

Máster Universitario en Túneles y Obras Subterráneas



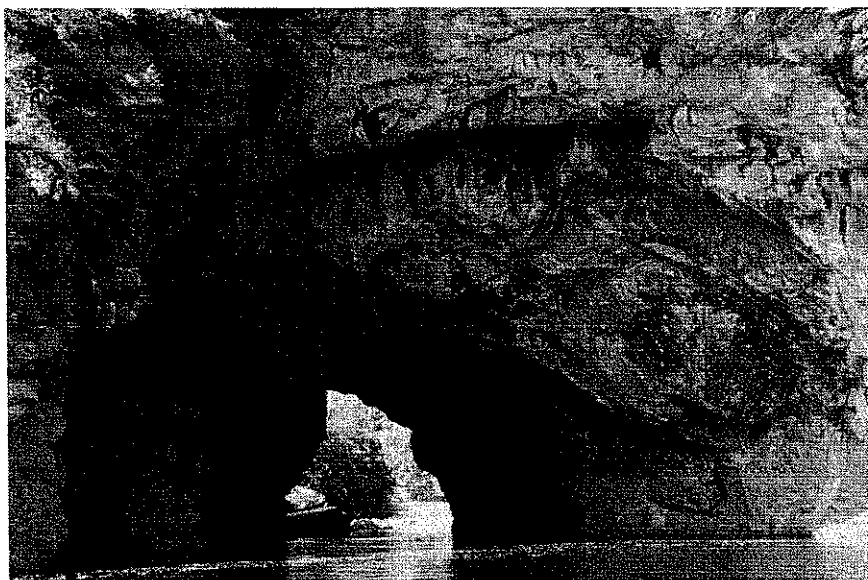
ÁREA: PRELIMINARES

Historia de los Túneles

Ponente: J.A. Juncá
Día: 10/01/07
Hora: 16:00-17:00

Ponencia:

Historia de los Túneles



José Antonio Juncà Ubierna
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director General de SOCYTEC S.L.

Documentación de referencia

Los Túneles Españoles. José Antonio Juncà Ubierna. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (OP). El Patrimonio de las obras públicas II. Nº 41 año 1997.

Urbanismo Subterráneo y Calidad de Vida. José Antonio Juncà Ubierna. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (OP). Tráfico en la Ciudad. Nº 12 año 1989.

Los túneles españoles

José Antonio Juncà Ubierna

DESCRIPTORES

OBRA PÚBLICA
PATRIMONIO
BIEN DE INTERÉS CULTURAL (BIC)
TÚNEL
OBRA SUBTERRÁNEA
MINA

La obra pública, patrimonio imprescindible

La obra pública constituye un patrimonio histórico, cultural y social de inmenso valor e indudable interés. A menudo esta evidencia no es respaldada por la realidad de los hechos.

Un pueblo que no valora ni tiene en cuenta su pasado pone en evidencia su debilidad y el desprecio por sus raíces, desdeña a esas generaciones que fueron y de las que es heredero. Un pueblo que olvida y deja que perezca su patrimonio, sea natural, arquitectónico, el de sus obras públicas, todo ese acervo de riqueza y esfuerzo colectivo, está abocado a la más peligrosa de las amnesias: la pérdida de su identidad, renunciando a ese aprendizaje fecundo que supone beber de la propia historia para encarar el día a día con un cierto rumbo, desde una ilusión y una conciencia colectiva.

Dejar arruinar las obras públicas, dejar que se desmoronen piedra a piedra las huellas notables del pasado, es dejarse deslizar por el tobogán de lo irreversible, apostar por la "modernidad", por hacer "tabla rasa" por cimentar eso que llaman el futuro sobre las cenizas del pasado. Es claudicar.

Y los ingenieros de caminos sabemos bien que cualquier estructura bien proyectada y ejecutada, firme y perdurable, ha de sustentarse en unos sólidos cimientos. Lo que llevado al terreno del patrimonio de las obras públicas equivale a la necesidad de ahondar en su conocimiento, en su estudio y puesta en valor, en evitar su desaparición mediante su recuperación, conservación y rehabilitación.

A tal fin sería necesaria una cierta transformación de la atmósfera reinante, a veces contaminada por la chapuza o por la desbocada inmediatez que permitiera recuperar el interés por el conocimiento de la historia, de las obras públicas, llamadas de este modo por su carácter intrínseco de dar respuesta a unas necesidades públicas, de la sociedad. Esa misma sociedad que, cuando la obra declina, envejece, deja de ser útil en lo funcional, a veces la condena al olvido y a la destrucción.

La obra pública como Bien de Interés Cultural

Aunque se trata de una labor en general poco conocida y difundida, las obras públicas españolas de interés histórico se están catalogando y estudiando desde varios frentes.

Hay que comenzar por referirse a los trabajos de catalogación de obras públicas que desde hace años viene impulsando y llevándose a cabo desde la cátedra de Historia y Estética de la Ingeniería de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid y que viene dando fruto en publicaciones de indudable interés, suscitando la preocupación por el tema en el alumnado, saturado de ecuaciones diferenciales y tensores de inercia.

Desde el año 1994 la Fundación Juanelo Turriano promueve y auspicia un conjunto de trabajos sistemáticos de estudio e investigación en relación con el patrimonio de las obras públicas, a partir de convenios de colaboración con el autor de este artículo. El objetivo que se persigue es doble: en primer lugar, desarrollar un trabajo de inventariado y catalogación de las obras públicas declaradas Bienes de Interés Cultural (BIC) incluyendo asimismo las incoadas. En segundo lugar, seleccionar e investigar aquellas obras públicas españolas de especial importancia, proponiendo tras ello su declaración como Bien de Interés Cultural.

inventario de obras públicas Bien de Interés Cultural

En aplicación de los convenios reseñados más arriba, cabe destacar la elaboración del "Inventario de obras públicas declaradas e incoadas Bien de Interés Cultural". La primera versión del inventario data de agosto de 1994; en el momento de escribir este artículo se está ultimando la actualización de los datos de dicho inventario, que se cerrará con fecha 31 de diciembre de 1996, estando prevista la publicación de los resultados. El inventario contiene no sólo aquellas obras ya declaradas sino también las incoadas. A destacar la valiosa colaboración que para el desarrollo del trabajo están prestando tanto las Direcciones Generales de Cultura y Patrimonio de las diecisiete comunidades autónomas como desde el Ministerio de Educación y Cultura.

Puede aquí avanzarse, tomando los datos obtenidos en 1994, que 255 obras públicas españolas están declaradas BIC y otras 106 tenían expediente incoado para estudiar la solicitud de declaración. Algunas de estas obras públicas, como depósitos, canales, cisternas, vías o caminos, se encuentran declaradas dentro de conjuntos históricos y zonas arqueológicas, como por ejemplo la cloaca y cisterna encontradas en el teatro romano de Sagunto.

La primera obra pública española declarada BIC fue el acueducto romano de Segovia, que mereció tal consideración en 1884. Desde entonces hasta la década de los años 1960, todas las obras públicas declaradas son puentes o acueductos a excepción del complejo minero de Las Médulas, en Carucedo, León, cuya declaración data de 1931 y en el que destaca la red de galerías subterráneas.

En cuanto a las tipologías dominantes, predominan los puentes —más de 80 declarados—, los acueductos —cerca de 60—, las vías y caminos —más de 50—, las acequias —el número ya baja a 14— y ningún túnel.

En relación con el número total de obras públicas declaradas destaca la Comunidad Autónoma de Castilla y León, con más de cien obras declaradas BIC, seguida por la Comunidad de las Islas Baleares, que supera las sesenta. Sin embargo, la Comunidad de Madrid sólo tiene declaradas dos obras públicas. La Comunidad Autónoma del País Vasco destaca por el número de obras públicas con expedientes incoados para su declaración, que asciende al medio centenar; entre ellas, el túnel natural de San Adrián, único "túnel" incoado para su declaración.

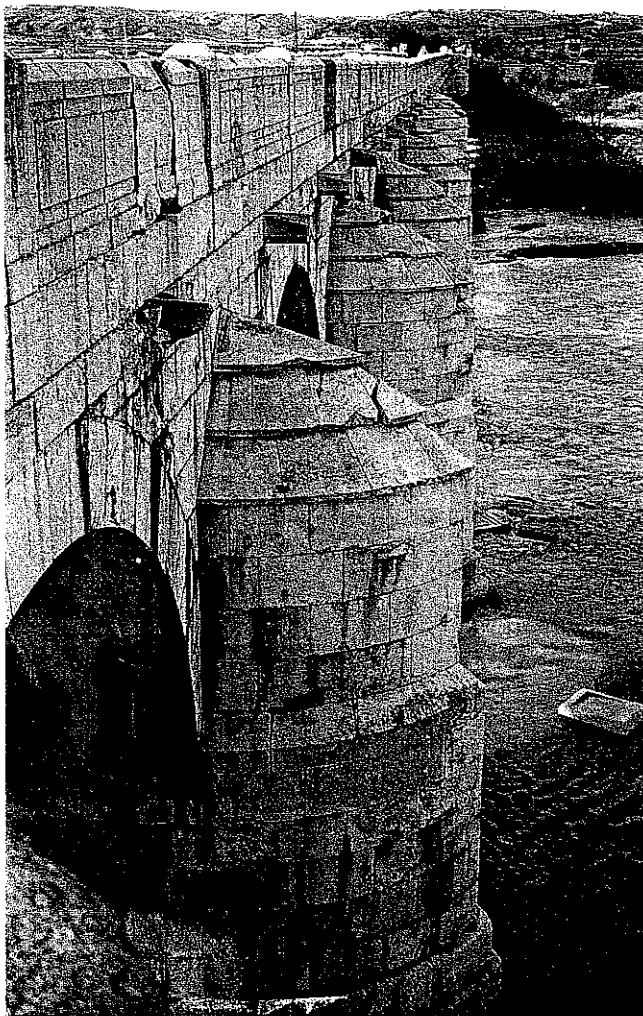


Fig 1 Desolación

Selección y propuesta de obras públicas para su declaración

Otra línea de trabajo que se viene desarrollando en el marco de los convenios entre la Fundación Juanelo Turriano y el autor de este artículo es la de selección y estudio de obras públicas significativas para su propuesta de declaración como Bien de Interés Cultural.

Para ello se viene efectuando un estudio de investigación de aquellas obras que por su especial interés merecen ser BIC, a cuyo fin para cada una de las obras se redacta su correspondiente "Memoria Histórico-Artística", en la que quedan reflejados de modo sistemático todos aquellos aspectos que caracterizan la obra así como su entorno, tanto de carácter histórico-contexto social, de innovación tecnológica que la obra supuso en su momento, modo en que fue construida, características físicas y geométricas del trabajo, estado de conservación, por sólo citar algunos epígrafes. Este documento proporciona una información completa de carácter monográfico, tanto escrita como gráfica, a partir de la cual se ha de juzgar la procedencia, o no, de declarar la obra como Bien de Interés Cultural.

La estructura de las Memorias se ajusta a lo que establece la Ley de 25 de junio de 1985 del Patrimonio Histórico Artístico Español y al Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo de la misma. El artículo 15 de la ley, dentro de su título II, *De los bienes inmuebles*, establece lo siguiente: "Son monumentos aquellos bienes inmuebles que constituyen realizaciones arquitectónicas o de ingeniería, u obras de escultura colosal siempre que tengan interés histórico, artístico, científico o social".

Hasta el momento se han redactado las memorias histórico-artísticas de cinco obras públicas, estando en marcha las tareas de estudio, investigación y trabajo de campo de un nuevo grupo. Remitidas a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, todas las obras han sido consideradas merecedoras de declaración de Bien de Interés Cultural. A continuación, la Fundación Juanelo Turriano se ha dirigido a las comunidades autónomas en que se encuentran ubicadas solicitando su declaración, aportando la memoria histórico-artística y el dictamen favorable de la Real Academia.

El túnel como patrimonio

El túnel es probablemente la obra pública menos conocida y vistosa, aun siendo la primera que acomete el ser humano y pese a estar, como ninguna otra obra, en íntima vinculación con el entorno que la rodea. Mientras el puente vence al vacío, el túnel vence al macizo. De por sí, el túnel es obra discreta, apenas perceptible a cielo abierto; además, desde tiempos remotos, el túnel y lo subterráneo están dotados de connotaciones ambivalentes, de un simbolismo profundo y complejo, arraigado en multitud de culturas y pueblos.

El estudio de la historia de los túneles es una fecunda fuente de conocimiento del devenir de la historia, de la idiosincrasia de los diferentes pueblos y civilizaciones; de ahí que el túnel, más allá del hueco, en su trascendencia con su función, en tanto que vínculo de unión, sea por derecho propio una pieza clave dentro del patrimonio histórico-artístico en general, y del que conforman las obras públicas en particular.

España es el país europeo, tras Suiza, con mayores alturas medias, y sus sistemas montañosos se extienden en una longitud total en torno a los 5 000 kilómetros. De ahí que cuente con unos 5 000 túneles, que suman en total en torno a los 3 000 kilómetros. En estas cifras no están incluidas las galerías mineras. El mayor porcentaje, superior al 50%, corresponde a túneles de propósito hidráulico, seguido por los túneles de ferrocarril, en torno al 40%, mientras que los de carretera —aunque en notable progresión en los últimos años— suponen del orden del 10%. Andalucía es la comunidad autónoma con mayor número de túneles, algo más de 700, mientras que Cataluña es la que posee más kilómetros de túneles, rebasando los 410 kilómetros.

