antigua-fabrica-de-licores-fanal-hoy-centro-nal-de-la-cultura-cenac/#:~:text=Entrada%20principal.%20158%20a%C3%B1os%20de%20historia.%20La,de%20los%20m%C3%A1s%20antiguos%20de%20San%20Jos%C3%A9>. San José, Costa Rica.

Curia Metropolitana (2025) Túnel bajo la Avenida 4ta, San José, El archivo eclesiástico en imágenes. Descargado en: <https://ahabatcr.omeka.net/items/show/95> San José, Costa Rica.

Fernández, A. (2011) Sobre los túneles de San José. Descargado en: <https://andferblog.blogspot.com/2012/03/sobre-los-tuneles-de-san-jose.html> Blog de Andrés Fernández, San José, Costa Rica.

Gutiérrez, F. (2021) Comisión asumirá estudio sobre posible red de túneles en Cartago. Descargado en: <https://www.nacion.com/el-pais/servicios/comision-asumira-estudio-sobre-posible-red-de/BLCEJ7SC5FHFBHBNYKUXMS7E/story/> Periódico La Nación, 2021, San José, Costa Rica.

Hidalgo, K. (2021) Encuentran "túneles" en subsuelo de Plaza Mayor en Cartago. Descargado en: <https://ameliarueda.com/nota/encuentran-tuneles-subsuelo-plaza-mayor-cartago-noticias-costa-rica> Medio digital Amelia Rueda, 2021, San José, Costa Rica.

Optimice la productividad con fluidos estabilizadores de perforación IMDEX

Soluciones industriales en bentonita sódica y polímeros para la construcción civil.

- Viscosificadores
- Encapsuladores de arcilla
- Floculantes
- Extendedores de Bentonita
- Agentes controladores de filtrado
- Surfactantes
- Adelgazantes químicos
- Otros productos especiales



Visualiza nuestra amplia gama de productos

PÓNGASE EN CONTACTO CON NOSOTROS



Jorge Quiroga
REPRESENTANTE
DEL SERVICIO TÉCNICO



Myrna Sosa
REPRESENTANTE
DEL SERVICIO TÉCNICO



IMDEX[™]
imdex.com

Leading Brands
AMC[™] **REFLEX**[™] **devico**