Pese a ello, hoy por hoy ningún túnel español figura entre las más de 250 obras públicas declaradas BIC. Lo que produce perplejidad e invita a la reflexión, dado el arraigo de los trabajos subterráneos en España desde la antigüe-

dad. El conjunto minero de Las Médulas, que incluye una red de galerías y cavidades destacables, es el único caso en donde la declaración de bien cultural afecta a un entorno subterráneo de entidad.

España atesora un valioso patrimonio de túneles y trabajos subterráneos, ocupando un lugar privilegiado en el concierto internacional; pero no es fácil amar lo que no se conoce, y así, nuestros túneles de interés histórico se han visto "perforados" de nuevo con la implacable máquina "tuneladora" del olvido, ingenio silencioso pero arrasador, siendo urgente "calar" una vez más esos viejos túneles, recuperándolos para que puedan ocupar el lugar que merecen dentro del mosaico de huellas que los hombres y mujeres han ido dejando en esta vieja piel de toro.

Entre los túneles y trabajos subterráneos más notables desde la faceta del patrimonio histórico español se encuentran, además de Las Médulas, el túnel de Montefurado, la mina de Daroca, la traída de agua a Uxama, a Tiermes, la cloaca de La Palma de Sant Just, los *ganats* de Mallorca, la red de galerías, pozos y conducciones de captación y distribución de agua de las islas Canarias, los viajes de agua de Madrid, que están en el origen de la ciudad y dan lugar a su topónimo.

A destacar asimismo el túnel del Mongat —primero de ferrocarril, pero también el de La Argentera, y ya en el Pirineo catalán— el túnel helicoidal y el de Tossas; la impresionante sucesión de túneles que abre paso a la línea férrea atravesando el puerto de Pajares o la hermosa línea del Canfranc. O los ferrocarriles de vía estrecha abandonados del Plazaola, del Bidasoa, del Vasco-Navarro, con un elevado número de túneles. En fin, el túnel de carretera de Lizárraga,

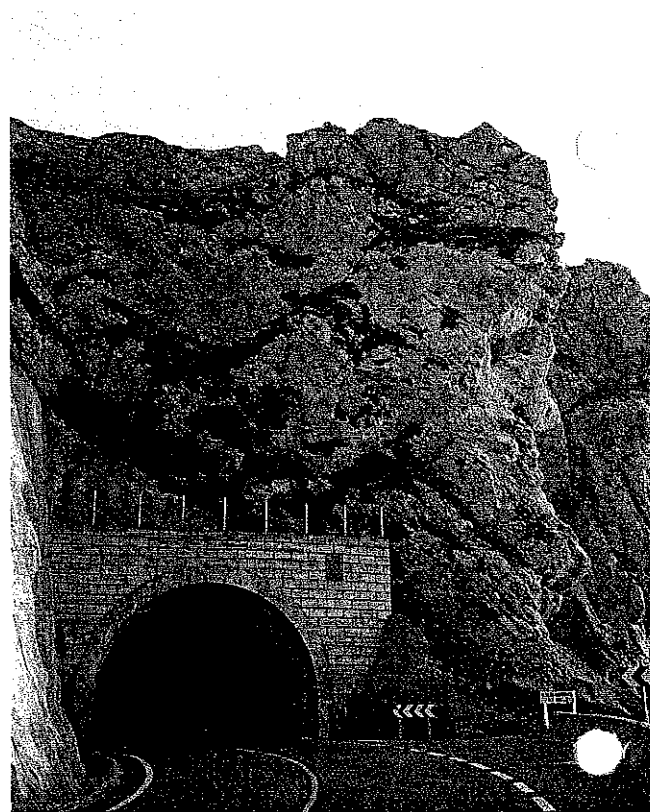


Fig. 2 Túnel de Lizárraga

tierras navarras, probablemente el primero en nuestra red de caminos. Esta enumeración podría ser mucho más prolíja, pero ni se trata de ser exhaustivo ni, mucho menos, de agotar a quienes esto puedan leer.

Puede concluirse que el patrimonio español de túneles con relevancia histórica es rico y variado en cuanto a su tipología, período constructivo y emplazamiento geográfico. Y de entre ellos, unos cuantos merecen, sin duda, tanto su declaración como BIC, como su divulgación, ya que ocupan un lugar de honor en la historia universal de los túneles.

Túneles históricos españoles más significativos

A continuación se presentarán de forma sintética algunos de los túneles o trabajos subterráneos más notables, comenzando por el conjunto minero de Las Médulas y prosiguiendo con los dos túneles más importantes de nuestro territorio desde el punto de vista histórico y del patrimonio: el túnel de Montefurado y la mina de Daroca. Finalmente se referirán otros trabajos subterráneos de verdadero interés.

Poseidonios mantenía que el subsuelo de Hispania no estaba regido por Hades, rey de los infiernos interiores de la Tierra, sino por Plutón, dios de la riqueza.

El sílex, el oro, la plata e incluso el agua, fueron buscados en las entrañas de la tierra de Iberia desde tiempos remotos. Fenicios, griegos y romanos aplican con intensidad el arte de la minería en la Península. Cartagena o Nuevo Cartago se convirtió en uno de los principales centros mineros de la plata en territorios fenicios. En Sierra Morena los griegos explotaron ricas minas de plata, de 200 metros de profundidad, con galerías de hasta 900 metros de longitud en el interior de la montaña. También, las minas de Río Tinto han de destacarse. Pero, sin duda, es durante el período de dominación de Roma cuando la minería en Hispania alcanza su zenit, en especial en explotaciones auríferas, con ejemplos tan impresionantes como Las Médulas o el túnel de Montefurado.

Conjunto minero de Las Médulas

La explotación minera de Las Médulas en El Bierzo es el ejemplo más impresionante de la minería en la antigua Hispania, debido tanto a la complejidad del sistema utilizado como a los varios centenares de millones de metros cúbicos de movimiento de tierras a que dio lugar.

Las Médulas consiste en depósitos del Terciario o de comienzos del Cuaternario. Los trabajos mineros se iniciaron durante los primeros años de nuestra era, siendo emperador Augusto, pero los mayores rendimientos se obtuvieron en época de Trajano, extrayéndose hasta 8.000 kilogramos anuales de oro. Las Médulas fueron explotadas durante un período de 200 años; se calcula que en esos dos siglos 10.000 mineros obtuvieron 960 toneladas de oro puro. Las minas se abandonaron hacia el año 210 de nuestra era.

Plinio, en su Historia Natural, escrita hacia el año 70 d. C., describe con detalle los métodos de laboreo, empleándose en Las Médulas el conocido por "arrugia" o "canto rodado", que requería los siguientes elementos, enunciados de forma encadenada partiendo de aguas arriba de esta explotación: tomas de agua en el nacimiento del río Cabo y arroyos de deshielos, canales de conducción de agua, embalses de almacenamiento, compuertas, galerías excavadas en la montaña del yacimiento, lavaderos de oro, apilamientos de cantos rodados y, por último, desagües hacia el río Sil.

Se estiman en 325 los kilómetros de canalización, muchos de ellos excavados en la roca en semitúnel, dejando en este caso abierto el lateral que daba hacia el precipicio.

Las galerías subterráneas perforadas en el macizo aurífero mediante la técnica del fuego, son de sección abovedada, con dimensiones entre 1 y 1,5 metros de ancho por 1,10 a 1,90 metros de alto.

Las máximas longitudes excavadas, preservadas hasta la actualidad, son de 650 metros, en trazado laberíntico, y corresponden a la mina de Orellán. A destacar el hecho de que, al objeto de aumentar la capacidad erosiva del agua circulante así como su presión, las galerías se perforaron en secuencias alternativas de bruscos ensanchamientos y estrechamientos de sección.

El túnel de Montefurado

El túnel de Montefurado es el primer túnel perforado en la península Ibérica del que se tenga constancia. El túnel de Montefurado —por el que discurre el cauce del río Sil— se encuentra en el municipio de Quiroga, Lugo. "Montefurado" es una denominación muy expresiva, pues significa en gallego "montaña perforada". También se conoce esta obra como la "Boca do Monte".

Este túnel es la obra fundamental de una explotación aurífera de época romana de excepcional interés y originalidad, y permite controlar las inundaciones del meandro del río Sil. El túnel estrangula el meandro desecando el lazo del cauce originario.

Esta obra es fruto del considerable nivel alcanzado tanto por la ingeniería civil como por la minería en época de Roma, siendo un trabajo en el que se conjugaron ambas artes.

Aunque no se dispone de datación exacta, la construcción del túnel de Montefurado habría tenido lugar en algún momento entre los siglos I y II d. C., más probablemente a fines del primero.

La ocupación romana de las zonas de Quiroga y del Caurel responde a dos causas: el desarrollo de explotaciones mineras y el trazado de vías de comunicación.

En relación con la riqueza minera de esta zona existen abundantes referencias bibliográficas. Estrabón, establecido en Roma, donde publicó sus diecisiete libros en el VII a. C., dice en su libro III que "más eran los que apuraban el oro con el agua, que los que lo sacaban de las honduras de la tierra".

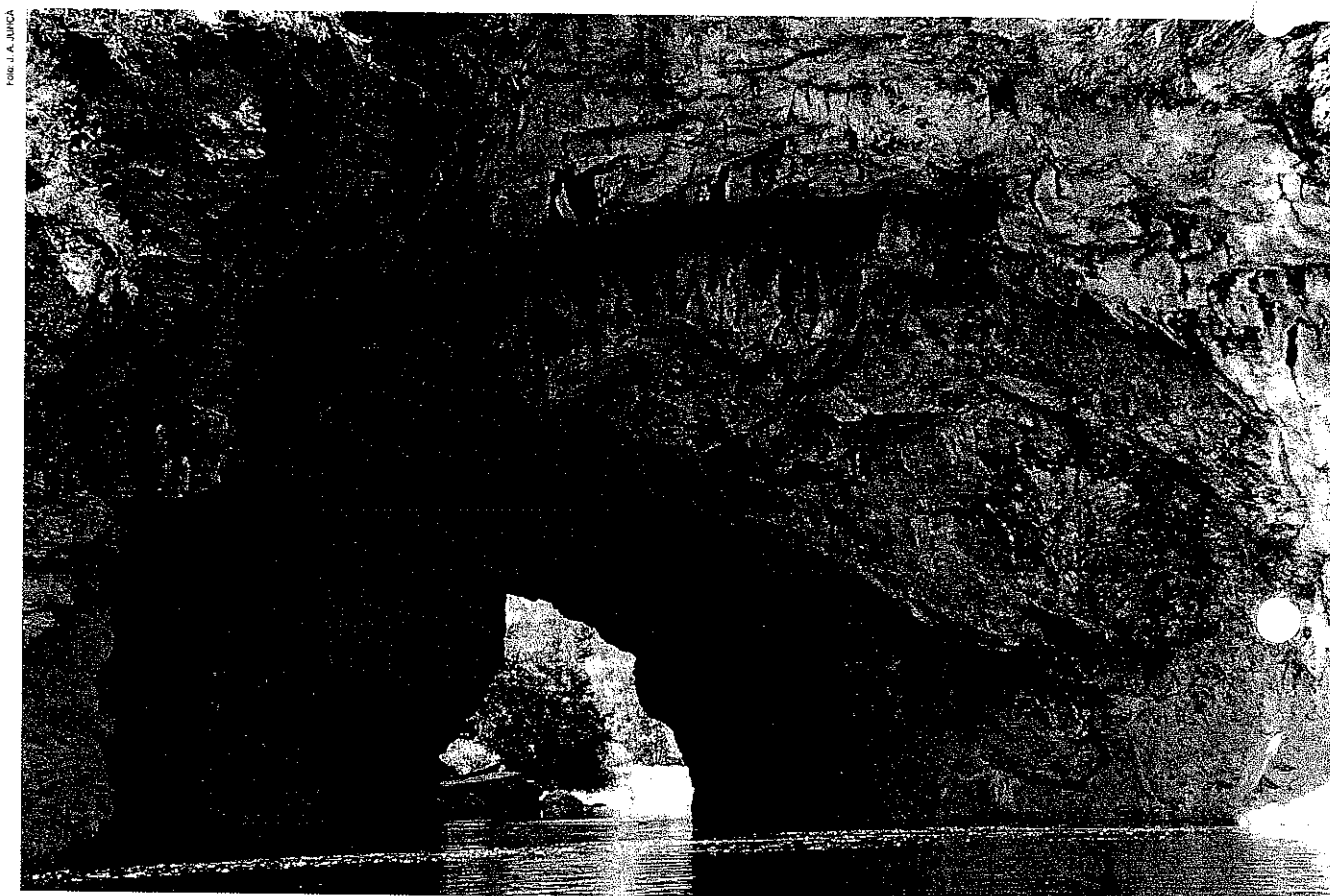


Fig 3 Oro y túnel

Desde su origen en la sierra de Cuenta Alta, Asturias, hasta que pierde su nombre al unirse al Miño, el Sil fue considerado como uno de los ríos más ricos en metales de oro y plata. Federico Sonneschmid escribe en 1831: "El río Sil no sabe correr sino por entre el oro y la plata. Después de recibir en su curso otros diez (algunos caudalosos), se nos oculta en Monte Furado, Monte Sacro, de que habla Justino por la riqueza que encierra. Los romanos lo conservaban como cosa sagrada."

Pretende Sarmiento que fue este el Mons Sacer o monte sagrado del que habla Justino, el abreviador de Trogo Pompeyo. La vieja leyenda afirma que en el monte, predilecto de los dioses, no se podía, sin incurrir en el enojo y el castigo de éstos, extraer el oro que encerraba en sus entrañas a golpe de pico ni instrumento alguno de hierro. Era preciso que el rayo, el fuego del cielo, cayese sobre la montaña abriendo sus entrañas, para que éste pusiera al descubierto y al alcance de la mano las riquezas allí encerradas. Es indudable la importancia tradicional que de siempre ha tenido Montefurado.

Pero a menudo la leyenda se funde con la realidad; así, probablemente no fue el hierro sino el fuego y el agua quienes hendieran el monte. Casi con toda certeza puede afirmarse que el procedimiento constructivo que siguieron los romanos, también en Montefurado, fue la técnica del fuego que aplicaban habitualmente en la perforación de túneles y galerías.

La hipótesis más generalizada en relación con el procedimiento utilizado en Montefurado para obtener el oro pasa por la desecación del meandro; el túnel vendría a ser una

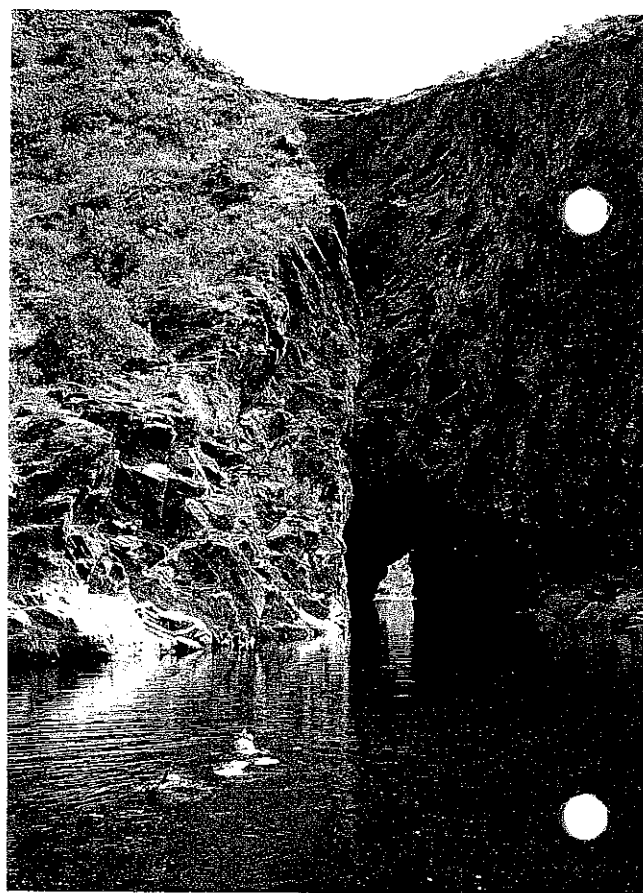


Fig 4 Sumergiéndose en el túnel

verdadera agogía o canal de lavado natural, puesto que toda el agua del Sil podía ser objeto de una decantación forzada del oro, renovable cada año al menos

De esta forma, y seguimos a Javier Sánchez-Palencia "la extracción o lavado 'in situ' mediante un pequeño canal de derivación captado aguas un poco más arriba del propio río se realizaría en época estival, cuando el nivel de las aguas estuviese más bajo. Durante la temporada invernal se abriría de nuevo el cauce natural, para que las partículas de oro volvieran a depositarse en el remanso de la corriente que producía el meandro"

En los trabajos de Domergue se plantea una teoría, en parte ya apuntada en 1891 por Beuther, basada en la existencia de una posible trinchera que profundizaría de forma notable el fondo del túnel, que actuaría como una "piège à or" (trampa de oro), de modo tal que las arenas auríferas se decantarían en dicha cavidad artificial hasta colmatarla; tras ello, el río sería conducido a su cauce original y el oro decantado en el fondo del túnel sería recogido. Esta teoría ha sido en buena parte confirmada en nuestros trabajos de campo, si bien la profundidad máxima "de 30 a 40 metros" a que se refiere Domergue ha resultado ser una previsión excesiva.

La extracción de oro en la zona parece que se prolongó desde comienzos del siglo I d. C. hasta finales del siglo II o comienzos del III. Se supone también que a reducida escala los visigodos prosiguieron el laboreo de algunos aurales en los siglos XVI y XVII. Pero es a finales del siglo XIX y principios del XX cuando de nuevo rebrota la "fiebre del oro" y son muchas las compañías mineras que solicitan permisos para realizar sondeos y explotaciones. Todas ellas fracasan en su intento de conseguir las riquezas que los romanos obtuvieron.

En nuestra búsqueda por archivos y bibliotecas hemos localizado alguno de estos proyectos para volver a explotar antiguas minas de la zona, como el proyecto del belga Henry Steven de 1918.

En la década de los años treinta del presente siglo se produjo un importante desprendimiento en la boca aguas abajo del túnel, dando lugar al taponamiento del mismo y quedando destruida la galería en aproximadamente la mitad de su longitud, la correspondiente a la parte oeste de la misma. A consecuencia del taponamiento del túnel era latente el peligro de que al producirse una avenida todas las tierras de labor existentes en el antiguo cauce fueran arrastradas por la corriente. Y el riesgo se consumó: las aguas del Sil volvieron a discurrir por su cauce primitivo, lo que supuso la incomunicación de tres parroquias con el resto del término municipal así como la desaparición de 41 hectáreas de ricos terrenos de huerta.

El hundimiento del túnel no sólo redujo la longitud de esta grandiosa obra a la mitad sino que trajo consigo la ruina de los habitantes de la zona. Posteriormente se realizaron obras de reparación y rehabilitación cuyos proyectos figuran en los archivos. En la actualidad el túnel se encuentra en buen estado de conservación.

Para la redacción de la "Memoria Histórico-Artística" llevamos a cabo un difícil trabajo de campo efectuándose mediciones con la participación de buceadores que examinaron

TABLA 1

Túnel de Montefurado. Principales características

Datos geométricos obtenidos en el trabajo de campo*

Longitud actual	52,0 m
Longitud estimada antes del derrumbe parcial de la galería	120,0 m
Altura en clave (valor medio) sobre el nivel de las aguas	8,0 m
Profundidad máxima bajo el nivel de las aguas	12,5 m
Altura total del túnel (parte sumergida + parte vista)	20,5 m
Anchura del túnel en boca Este (aguas arriba)	17,5 m
Anchura del túnel en boca Oeste (aguas abajo)	20,2 m
Anchura mínima de la sección interior del túnel	6,9 m

*A partir del estudio de investigación realizado por J. A. Juncá Utielma. Trabajo de campo efectuado en junio de 1995.

la parte sumergida del túnel, siendo la primera vez que se efectúa este tipo de exploraciones. De tal modo se obtuvieron las dimensiones actuales del túnel, que obedecen a un trazado irregular de perforación. Además, se determinó de forma aproximada la longitud originaria del túnel, antes de producirse el derrumbe de parte del mismo. Los datos más significativos obtenidos quedan reflejados en la tabla 1, siendo esta la primera ocasión en que son publicados en castellano.

El túnel de Montefurado merece ser declarado BIC por tratarse del primer túnel perforado en la península Ibérica y significarse como una obra sobrecogedora y excepcional en su género, única en España.

La mina de Daroca

La mina, que se encuentra en la ciudad de Daroca, Zaragoza, es el túnel moderno de propósito hidráulico más antiguo de Europa.

Mina es la palabra utilizada desde antiguo en español para referirse a un paso subterráneo abierto artificialmente. La acepción túnel procede del "tunnel" inglés, vocablo tributario del francés "tonnelle", término utilizado por primera vez con este significado en 1842 al referirse al primer túnel perforado bajo el cauce del Támesis.

La ciudad de Daroca queda enmarcada por dos importantes cerros, el de San Jorge y el de San Cristóbal, y en ella el hombre ha sabido adaptar su obra a las características del entorno; en esta ciudad sus habitantes han tenido que luchar desde siempre con un medio hostil, procurando mitigar y regular la fuerza devastadora de las avenidas del río Jiloca.

La calle Mayor era el eje comercial y rector de la vida económica y social de la ciudad, siendo seguramente la calle medieval más ancha de Europa, transformándose durante las tormentas en un verdadero río que —a menudo— anegaba las plantas bajas de las casas; no era infrecuente que por esta calle se midieran niveles de agua superiores a dos metros de altura.

A principios del siglo XVI el Concejo de Daroca se plantea la construcción de un túnel que recogiese las torrenciales aguas de las tormentas para llevarlas directamente al Jiloca sin pasar por la ciudad. A mediados de siglo las diferentes gestiones fructifican en un proyecto encargado al ingeniero, arquitecto y escultor francés, Pierre Bedel, especialista en obras hidráulicas que disfrutó de gran prestigio en Aragón.

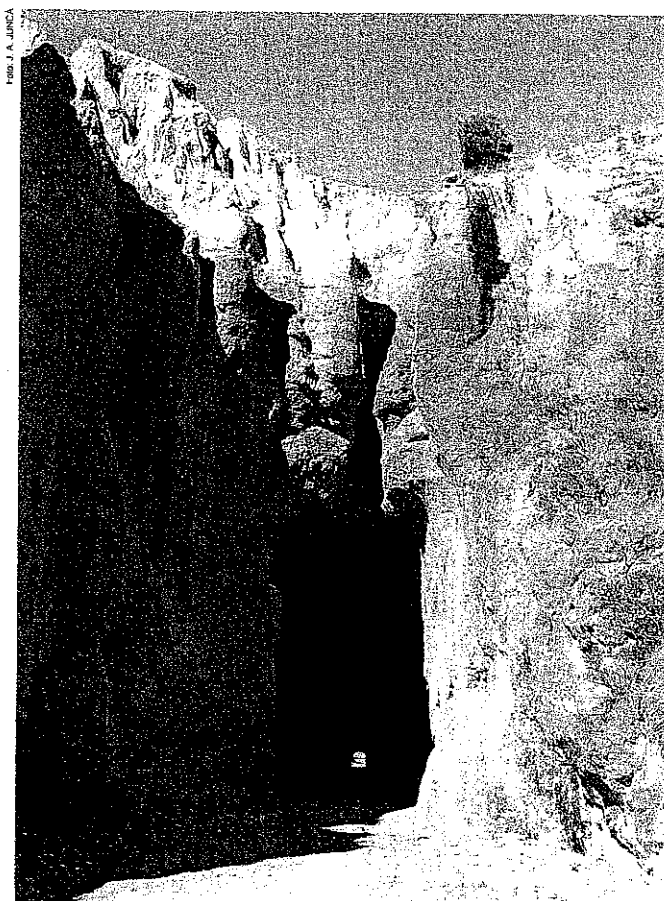


Fig 5 Mina de Daroca

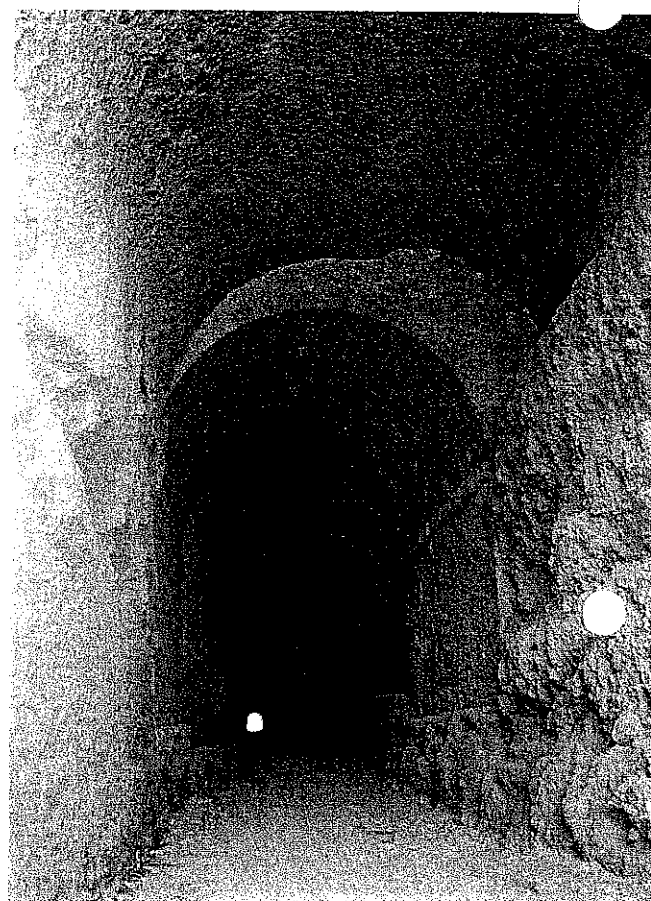


Fig 6 Majestuosidad

Se trataba de encauzar las aguas por medio de una gran barbacana, cerca de la actual carretera de Zaragoza a Madrid, hacia un gran túnel cuya boca de entrada estuviese a la altura de la Puerta Alta, perforando el monte de San Jorge, para poder así evitar el drama de muerte y destrucción causado por las aguas a su paso por el núcleo urbano.

Las obras comenzaron a mediados de 1555 y, tras cinco años de largos, penosos y agotadores trabajos, la perforación se terminó el día 7 de febrero de 1560, fecha en la que se encontraron las dos brigadas, aproximadamente en el centro del túnel. Pero las obras duraron dos años más; incluso algunos trabajos complementarios se prolongaron quince años después de la primera "picada" en el cerro de San Jorge; había que retirar todavía muchos metros cúbicos de tierras, arreglar las bocas, reforzar los tramos más débiles, y construir una serie de obras auxiliares pero importantes. Entre ellas destaca la barbacana, un enorme dique de piedra sillar de más de 300 metros de longitud que servía de presa para retener las aguas que venían del barranco y guiarlas hacia la entrada de la mina.

Las dos bocas de la mina fueron embellecidas con sendas portadas de sillares, con la doble función decorativa y protectora a la vez. Si bien la mayor parte del túnel está sin revestir, algunos tramos fue preciso reforzarlos mediante arcos en piedra para evitar posibles desplomes, sobre todo hacia la boca de salida, donde aparecieron los materiales más blandos y de menor capacidad resistente.

La longitud actual del túnel es de unos 600 metros, y el material horadado se denomina "piñonada" en la terminología local, un aglomerado muy compacto, mezcla de almendrilla y arcilla, cuya consistencia depende de la cantidad de arcilla.

La mina fue visitada y admirada por reyes, por personalidades ilustres y por el pueblo llano. De ella Mariano Domínguez de Traggia escribe en 1789: "No tiene igual en España y puede competir con la gruta del monte Pausilipo de Nápoles (Italia)".

El estilo de la mina está acorde con la unidad monumental de Daroca y se basa en el empleo de materiales genuinos del entorno, siendo uno de los monumentos más significativos de la ciudad de Daroca, una obra entrañable para los darocenses en la que destaca la grandiosidad y regularidad de su sección, esbelta, con generosos hastiales rematados en bóveda de cañón. La altura en clave es variable entre siete y ocho metros, siendo la anchura media de la sección de seis metros. Obra sobria, elegante, bien concebida y de excelente ejecución, como queda patente por su muy buen estado de conservación.

El trabajo que suponía la construcción de la mina era desconocido para los medios de la época; se trataba de horadar un túnel en el que se moverían más de 100 000 metros cúbicos de tierra y piedras, levantar más de dos mil millones de kilos de materiales y perforar más de seiscientos metros de longitud bajo una montaña que se elevaba hasta sesenta metros por encima del túnel. El número de trabajadores oscilaba por temporadas entre 30 y 50, divididos en

dos cuadrillas: una picando en cada uno de los extremos del túnel. En ocasiones llegaron a trabajar hasta 75 personas. La magnitud de la obra y el volumen de trabajo invertido ocasionaron unos costes muy elevados, cifrados en 576.299 sueldos. Por esta causa la ciudad estuvo empeñada en el pago de intereses durante más de cien años.

Esta obra hidráulica, que entrañó un gran riesgo para su época y conllevó una componente innovadora nada desdeñable, puede ser considerada como una de las principales obras de la historia de la ingeniería civil española, siendo fruto del trabajo y el esfuerzo colectivo de todo un pueblo por asegurar su supervivencia.

La mina, que conjuga elegancia y sobriedad, enclavada en un entorno natural de gran belleza, viene cumpliendo desde hace más de cuatro siglos una función estratégica decisiva para la vida de la ciudad, resistiendo el paso del tiempo de modo magnífico.

Por todo lo reseñado, la mina de Daroca merece ser declarada BIC, como símbolo perpetuo del inmenso esfuerzo que realizó en solitario la ciudad al dotarse de una obra tan necesaria como compleja y costosa para su época.

A todo ello hay que añadir que la mina ha sido y es para Daroca un lugar de referencia permanente, de modo que los darocenses mantienen en sus hijos viva la emoción de "pasar la mina".

La leyenda que figura en el escudo de la ciudad dice: *"Non fecit taliter omni nationi"*.

Otras obras públicas subterráneas históricas de interés

Para completar este recorrido por el patrimonio de los túneles españoles se hará referencia a continuación a otras obras subterráneas que asimismo presentan un notable interés histórico.

El abastecimiento de agua a Guadalupe

El abastecimiento de agua a Guadalupe Cáceres comienza en la falda de la primera Villuerca, lugar donde se hallaron unos grandes manantiales. Formando allí una pequeña explanada se construyó un gran depósito de piedra y ladrillo para recoger el agua, dando así origen a la famosa "Arca del Agua". Desde ella se condujo el agua por la falda de la sierra, abriendo a pico un canal de varios kilómetros. A mitad de camino se encontró la sierra de Miraflores y no se dudó en horadarla. Al Cerro Horadado lo atraviesa un túnel de unos 150 metros de longitud. A partir de ahí continúa la conducción hasta el santuario y Puebla.

La construcción del sistema de abastecimiento está muy ligada a las obras del santuario del monasterio de Guadalupe, y el comienzo de sus obras se puede fechar en 1350. Aunque parte de la conducción de agua aún se encuentra en servicio carece de mantenimiento.



Fig. 7. Mina de Miranda de Arga.

La mina de Miranda de Arga

Esta obra, incluida en una acequia, es un canal de agua para el riego que posee un largo túnel. Nace en el término municipal de Berbinzana, distante siete kilómetros de Miranda de Arga, en el lugar denominado "Boca de la mina". Dicho túnel mide aproximadamente kilómetro y medio y sus dimensiones son de 1,60 x 1,60 metros, en forma de bóveda.

El trazado de la mina se desarrolla pegado lateralmente al río, haciendo meandro, e incluye una serie de pozos alineados, distanciados 40 o 50 metros unos de otros.

Túnel del Mongat

El túnel del Mongat marca el inicio de la construcción de túneles ferroviarios en España y se encuentra en la línea de ferrocarril más antigua de la Península, inaugurada en 1848.

El primer túnel ferroviario se encuentra en el kilómetro 12,5 de la línea y atraviesa con sus 135 metros de longitud en roca viva el macizo del Mongat, por lo que la población comenzó a denominarla la "Muntanya foradada". Su sección es de 52,5 m², siendo sus dimensiones de 6,75 metros de ancho y 6 metros de alto.

Conjunto hidráulico de las islas Canarias

En las islas Canarias es sobresaliente la red de galerías, pozos, conducciones y pequeños embalses que se fueron construyendo poco a poco, con medios muy rudimentarios durante los últimos cuatro siglos, y constituyen magníficos conjuntos hidráulicos.

En Tenerife se perforaron más de 1.600 kilómetros de galerías de captación de agua, alguna de ellas con más de siete kilómetros de longitud. Los pozos llegaron a más de 500 metros de profundidad.

Todo ello es un ejemplo de adaptación a la morfología de un terreno muy abrupto consiguiendo un impacto ambiental muy reducido.

El túnel de San Adrián

Enclavado en el Camino de Santiago, este túnel natural está situado en el extremo nororiental de Álava, en el límite con Guipúzcoa, en un corredor de gran trascendencia como ruta de peregrinación y vía de carácter comercial en la Baja Edad Media.

Este túnel —y seguimos a Elisa García Retes—, “pasillo abierto en un escarpe rocoso que separa Guipúzcoa de Álava y que permite a través suyo el acceso de una a otra”, es hito fundamental en el Camino. Se trata de un paso natural producto del paisaje kárstico, correspondiendo el túnel a una antigua zona de conducción de aguas. La longitud del túnel de San Adrián es de 50 metros, si bien la extensión total de las galerías transversales es de 150 metros. La entrada al túnel se hacía atravesando un portón de madera, conservándose hoy día el amplio arco ojival por donde la colzada accede al paso.

El túnel de San Adrián, obra de la naturaleza, es el único en nuestro país incoado para su declaración como Bien de Interés Cultural.

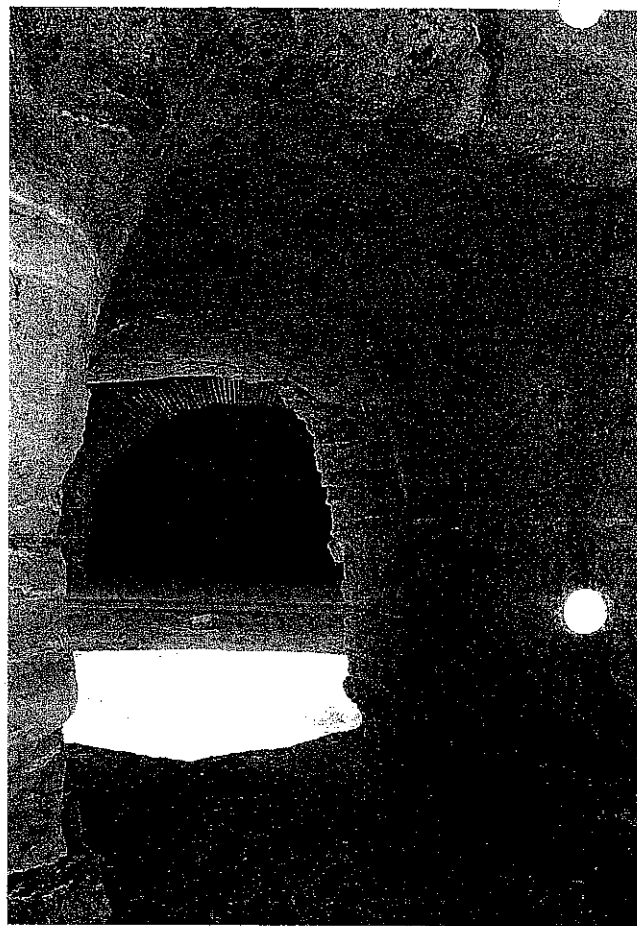


Fig. 8 Pasadizo en la Edad de las Sombras



Fig. 9 Cuatro siglos de historia

Pero no sólo el túnel propiamente dicho ha de retenerse como patrimonio de la obra pública. Muchos otros trabajos subterráneos forman parte de ese conglomerado de hitos singulares en nuestra historia y cultura colectiva, tales como otras destacadas explotaciones mineras que se remontan a la antigüedad, pues no hay que olvidar que el arte de la minería y el arte de los túneles surgen de modo simultáneo, si bien sus fines sean diferentes.

Desde Altamira, que fuera verdadera polis subterránea, hasta las agrupaciones troglodíticas que hoy se mantienen en plena vigencia, la península Ibérica atesora una riqueza densa y variada de hogares bajo el suelo. Este fenómeno es consecuencia en buena parte tanto de las condiciones climáticas como de las geográficas, que —respectivamente— aconsejan y facilitan este tipo de asentamientos.

En la Edad de las Sombras el túnel se hace pasadizo, cripta, galería en torno a los recintos defensivos y religiosos. Corredores bajo tierra, galerías como vía de escape o de abastecimiento vital en caso de asedio tienen un largo período de pujanza. Y en torno al torreón, las cuevas defensivas respondiendo a un esquema estratégico típicamente árabe. Pero algunas de estas primeras cavidades talladas en lugares inverosímiles, inaccesibles, incluso podrían remontarse a períodos anteriores al de la dominación musulmana.

En la Edad Media y en el Renacimiento, en diferentes zonas geográficas, los pueblos y las villas ahondan en sus subterráneos, construyendo bodegas y graneros como partes integrantes de sus casas; así, por ejemplo, Pamplona y Tudela. Pero probablemente, la pequeña y hermosa población de Laguardia —en la Rioja Alavesa— es el ejemplo más notable de utilización densa, integral y armoniosa del espacio subterráneo, con más de 200 bodegas censadas en la actualidad.

Consideración final

Recuperar el patrimonio español de túneles y subterráneos es penetrar en las entrañas de estas tierras milenarias y descubrir —de túnel en túnel— gentes y paisajes, poblaciones y enclaves, huellas dejadas por la naturaleza y por el hombre.

Adentrarse en la historia subterránea de España es un ejercicio apasionante por la riqueza, misterio, encanto y variedad de cavidades, túneles y galerías que la minan. El túnel de Montefurado, la mina de Daroca, el abastecimiento de agua a Guadalupe, la mina de Miranda de Arga están entre las obras públicas españolas más sobresalientes y son parte fundamental de nuestro patrimonio, mereciendo incorporarse a la relación de obras ya declaradas BIC. En estos cuatro casos la cuenta atrás ya se ha iniciado, estando la decisión última en manos de las comunidades autónomas en las que se encuentran.

Se trata de una "carrera" apasionante y quien primero alcance la meta será el primer túnel español declarado Bien de Interés Cultural. Pero lo importante, sin duda, es que este camino se prosiga y consolide, que se ahonde —y tomamos las palabras del académico don Fernando Chueca— "en esa

labor de estudio analizando viejas construcciones de carácter ingenieril e industrial que forman por decirlo así la arqueología de este mundo tan interesante y desconocido".

Labor de investigación que suele resultar dura, callada y poco reconocida en este país, por lo que, a veces, el desaliento acecha. Sin embargo, puedo asegurarles que atravesar en lancha el túnel de Montefurado con doce metros de agua del Sil por debajo o "pasar la mina" de Daroca a pie son experiencias intransferibles que perduran. □

José Antonio Juncà Ubierna
Doctor Ingeniero de Caminos
Director General de SOCYTEC S.L.

Agradecimientos

A José Antonio Fernández Ordóñez, coordinador de este número monográfico de *OP* y verdadero impulsor de la puesta en valor y recuperación del patrimonio de las obras públicas españolas.

A la Fundación Juanelo Turriano, que viene patrocinando, orientando e impulsando nuestro trabajo desde el año 1994. Y muy en especial a su Presidenta, Begoña García-Diego y Ortiz, a su Director Gerente, Javier Goicolea Zala, y al historiador García Rueda Muñoz de San Pedro.

A Fernando Chueca Goitia, académico de número y ponente de la Comisión Central de Monumentos de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

A los Ayuntamientos de Quiroga, Daroca y Guadalupe, y muy en especial a sus respectivos alcaldes.

Al equipo de investigación que me honro en dirigir y que viene colaborando conmigo desde hace años en los trabajos aquí reseñados; muy en especial a Mercedes Bureta Sahagún, Investigadora Adjunta. Así como a: José Ramón Vila Anca, Geógrafo; Buz Delgado, Psicólogo; Primitivo Fajardo Berruga, Periodista y buceador; Ángel Castillo Martín, buceador y fotógrafo; Inocencia Infantes Gómez, documentalista; Ricardo Carreras Cabello, artista pintor; Raúl Garrido Alonso, dibujo artístico.

A Mike Chrimes, Director de la Biblioteca del ICE, Institution of Civil Engineers (Reino Unido).
A Marisa Marco, Directora del Centro de Documentación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Al Monasterio de Guadalupe, en especial al padre bibliotecario Sebastián García.

A la Confederación Hidrográfica del Norte.

A Javier Sánchez-Palencia Ramos, doctor en Geografía e Historia; Carlos López Jimeno, doctor Ingeniero de Minas; Emilio López Jimeno, doctor Ingeniero de Minas; Julián Fuentes Marcuello, licenciado en Ciencias Químicas; Jesús Cajete Baltar, Jefe de Conservación de Obra Civil de Iberdrola; Enrique Copeiro del Villar Martínez, Ingeniero de Caminos.

Referencias

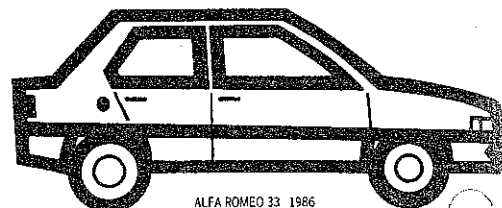
- García Retes, Elisa, "El camino de San Adrián (Guipúzcoa-Alava) en la ruta Jacobea. Análisis Documental y Arqueológico", *Estudios de Arqueología Alavesa*.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "Monumentos declarados bienes de interés cultural. Relación de obras públicas", Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1994.
- Juncà Ubierna, José Antonio, *El Túnel, I. Historia y mito*, Colección Ciencias Humanidades e Ingeniería, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos-CEDEX, Madrid, 1991.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "Túnel de Montefurado. Memoria histórico-artística", Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1995.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "La mina de Daroca. Memoria histórico-artística", Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1996.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "Notes on the history of tunnels and underground space use in Spain", *North America Tunneling '96*, Levent Özdemir, Colorado, 1996.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "El abastecimiento a Guadalupe. Memoria histórico-artística", Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1996.
- Juncà Ubierna, José Antonio, "La obra pública como Bien de Interés Cultural. Selección de obras públicas para su declaración como BIC", Fundación Juanelo Turriano, Madrid, 1996.

Urbanismo subterráneo y calidad de vida

José Antonio Juncá Ubierna



«La ciudad se sustenta, se explica
y define en los extremos de una causa común
¿Entre el escalar y el excavar?»
Santiago Amón



ALFA ROMEO 33 1986

Urbanismo subterráneo y calidad de vida son dos conceptos cuyo contenido ha experimentado transformaciones con el tiempo, siendo su interacción mutua una faceta poco analizada pero que en la actualidad cobra reciente interés, dada la evolución experimentada por las aglomeraciones urbanas en las últimas décadas. Partimos de la profunda convicción personal de que cualquier iniciativa de diseño a nivel urbano no rutinaria ha de arrancar del conocimiento de la evolución histórica por la que ha transcurrido el entorno sobre el que se va a actuar, conjugándose desde las primeras fases de estudio el conjunto de requerimientos interactivos, tanto funcionales como estéticos. Consideramos, desde una formación ingenieril y una preocupación humanista, que en todo aquello que podría denominarse "modelar la ciudad" es precisa la participación de un equipo pluridisciplinar que abarque todas esas facetas que conforman la compleja y apasionante realidad del urbanismo en las condiciones actuales.

Nuestro objetivo clave en estas líneas no es otro que el tratar de poner de manifiesto cómo una concepción original y creativa de los recursos que ofrece el urbanismo subterráneo puede contribuir de forma decisiva a mejorar el nivel de calidad de vida de muchas de nuestras ciudades hoy saturadas en superficie y en altura (Fig. 1).

CONCEPTO

Es obligado, pues, definir, siquiera de forma somera, los términos que vamos a manejar de ahora en adelante: urbanismo

Underground urbanism and quality of life

José Antonio Juncá Ubierna

«The city is sustained, explained
and defined in the extremes of a common cause
Between climbing and digging?»
Santiago Amón

Underground urbanism and quality of life are two unequally used concepts whose contents have been transformed with time. Their mutual interaction is a facet not often analyzed but which is currently experiencing a growing interest, given the evolution urban agglomerations have undergone in past decades. This author's profound personal conviction is that any design initiative at a nonroutine urban level must spring from a knowledge of the historic evolution of the surroundings over which action will be taken. Therefore, the set of functional as well as aesthetic requirements must be combined from the beginning. This author considers fundamental that in everything that could be denominated as "molding the city" the participation of team of specialists is essential.

Our key objective within this context is none other than that of attempting to show how an original and creative concept of the resources underground urbanism offers can definitively contribute to improving the quality of life in many of our cities which today are saturated from the ground up (Fig. 1).

subterráneo y calidad de vida. Por urbanismo subterráneo entendemos todo aquello que incorpora la dimensión vertical, en profundidad, tanto a la creación de recintos urbanos habitables y/o transitables como al establecimiento de los servicios e instalaciones que permiten la realidad y dinámica urbana; en suma, una concepción integral y que no se limita a ese carácter subsidiario a menudo asignado al túnel urbano, sino que reivindica un protagonismo y unas posibilidades de hábitat de largo alcance. Por otra parte, la calidad de vida es un concepto de tal amplitud, que tan solo nos ceñiremos a señalar que a nuestros efectos se identificará con el cúmulo de circunstancias y ambientes que interactúan con el individuo y le facilitan su desenvolvimiento y



Fig. 1 Panorámica de Nueva York. Panoramic view of New York

CONCEPT

It is therefore necessary to define, if only superficially, the terms we will be using from now on: underground urbanism and quality of life. Underground urbanism is understood to be all that which incorporates, in a profound vertical dimension, the creation of urban areas which are habitable and/or suitable for transit as well as the establishment of services and installations allowing for urban reality and dynamics. In summary, this is a concept of integration which is not limited to the subsidiary aspect so often assigned to urban tunnels but which reclaims protagonism as well as some possibilities of long-term habitat.

On the other hand, quality of life is such a wide concept that we will limit ourselves to pointing out that, for our purposes, it should be identified with the concurrence of circumstances and atmospheres that interact with the individual, facilitating his development and wellbeing in a more or less extensive setting. When applied to the urban environment, quality of life would be equivalent to the city's habitability being not just bearable, but even satisfactory.

In joining underground urbanism and quality of life, we find before us the thesis with which we are dealing here, how, through integral urbanism incorporating the use of subsoil, a qualitative improvement may be reached in the conditions of life in urban agglomerations.

THE TUNNEL AS HABITAT: UNDERGROUND URBANISM

Let's start with prehistoric caves, which were the first habitat for humans. When visiting some of them, such as Altamira, their perfect habitability is surprising: clean air, no humidity, silence... a truly comfortable place. It does not seem too bold to accept that paleolithic man—in his own way—selected his housing based on collective norms.

bienestar en un entorno más o menos amplio. Aplicado al ámbito urbano, calidad de vida equivaldría a que la habitabilidad de la ciudad fuese no sólo soportable, sino incluso satisfactoria.

Al poner en común urbanismo subterráneo y calidad de vida nos encontramos con el tema a tratar aquí: cómo a través de un urbanismo integral que incorpora el uso del subsuelo, puede llegarse a una mejora cualitativa en las condiciones de vida en las aglomeraciones urbanas

EL URBANISMO SUBTERRÁNEO

Comenzando por las cuevas prehistóricas, primer hábitat humano, al visitar alguna de ellas, como Altamira, sorprende su perfecta habitabilidad: aire limpio, carencia de humedad, silencio. Un lugar verdaderamente confortable. No parece aventurado aceptar que el hombre paleolítico seleccionara su vivienda atendiendo a normas de carácter colectivo

"Escalar —insiste Arnheim— es elevarse al reino de la luz y de la supervisión. Excavar, por el contrario, supone verse envuelto en la materia más que abandonarla." Pero excavar es también el acto de crear una entrada luminosa en el reino de la oscuridad

Especialmente en las ciudades, el hombre ha dejado de considerar el suelo como frontera infranqueable. El urbanismo ha pasado a tener dos partes: la externa y la subterránea. Y no nos referimos tan sólo a la denominada ingeniería subterránea, que incluye numerosas instalaciones diversas bajo tierra, sino al urbanismo subterráneo en su conjunto, que incide en un espectro más rico de actuaciones, incorporando espacios transitables y habitables. Mediante una adecuada aplicación del urbanismo subterráneo en nuestras grandes ciudades, éstas podrían rescatar su idiosincrasia, acrecer su habitabilidad, tratando de esta forma de soslayar uno de los riesgos de la hora presente, el de la pérdida del sentido de identidad.

En efecto, aprovechando los recursos puestos a disposición por el entorno subterráneo, tales como el empleo de contrastes de luz natural y artificial, y de color, unos volúmenes moldeables "en vaciado" y sujetos a una perspectiva más inmediata, el tratamiento estético preocupado por las raíces históricas puede recrear "puntos de referencia". Además, la utilización de niveles inferiores al superficial aumenta las potencialidades de éste, pudiendo recobrar áreas de arbolado y vegetación, espacios libres del tráfico, lo que implica una mejor calidad ambiental. Un ejemplo en este sentido lo tenemos en diversas ciudades alemanas, como Nuremberg y Dortmund; también en la renovación urbanística llevada a cabo en la Glorieta de Carlos V, en Madrid

El urbanismo subterráneo, líneas de metro, estaciones, accesos, pasillos, grandes estancias distribuidoras, un conjunto de diversos niveles, conglomerado de líneas que se entrecruzan, superponen y complementan; van dotadas de movimiento, pero a veces imponen una pausa, un instante estático estético, un alto en el movimiento ajetreado impuesto por un ritmo acelerado en

un ámbito urbano que imprime, a veces tajantemente, vibraciones especiales y taquicardia de aglomeración cosmopolita

A veces hacer urbanismo en superficie no resulta fácil; aquellas condiciones de contorno analizadas al plantearse problemas de elementos finitos, subsisten y están presentes en multitud de casos, rigidizando los márgenes de maniobra del creador de entornos urbanos, de ambientes, de formas y escalas: de escenarios de vida, ya que no es fácil hacer tabla rasa; lo que está, está, y no puede cambiarse de un día a otro. En multitud de ciudades, su reacondicionamiento y recuperación es tarea apasionante y difícil; pero he aquí que, como en el espejo del lago, aparece un reflejo, un negativo que incluye un enorme caudal creativo si se aprovecha con sentido de globalidad, y no es otro que aquello que se sitúa bajo nuestros pies, mejor dicho, bajo el nivel del suelo, y que permite, si no crear ciudades paralelas bajo tierra, sí practicar un urbanismo nuevo, distinto, duro pero apasionante

Por otra parte, el urbanismo subterráneo no es concepto acuñado en las últimas décadas. Ya el primero de los urbanistas modernos —Leonardo da Vinci— lo consideraba en sus diseños, incluyendo modelos de ciudades en los que de forma clara se aprecian sistemas de calles en dos niveles y la presencia de túneles. Leonardo establece una originalísima idea, en la que atiende, además de a la solución arquitectónica, a la práctica y funcionalidad de los servicios, de los transportes y las comunicaciones, abocando en un modelo de ciudad construida en varios planos. También aquí Leonardo pone la ciencia al servicio de la creatividad artística; la ciencia se supedita al arte, resolviendo la utilidad de aquella en hacer practicable lo que la imaginación ordena

CONNOTACIONES DEL SUBTERRÁNEO

El subterráneo es símbolo dual, de muerte pero también de vida, y concita en torno a él un buen número de inquietudes y sensaciones. El túnel, el urbanismo subterráneo, el Metro, tienen su reflejo en la literatura, en especial en relatos de ciencia ficción: así, mientras Cyrano de Bergerac refleja una imagen positiva del urbanismo subterráneo en su «Viaje a la Luna», incorporando a su descripción incluso ideas sobre arquitectura móvil, Wells proyecta una imagen negativa de la vida bajo tierra, en un momento en el que la visión del futuro de la humanidad ya estaba condicionada por los primeros fracasos de la sociedad industrial. Wells escribe: "nosotros tendemos a utilizar el espacio subterráneo para las necesidades menos decorativas de la civilización". Como señala Loubes, "Wells localiza en las tinieblas del subsuelo las tinieblas de la humanidad, la fase más sombría de su evolución social. En esta sociedad doble, con una parte positiva y otra negativa, el subsuelo es el lugar de la esclavitud, de la bestialidad, del trabajo exclusivo". Esto es precisamente lo que propone Edouard Ulludjian, teórico contemporáneo del urbanis-

To scale, Arnheim insists, is to raise oneself above the kingdom of light and supervision. To dig, on the contrary, means seeing oneself surrounded by matter more than abandoning it. But digging is also the act of creating a luminous entrance into the kingdom of darkness.

Especially in cities, man has stopped considering the ground as an impassable frontier. Urbanism has come to be divided into two parts: external and underground. We are not, however, referring to the so-called underground engineering which includes an enormous quantity of diverse underground installations, but rather to underground urbanism which gives way to a much richer scope of action, including habitable and suitable for transit spaces. The appropriate application of underground urbanism in our large cities could save its idiosyncrasy and increase its habitability, in this way attempting to get around one of the risks of the present day: that of archetypal amnesia, of the loss of a sense of identity.

In fact, by taking advantage of the resources available to us in the underground setting, by using the contrasts of natural and artificial light and of color, by using some moldable volumes which are "hollowed" and subject to a more immediate perspective, an aesthetic treatment preoccupied with historic roots may recreate "reference points". Moreover, the utilization of levels below the surface increases the potential of the surface, enabling a recovery of woodland and vegetation areas and spaces free from traffic, which means an improvement in the quality of the environment. We see examples of this in diverse German cities such as Nuremberg and Dortmund, as well as in the urban renovation being carried out in the rotary "Glorieta de Carlos V" in Madrid

Underground urbanism, Metro lines, stations, accesses, passageways, large distribution rooms, a combination of different levels, a conglomerate of intersecting, overlapping, complementary lines, are endowed with movement, but at times impose a pause, an aesthetic, static instant, a halt in the busy movement imposed by an accelerated rhythm in an urban environment that transmits sometimes emphatically, special vibrations and tachycardia of the cosmopolitan agglomeration.

It is often difficult to create urbanism on the surface. Those conditions of the environs which are analyzed when the project of urban settings, of atmospheres, of forms and scales, of scenes of life, since it is not easy to make a clean sweep; what's there is there, and cannot be changed from one day to the next. For a multitude of cities, their reacondicion-

and recuperation is a passionate and difficult task. Here, however, as in the mirror of the lake, a reflection appears, a negative which includes an enormous creative wealth if it is harnessed in a global sense, which is none other than that which is found under our feet or rather below ground level, and which permits, if not the creation of underground parallel cities, the practice of a new, different, complex, hard but exciting urbanism.

On the other hand, the concepts of underground architecture and urbanism were not coined in recent decades. The first modern urbanist —Leonardo da Vinci— already considered it in his designs, including models of cities in which systems of streets at two levels and the presence of tunnels are clearly seen. Leonardo established a very original idea which, apart from the architectural solution, also attended to the practice and functionality of services, transportation and communications, bringing various planes together in the model of a city. Also within this field, Leonardo put science to the service of artistic creativity: science is subordinate to art in that the utility of science resides in making that which the imagination orders workable

SUBSURFACE CONNOTATIONS

The subsurface is a dual symbol, of death but also of life, and a good number of anxieties and sensations are stirred up around it. Tunnels, underground urbanism, and the Metro are reflected in literature, especially in science fiction stories. Thus, while Cyrano de Bergerac reflects a positive image of underground urbanism in his «Trip to the Moon» by incorporating ideas on mobile architecture in his descriptions, Wells projects a negative image of life underground at a time when the vision of humanity in the future was already conditioned by the first failures of industrial society. Wells writes: "we tend to utilize underground space for the less decorative needs of civilization"

As Loubes points out: "In the darkness of the underground, Wells locates the darkness of humanity, the gloomiest phase of social evolution. In this double society, with one positive part and another negative one, the underground is the place



UP

mo subterráneo, cuando escribe: "En la ciudad del mañana será necesario decidirse a dejar en la superficie únicamente viviendas y locales comerciales o de negocios"

Julio Verne, en su novela «Las Indias Negras», cuyo relato se desarrolla casi siempre bajo tierra, transmite una imagen del mundo subterráneo que estaría en el punto medio entre los extremos antes descritos. En Coal City, villa ideal, aunque subterránea, la electricidad aportará la luz y los espacios subterráneos no serán la transposición de un urbanismo superficial, sino la valoración de las bellezas de la caverna, de los lagos subterráneos, ríos y playas. Una referencia importante, relativa a la belleza subterránea, la encontramos en labios de Nell, una joven muchacha que jamás había abandonado las profundidades: "Yo creo que las tinieblas también son bellas. ¡Si tú supieras todo lo que ven los ojos acostumbrados a la profundidad!"

En la novela de Tolkien «El hobbit», encontramos diversas referencias al mundo subterráneo; ya en el primer párrafo leemos: "En un agujero del suelo, vivía un hobbit. No un agujero húmedo, sucio, repugnante, con restos de gusanos y olor a fango, ni tampoco un agujero seco, desnudo y arenoso, sin nada en que sentarse o que comer: era un agujero-hobbit, y eso significa comodidad."

Italo Calvino, en «Las Ciudades Invisibles», nos describe magníficas e imaginarias ciudades, como Eusapia, de la que escribe: "No hay ciudad más propensa que Eusapia a gozar de la vida y a huir de los afanes. Y para que el salto de la vida a la muerte sea menos brusco, los habitantes han construido una copia idéntica de su ciudad bajo tierra: los cadáveres, desecados de manera que no quede sino el esqueleto revestido de piel amarilla, son llevados allá abajo para seguir con las ocupaciones de antes." Y, más adelante: "Así la Eusapia de los vivos se ha puesto a copiar su copia subterránea..." Y en otro lugar: "Dicen que esto no ocurre sólo ahora: en realidad habrían sido los muertos quienes construyeron la Eusapia de arriba a semejanza de su ciudad. Dicen que en las dos ciudades gemelas no hay ya modo de saber cuáles son los vivos y cuáles los muertos."

Alexander Kaletski, en su «Metro. Una novela del Moscú Subterráneo», escribe: "La palabra Metro tiene una resonancia especial: me sugiere belleza, armonía y fuerza oculta; especialmente la línea Circular. Esta línea recorre el centro de Moscú y traza un círculo subterráneo durante una hora rodeando el corazón de la ciudad y conectando todos sus nervios y arterias, no hay sitio mejor para sentir el pulso de la ciudad."

Como ha apuntado Leopoldo de Luis, "El Metro sirve para expresar la solidaridad entre las gentes tanto como para subrayar la soledad del hombre perdido en la gran ciudad."

Pero, en coherencia con lo que subrayábamos al principio, no será malo beber de las fuentes de la historia y comprobar que la idea de "hacer trabajar" a la estructura urbana en su subsuelo no es nueva, sino que se remonta a los albores de la Historia. Estamos convencidos, frente a quienes piensan que el ingeniero des-

deña tal área del saber, de que el estudio de la Historia es tan esencial de conocimiento, y es por ello por lo que -siquiera muy en escorzo- partiremos de unas consideraciones históricas sobre el doble fenómeno urbano y subterráneo -tomando a este último como hilo conductor-, lo que nos permitirá una perspectiva adecuada, básica para poder analizar en su conjunto tanto la situación actual como las posibilidades que se vislumbran en las próximas décadas

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La Historia del Urbanismo y la Historia de los Túneles tienen en común la componente subterránea de la ciudad y el carácter urbano de multitud de espacios bajo tierra. La ingeniería subterránea aplicada en relación con los asentamientos de población ha ido desarrollándose en cada periodo histórico, en mayor o menor grado, abocando en lo que se ha dado en llamar Urbanismo subterráneo, denominación que creemos necesario rescatar pero dentro de un contexto de concepción global del urbanismo.

El primer túnel -y aquí siempre nos referiremos al término túnel en su más amplia acepción: no sólo como obra lineal de transporte, sino como recinto subterráneo, como hábitat-, sin duda fue la caverna prehistórica, recinto donde lo numinoso es acogido y en el que el hombre primitivo no solo halló cobijo y morada, sino en donde estableció un vínculo de unión mágico con sus dioses, con su sustento, invocando la caza a través de pinturas rupestres, como en Altamira o Lascaux. Pero salvado ese primer túnel-caverna, natural o no, que es a la vez la primera aparición del hábitat troglodítico y que va a mantenerse como una constante en la historia de las diversas civilizaciones, hemos de referirnos al que tal vez fuese el primer túnel urbano de la Historia, y al que se refieren Herodoto, Estrabón y Diodoro de Sicilia. Se trata del túnel bajo el río Éufrates que hacia el 2160 a.C. mandase construir la legendaria reina Semíramis en la ciudad de Babilonia, túnel que enlazaba el Palacio con el Templo de Belos. Recordemos, dando un "salto" en el tiempo, que el siguiente túnel bajo un río -el Támesis- fue construido por Marc Brunel en 1843, es decir ¡cuatro mil años más tarde!

Pero la ingeniería subterránea incide en el fenómeno urbano desde antiguo en muchas otras facetas; aun no siendo túneles propiamente urbanos, su misión sí era la de dar servicio a las ciudades; así, en la "Fértil Media Luna" se construyen mundos de "qanats" que permiten el transporte de agua, sin que se evapore, desde los manantiales localizados en la ladera de la montaña hasta el interior de las ciudades, a veces a considerable distancia, y a menudo fortificados. Así el túnel de Siloam, que mandase perforar Ezequías para abastecer de agua a Jerusalén ante la amenaza de un inminente ataque asirio, o el túnel de Sennacherib, para abastecimiento del palacio de Nimroud. Eupalinos de Megara no nos perdonaría que olvidásemos citar

for slavery, for bestiality, for exclusive work." This is exactly what Edouard Utudjian, a contemporary theoretician of underground urbanism, proposes when he writes: "In tomorrow's city it will be necessary to make a decision to leave only housing and places of commerce or business on the surface."

Julio Verne, in his novel «The Black Indies» -a story that takes place almost always underground-, transmits an image of an underground world that would be midway between the extremes described above. In «Coal City» an ideal village although underground, electricity will supply light and underground spaces will not be a transposition of surface urbanism, but rather the appreciation of the beauties of the cave: of underground lakes, rivers and beaches. An important reference to underground beauty is found in the words of Nell, a young girl who had never abandoned the depths: "I think that darkness is also beautiful. If you only knew what eyes accustomed to the depths can see!"

In Tolkien's novel «The Hobbit», we find diverse references to the underground world. Already in the first paragraph we read: "In a hole in the ground, there lived a hobbit. Not a humid, dirty, disgusting hole with worm droppings and smelling of mud, nor a dry, naked and sandy hole, without anything to sit on or to eat: it was a hobbit-hole, and that means comfort."

Italo Calvino, in «The Invisible Cities», describes magnificent and imaginary cities like Eusapia, of which he writes: "No city is more likely than Eusapia to enjoy life and run from anxieties. And in order for the jump from life to death to be less brusque, the inhabitants have built an identical copy of their city underground. The corpses, dissected in a way that leaves nothing but the skeleton dressed in yellow skin, are carried down there to continue with their previous occupations." And then: "Thus, the Eusapia of the living has set itself to copy its underground copy..." And then: "They say that this does not occur only now: in fact, it must have been the dead who built the Eusapia above in the likeness of their city. They say that in the twin cities there no longer is any way to tell the living from the dead."

Alexander Kaletski, in his «Metro. A Novel of the Moscow Underground», writes: "The word Metro has a special resonance: it suggests beauty, harmony and dark force to me; especially the Circular Line. This line runs through the center of Moscow and follows an underground circle which, for one hour, goes around the heart of the city and connects all the nerves and arteries; there is no better place to feel the beat of the city."

As Leopoldo de Luis has noted: "The Metro serves to express solidarity among people as well as to underline the loneli-

ness of man lost in the large city.

However, in coherence with what we underlined in the beginning, it would not be a bad idea to drink from the fountains of history and verify that the idea of making the urban structure "work" in its subsurface -speaking in terms of materials' resistance- is not new, since it goes back to the dawn of History. We are convinced, despite those who think that engineers disdain such areas of knowledge, that the study of History is an essential source of knowledge and it is because of this that -even if in foreshortening- we begin with some historic considerations on the double urbanistic and underground phenomenon -using the latter as guide line- that will allow us an appropriate basic perspective in order to be able to analyse as a whole the current situation as well as the possibilities on the horizon for the next decades.

HISTORIC EVOLUTION

The History of Urbanism and the History of Tunnels have the component of the underground of the city and the urban character of a multifold of spaces underground in common. Subterranean engineering, in its application in relation to people settlements, has developed through each historic period, to a greater or lesser degree, coming together in what has come to be called *Underground Urbanism*. We think it is necessary to retrieve this term but within a context of the global concept of urbanism.

The first tunnel -and here we are always referring to the term tunnel in the widest sense of the word, not lineal transportation work, but as an underground area, as habitat- was, without doubt, the prehistoric cave. This was a place where paganism is taken in and in which primitive man not only found shelter and a dwelling, but in which he established a magic link to his gods through his sustenance, invoking the hunt through cave paintings, as in Altamira or Lascaux. However, except for this first cave, natural or not, which is at the same time the first appearance of the troglodyte habitat and which will maintain itself as a constant in the history of diverse civilizations, we must refer to what was, perhaps

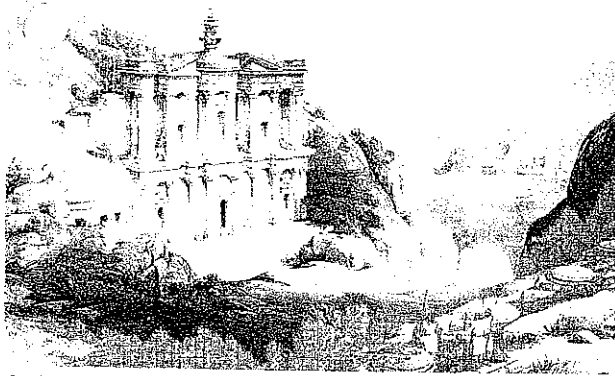


Fig. 2. Petra. Grabado Antiguo. (Cortesía de la Embajada de Jordania en España)
Petra. Old etching (Courtesy of the Jordanian Embassy in Spain)

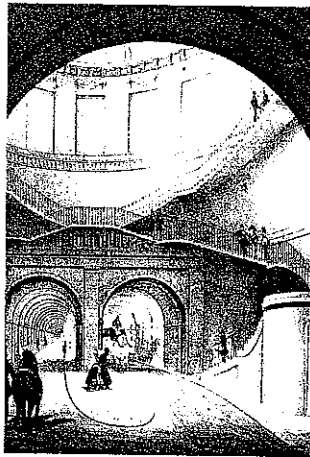


Fig. 3. Túnel bajo el Támesis, de Marc Brunel. Grabado antiguo. Marc Brunel's tunnel under the Thames. Old etching

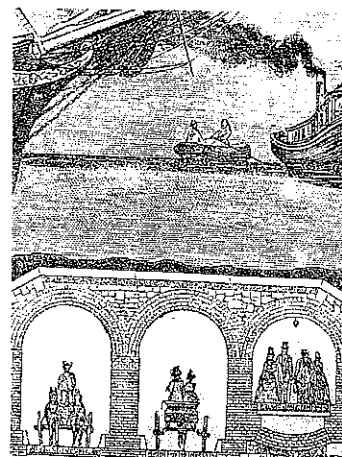


Fig. 4. Túnel de la Salle St., en Chicago. Grabado de 1877 (Cortesía de Chicago Transit Authority). La Salle St. Tunnel in Chicago. 1877 etching (Courtesy of the Chicago Transit Authority)

su célebre túnel de Samos, que abastecía de agua el puerto-capital de la isla. Son numerosos los túneles que dan servicio a las ciudades desde la Antigüedad; es obligado referirse a Roma, maestra en la Ingeniería y que marca un punto culminante con sus numerosos acueductos, con frecuentes tramos en túnel, y de los que Frontinus nos da detallada noticia en su obra maestra «De Aqueductibus». Pero la ingeniería subterránea de las ciudades encuentra desde las civilizaciones de la Antigüedad otras aplicaciones, como los túneles para alcantarillado; citemos en esta línea la Cloaca Máxima, que en un principio ni era cloaca ni subterránea, sino conducción de abastecimiento a cielo abierto.

Los Nabateos van más allá, y en Petra perforan y tallan en el macizo volcánico sus monumentos urbanos más significativos, sean templos o tumbas, como el Tesoro. He aquí un ejemplo de ciudad-piedra —la ciudad perdida—, en buena parte tallada en las laderas de la montaña (Fig. 2). Es bien conocido el hecho de que en Egipto, India y China, entre otros lugares, se excavan en diferentes épocas templos-cueva labrados en la roca, recintos en donde los sacerdotes y monjes encontraban el recogimiento y aislamiento que les predisponía al culto y al contacto con sus dioses. Ajanta y Ellora, en la India, o Long Men, en China, son ejemplos impresionantes, al igual que el famoso Templo de Ramses II, en Abu Simbel, el más antiguo de todos. Pero también se construyen bajo tierra ciudades para los muertos, cuyo caso paradigmático es el Valle de los Reyes, conjunto sobrecogedor de túneles en cuyas galerías y cámaras funerarias se encuentran pinturas e inscripciones cuyo fin no es otro que el de permitir al espíritu del difunto superar con éxito el tránsito por el Mundo Inferior.

Desde la época de la República, la ley romana prohibía la sepultura de cadáveres dentro de las ciudades, por lo que a lo largo de las vías de acceso a aquellas surgieron numerosos lugares de enterramiento, primero en superficie y después en ga-

lerías subterráneas que reciben el nombre de catacumbas, recintos venerados por los cristianos y que desde fines del siglo II se generalizan, dando lugar a una red intercomunicada de cientos de kilómetros en el subsuelo de Roma. El fenómeno de las catacumbas no se ciñe a la capital del Imperio, sino que se generaliza a toda la cuenca mediterránea.

En fin, a lo largo de la Edad Media, las galerías, pasadizos, criptas, cámaras de tortura, están a la orden del día. Sin embargo, casi se pierde la sana costumbre de construir cloacas —salvo algunos casos aislados—, y de ahí que la peste asole las ciudades diezmándolas.

El primer túnel de la edad moderna, La Mina de Daroca, también podría ser catalogado como túnel urbano —o más propiamente lo que hoy podríamos llamar “de circunvalación”—. En efecto, su propósito era evitar que las avenidas producidas a causa de las frecuentes lluvias torrenciales siguieran arrastrando a su paso el núcleo de la ciudad de Daroca. Túnel hidráulico para encauzamiento y desvío de aguas, y cuya construcción venía a remediar lo que sin duda fue un más que arriesgado asentamiento urbano, en plena cuenca de recepción.

Siguiendo con la Historia de los Túneles, tanto la Era de los Canales como la de los Ferrocarriles tienen poca relación directa con el fenómeno urbano, aunque facilitaron la comunicación interurbana y, en consecuencia, el carácter cosmopolita de las ciudades.

Hay que volver, sin embargo, sobre el ya citado túnel bajo el Támesis, en Londres, debido a Brunel, obra titánica y que tras dieciocho años de lucha contra las inundaciones del río y todo tipo de críticas adversas hacia el “gran agujero”, pudo ser inau-

the first urban tunnel in history. We find references to the same in three classic historians: Herodotus, Strabo and Diodorus of Sicily. This is the tunnel under the Euphrates river which the legendary queen Semiramis ordered built in the city of Babelonia around 2160 BC. and which linked the Palace to the Temple of Belus. Taking a “leap” through time, let us remember that the next tunnel under a river —the Thames— was built by Marc Brunel in 1843 or rather four thousand years later!

But underground engineering has influenced the urban phenomenon from ancient times in many other facets. Even when they were not strictly urban tunnels, their mission was that of servicing cities. Thus, in the “Fertile Half Moon”, a multitude of “qanats” were built to allow for the transportation of water, without having it evaporate, from springs located in the mountainside to city interiors, sometimes at a great distance and often fortified. Famous tunnels include the tunnel of Sileam that Ezequias ordered drilled to supply water to Jerusalem before the imminent threat of an Assyrian attack, or the tunnel of Sennacherib used to supply the Palace of Nimroud. Euphrates of Megara would never excuse us if we forgive to cite his celebrated tunnel in Samos which supplied water to the harbour-capital of the island.

Numerous tunnels have provided service to cities since Antiquity; it is necessary to make reference to Rome, master of engineering which marks a culminating point with her famous aqueducts, with frequent stretches of tunnels, and those of which Frontinus gives us detailed news in his masterpiece «De Aqueductibus». Yet underground engineering in cities has found, from the civilizations of Antiquity, other applications, such as tunnels for sewers. Along these lines we cite the Maximum Sewer which in principle was neither a sewer nor was it underground, but rather an open-cut supply pipe. The Nabateans go even further and in Petra drill and cut in volcanic mass their most significant urban monuments, be they temples or tombs, such as the Treasure. Here is an example of the stone city —the lost city— in good part cut into the mountainside (Fig. 2). The fact is well known that in Egypt, India and China, among other places, cave temples are dug in different eras which are cut in the rock. These are places where priests and monks found the withdrawal and isolation that made them disposed to worship and to contact with their gods. Ajanta and Ellora in India and Long Men in China are amazing examples, and also the famous Ramses II temple in Abu Simbel, the oldest of all.

For the dead are also built underground. A paradigmatic case of this is the Valley of Kings, a breathtaking set of tombs in whose galleries and funeral chambers are found paintings and inscriptions whose purpose is none other

than to allow the spirit of the dead to successfully make way through the Underworld. Since the Republican era, Roman law prohibited the burial of cadavers within the cities. For this reason, numerous burial grounds arose all along access routes, first on the surface and later in underground galleries which received the name of catacombs. These places, revered by Christians, are, since the end of the second century, generalized, giving way to an interconnecting network of hundreds of kilometers under Rome. The phenomenon of the catacombs is not restricted to the Empire's capital, but is generalized throughout the Mediterranean basin. In short, throughout the Middle Ages, galleries, passageways, crypts and torture chambers are the order of the day. However, the healthy custom of building sewers is almost lost —save in some isolated cases— hence the ravaging plagues which decimated cities.

The first tunnel of modern times, the Daroca Mine, may also be catalogued as an urban tunnel, or, more appropriately, what today we could call “bypass”. Indeed, its purpose was to avoid having the swells produced by frequent torrential rains continue their course, dragging through the nucleus of the city of Daroca. The construction of this hydraulic tunnel, used to channel and divert waters, came to remedy what was without doubt a more than a risky urban settlement in the middle of a reception basin.

Continuing with the History of Tunnels, the Channel Era as well as the Train Era, have little direct relation to the urban phenomenon. However, we should return to the aforementioned tunnel under the Thames, thanks for which go to Brunel. This titanic work, after eighteen years of battling river floods and all kinds of adverse criticism of the “great hole”, was solemnly inaugurated by Queen Victoria on January 26, 1843. The tunnel consisted of two pipes and, although planned for horse-drawn carriage traffic under the river in a very congested passage area, lack of perspective spoiled it, since access ramps were not constructed due to economic problems. It was a pedestrian tunnel and was acquired in 1869 by the London Underground. If we take the “Tube” today between Wapping and Rotherhithe, we will cross the 400 meters of this legendary tunnel. This underground solution defies the passage of time better, probably, than any other (Fig. 3).

Let's not forget the first tunnel under the Chicago river. We will detain ourselves at these last for their special significance, which is a key characteristic of the tunnel solution: their strategic value and their safety. The Washington St. tunnel, inaugurated in 1869, was the first tunnel in the world allowing the passage of cable cars. The La Salle St. tunnel, the second

UP





gurado solemnemente por la Reina Victoria el 26 de enero de 1843. El túnel constaba de dos tubos, y aunque previsto para la circulación de coches de caballos bajo el río en una zona de paso muy congestionada, la falta de perspectiva dio al traste con ello, al no construirse las rampas de acceso debido a problemas económicos. Inicialmente túnel peatonal, en 1869 fue adquirido por el Metro de Londres: si hoy tomamos el "Tube", entre Wapping y Rotherhithe, atravesaremos los 400 metros de este legendario túnel; la solución subterránea desafía el paso del tiempo probablemente mejor que ninguna otra (Fig. 3).

No olvidemos tampoco los primeros túneles bajo el río de Chicago; nos detendremos en ellos por su especial significado, que resulta una característica clave de la solución túnel: su valor estratégico y su seguridad. El túnel de Washington St., inaugurado en 1869, fue el primer túnel del mundo que permitió el paso de vehículos, traccionados por cable; el túnel de la Salle St., segundo bajo Chicago, se abrió en julio de 1871. Tres meses después la ciudad fue asolada por un tremendo incendio; los puentes de madera ardieron pronto; la ciudad se consumía pasto de las llamas; tan solo los chicagoans tuvieron dos vías de escape, precisamente los dos túneles que acabamos de citar. Aquí el túnel urbano es un vínculo de unión con la supervivencia (Fig. 4).

Donde la Historia de los Túneles se integra plenamente en la ciudad y viceversa, es sin duda en la Historia de los Metros, que arranca de 1863 con el famoso Metropolitan Line, de Londres. El Metro se fue consolidando como el más eficaz sistema de transporte colectivo en las grandes ciudades, trascendiendo con mucho esta su función primaria para incorporarse en la fisonomía del entorno urbano, imprimiéndole carácter en muchos casos; baste recordar el caso paradigmático de París con sus edificios Art Nouveau de Hector Guimard.

Ya en el segundo tercio del siglo XX, la revolución del automóvil va a ejercer una decisiva influencia en el fenómeno urbano, diferenciada entre Europa y América de forma notable; desde entonces el túnel urbano para vehículos a motor va cobrando auge, bien para salvar una barrera fluvial o bien para resolver cruces a distinto nivel. Pero este recorrido por la Historia ha de enlazar ya con la realidad actual, consecuencia de todas aquellas transformaciones habidas con el paso del tiempo.

LA CIUDAD HOY

Cada ciudad tiene su propia identidad, si bien una de las mayores amenazas de un tiempo a esta parte es ese proceso de despersonalización de la ciudad moderna, diluyéndose en buena parte aquellos rasgos que con mayor vigor definieron su clima propio. Entre los aspectos comunes a muchas ciudades de nuestro tiempo podemos citar una serie de procesos más o menos concatenados, como lo son el creciente grado de saturación urba-

na, las cada vez mayores dificultades a la movilidad, de las en buena parte a un sobredimensionamiento del parque de automóviles que congestiona la red viaria urbana y a la interposición de barreras que dificultan el deambular de un alto porcentaje de personas con movilidad reducida, la degradación medioambiental, que convierte la atmósfera en una nueva cloaca aérea, la intrusión visual y acústica, la destrucción del paisaje urbano y la pérdida de perspectiva espacial, la deshumanización progresiva y el proceso de estrés colectivo, fruto de un ritmo acelerado de actividad, lo que deviene en el paso gradual de la condición de personas a la de autómatas, la inclusión de un funcionalismo anodino e inerte y la falta de preocupación por la estética, el fenómeno de creciente especulación, que hace prohibitiva la ciudad a muchos, la vulnerabilidad de las aglomeraciones urbanas ante posibles situaciones de emergencia, la degradación de numerosas áreas, convertidas en bolsas de marginación, el descuido de los espacios públicos de carácter lúdico y la ausencia, casi total, de arte público incorporado al escenario de la ciudad.

Con toda probabilidad, la relación de factores que ensombrecen el panorama de la ciudad de finales del siglo XX sería más amplia, pero baste lo anterior para poner de manifiesto cómo resulta ocioso hablar de recuperar la calidad de vida en la ciudad en el momento presente y que ello sería tanto como rescatar la capacidad de iniciativa urbana, constreñida en muy estrechos márgenes de maniobra; es ahí donde la dimensión subterránea surge como poderoso recurso para recobrar, con capacidad imaginativa y creadora, la movilidad paralizada, la habitabilidad degradada, el diseño que aúne estética y función, la plasmación de manifestaciones de arte público. Recobrar, en definitiva, un ritmo de vida más humano y desacelerado que alivie la creciente agresividad generada en la aglomeración urbana, envuelta en una dinámica de entropía cada vez mayor.

El urbanismo subterráneo hoy trasciende, por tanto, de la mera utilización del subterráneo para albergar instalaciones y servicios vitales para el correcto funcionamiento urbano — por así decirlo, los nervios de la ciudad —, para plantearse unos objetivos más ambiciosos en cuanto al diseño de recintos habitables/transitables, a veces multipropósito, en los que la vida urbana se prolongue y enriquezca. Esa prolongación de la ciudad hacia abajo, conectando con sus raíces, presenta un doble interés: por una parte el valor intrínseco de crear ese ambiente nuevo bajo tierra, y, por otra, el descongestionamiento de la actividad en superficie. Sin duda, factores como la climatología, el tráfico urbano en superficie, la situación general del tráfico y el reparto modal del mismo, la distribución y densidad de población, las características geológicas del subsuelo, así como consideraciones de tipo económico, son decisivos a la hora de incorporar en mayor o menor medida el túnel en el tejido urbano. Las circunstancias propias de cada ciudad, como no podría ser de otra manera, son las que conforman el tratamiento urbanístico más acorde con las necesidades y las demandas.

under the Chicago, was opened in July of 1871. Three months later, the city was razed by a huge fire; the wooden bridges quickly burned, the city was consumed by flames. Chicagoans only had two escape routes — precisely those two tunnels we just cited. Here the urban tunnel is a link to survival (Fig. 4).

Where the History of Tunnels is fully integrated in the city, and vice-versa, is without doubt in the History of Metros, beginning in 1863 with the famous Metropolitan line in London. To date, nearly one hundred cities worldwide have provided themselves with a more or less developed Metro system. The Metro was consolidated as the most efficient collective transportation system in large cities and, as we will later see, has evolved itself while at the same time redistributing urbanism. It has clearly transcended its primary function of transportation to incorporate itself in the physiognomy of the urban setting, marking character in many cases. One only has to recall the paradigmatic case of Paris — with Hector Guimard's Art Nouveau kiosks.

Already in the second third of the twentieth century the automobile revolution began exercising a decisive influence over the urban phenomenon, with a marked difference between Europe and America. Since then, the urban tunnel for motor vehicles has been gaining speed, either to span the barrier of a river or to resolve multi-level intersections. But this jaunt through History must be linked to current reality — to the consequence of all those transformations through the passage of time.

THE CITY TODAY

Each city has its own identity, although one of the greater threats recently is the depersonalization process of the modern city which dilutes to a great extent those features which most vigorously defined its own climate.

Among the aspects common to many cities of our time, we may cite a series of processes which are more or less linked up, such as the growing level of urban saturation, the greater difficulties of mobility due, in part, to the oversized automobi-

les park congesting the urban road system and the imposition of barriers hindering the passage of a high percentage of people with reduced mobility, the environmental degradation which converts the atmosphere into a new aerial sewer, the visual and acoustic intrusion, the destruction of urban landscapes and the loss of spatial perspective, the progressive dehumanization and the process of collective stress which is fruit of an accelerated rhythm of activity and gives way to the gradual passage from the condition of people to that of automatons, the inclusion of a stupid and inert functioning and the lack of care for aesthetics, the phenomenon of growing speculation which prohibits many from the city, the vulnerability of urban agglomerations faced with possible emergency situations, the degradation of numerous areas creeping out to the fringes of society, the lack of care in public spaces designed for leisure and the almost total absence of public art incorporated in the city scene. It is likely that the list of factors clouding the panorama of the city at the end of the twentieth century would be longer, but the above should be sufficient to show how it is not idle to speak of recuperating the quality of life in the city right now. This would be little more than salvaging urban initiative, currently constrained in very tight maneuverability margins. It is here where the underground dimension comes into play as a powerful resource to recover, with imagination and creativity, paralyzed mobility, degraded habitability, the design that unites aesthetics with function, the shaping of manifestations of public art, to definitively recover a more human and decelerated rhythm of life which could relieve the growing aggression generated in the urban agglomeration, cloaked in an ever increasing dynamic of entropy.

Underground urbanism today therefore transcends the simple use of the underground as housing for installations and services vital to proper urban operation the nerves of the city, so to speak in order to raise more ambitious objectives as to the design of habitable/passable, sometimes multipurpose areas, in which urban life is prolonged and enriched. This downward prolongation of the city, connecting with its roots, has twofold interest. On one hand is the intrinsic interest of creating this new atmosphere underground and on the other hand, it decongests activity on the surface. Without doubt, factors such as climate, superficial urban layout, the general traffic situation on the surface and the modal distribution of the same, population distribution and density, geological characteristics of the subsurface as well as economic considerations, are decisive when incorporating, to a greater or lesser extent, tunnels in the urban fabric. Each city's own circumstances, and it could not be any other way, are those which conform the most appropriate urban treatment to needs and demands.

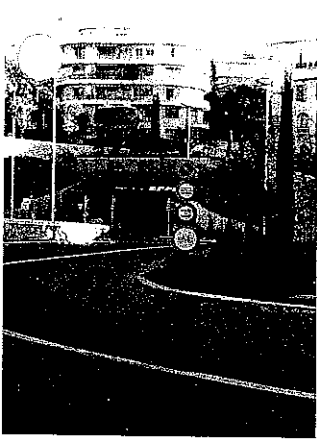


Fig. 5. Túnel de Cimiez. Portal oeste. Francia. (Cortesía del Centre d'Etudes des Tunnels. Bron). Cimiez Tunnel, West portal, France. (Courtesy of the Centre D'Etudes des Tunnels. Bron)

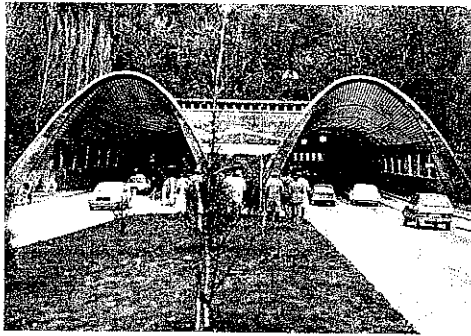


Fig. 6. Túnel de Jenner en Le Havre. Francia. (Cortesía del CEIU. Bron). Jenner tunnel in Le Havre. France. (Courtesy of the CEIU. Bron)

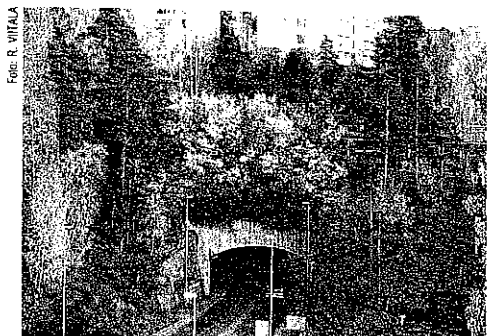


Fig. 7. Túnel de Kivenlahiti en Espoo, Finlandia. (Cortesía de Finnish Tunneling Association). Kivenlahiti Tunnel in Espoo, Finland. (Courtesy of the Finnish Tunneling Association)

LOS NERVIOS DE LA CIUDAD

Todas las aglomeraciones urbanas disponen de una red subterránea más o menos desarrollada en la que se localiza un conjunto de instalaciones y servicios vitales para el funcionamiento de la ciudad, constituyendo su "sistema nervioso". Así, las redes de abastecimiento de agua, de electricidad, de teléfono, de drenaje, de saneamiento se trazan bajo tierra, constituyendo un sistema más o menos caótico u organizado, dependiendo de las circunstancias de cada ciudad y del proceso de racionalización y puesta al día operado en esta serie de servicios; en algunos lugares no se sabe a ciencia cierta lo que se tiene en el subsuelo, apenas se dispone de planos más o menos fiables y a lo sumo se tiene un conocimiento parcial, a veces a nivel de sospecha; mientras, otras ciudades se han preocupado de poner al día estas instalaciones, construyendo galerías de servicio en las que se concentran conducciones diversas, idea ya propuesta por Le Corbusier y que se ha ido haciendo realidad en nuevas áreas residenciales bien planificadas, así como también en algunos núcleos antiguos en los que la red de servicios ha tenido que ser mejorada tanto por razones económicas como funcionales. Experiencias recientes, como la construcción del Metro de El Cairo, corroboran la necesidad de poner orden en las redes de servicios subterráneas. En el otro extremo podemos citar, a título de ejemplo, los túneles multipropósito construidos en Angered, nuevo distrito de Goteborg, albergando bandejas de cables, tuberías de abastecimiento de agua, tuberías de calefacción, vial para la circulación de vehículos para inspección/mantenimiento y, finalmente, vía sencilla para la circulación de tranvías.

A los servicios tradicionales alojados en túnel se van incorporando en los últimos años otros nuevos, como los sistemas de

calefacción mediante tuberías, túneles para telecomunicaciones con instalaciones de cables de fibra óptica, instalaciones bajo tierra para tratamiento y depuración de aguas residuales, o cavernas para depósito y almacenamiento tanto de productos petrolíferos y materias primas como de alimentos

TÚNELES URBANOS PARA AUTOMÓVILES

Habría que diferenciar a nivel tipológico aquellos túneles o pasos inferiores propiamente urbanos, insertados en el interior de la ciudad, de aquellos otros formando parte de cinturones de circunvalación o enlazando núcleos próximos dentro de una misma conurbación.

Los túneles urbanos propiamente dichos han de diseñarse, además de con un criterio dimensional amplio, de forma tal que se integren en el entorno urbano donde se ubican, armonizando con los elementos arquitectónicos y urbanísticos circundantes de modo que el paisaje urbano resulte una simbiosis en la que el túnel aporte elementos estéticos, bien en las transiciones al mismo, bien en las propias boquillas o portales. Una de las claves es la adecuación al entorno urbano, que no significa en absoluto tener que acudir a soluciones barrocas o forzadas, sino en consonancia con aquello que lo rodea; la sencillez y limpieza de líneas y materiales, junto a una cuidada ejecución, a menudo es el criterio más adecuado. Ha de evitarse enmascarar la armonía ambiental, así como el efecto barrera creado por el viario, para lo que resulta muy adecuado acudir a una transición mediante áreas ajardinadas en taludes y frente. Es muy importante que el interior de estos túneles aúne funcionalidad y estética, con tratamientos que no desvíen la atención del conductor, pero acudiendo a revestimientos de calidad y durabilidad que coadyuven a la buena visibilidad interior junto con el sistema de iluminación, acudiendo con preferencia a tonos claros no densos y texturas lisas, pudiendo incluir diseños geométricos no reiterativos ni difusos que alivien la monotonía del tránsito.

THE NERVES OF THE CITY

All urban agglomerations have a more or less developed underground network available to them in which a set of installations and services are found that are vital to the city's operation and constitute its "nervous system". Water supply, electric, telephone, drainage and sewage systems are laid out underground. They constitute a more or less chaotic or organized system, depending on the circumstances of each city and on the rationalization and update processes worked out for this series of services. In some places, no one knows for sure exactly what is underground; there are hardly any more or less reliable maps available, and at most, a partial knowledge exists, at times at a level of suspicion. Meanwhile, other cities have taken care to update these installations by constructing service galleries in which diverse piping is concentrated. This idea of was already proposed by Le Corbusier, and has become reality in new, well planned residential areas, as well as in some old centers in which the service system has had to be improved for economic as well as functional reasons. Recent experiences such as the construction of the Metro in Cairo corroborate the need to organize underground service systems. In another extreme, we may cite as an example the multipurpose tunnels constructed in Angered, a new Göteborg district housing cabling, water supply piping, heat piping, a lane for inspection/maintenance vehicles and finally one trolley line were carefully studied.

Traditional services housed in the tunnel have, in recent years, been incorporating others, such as piped heating systems, telecommunication tunnels with fiber optic cable installations, as well as underground installations for the treatment and distilling of residual waters, caverns for storage of petroleum products and raw materials as well as food stuffs.

URBAN TUNNELS FOR AUTOMOBILES

At a typological level, a difference must be established between strictly urban tunnels or underpasses inserted in the city's interior from those forming a part of bypasses or linking nearby centers within the same conurbation. Strictly urban tunnels must also be designed with wide dimensional criteria, in a way that integrates them in the urban setting where they are located. They should harmonize with surrounding architectural and urbanistic elements so that the urban landscape becomes a symbiosis in which the tunnel provides aesthetic elements, whether in its passageways or in its accesses and doorways. One of the key steps is in having them fit in with the urban setting, which in no way means having to resort to baroque or forced solutions, but maintaining consistency with the surroundings. A simplicity and cleanliness of lines and materials, together with a careful execution, is often the most appropriate criterion. Masking environmental harmony should be avoided, as should the barrier effect created by the road system, to which end resorting to a transition through garden areas on the slopes and front offer an adequate solution. It is important that the interior of these tunnels join function and aesthetics through treatments which do not distract the driver. Covering should be of good quality and durability, contributing to good interior visibility together with the lighting system. Clear, non-dense tones and smooth textures should preferably be used, perhaps including non-repeating, sharp geometric designs to relieve the monotony of transit.

As significant illustrative examples of the above, we may cite the Cimiez tunnel in France around whose entrance a garden area, of a warm design based on surfaces converging toward the entrance space, has been organized which enriches the urban landscape and avoids elements of discontinuity (Fig. 5). The Jenner tunnel in Le Havre is even more spectacular: glass concrete lets the automobilist's retina adjust from the luminous atmosphere to that of the tunnel's interior by making a progressive transition from the exterior to the interior (Fig. 6). A portal of simple design, but integrated in an exuberant urban setting of woodland and vegetation, is that which corresponds to the tunnel of Kivenlahiti street in Espoo, Finland. Let's also take note of the slenderness of lighting supports harmonizing with the surrounding trees (Fig. 7).

Within this category of urban tunnels, we may distinguish between those of a more or less precise character and those

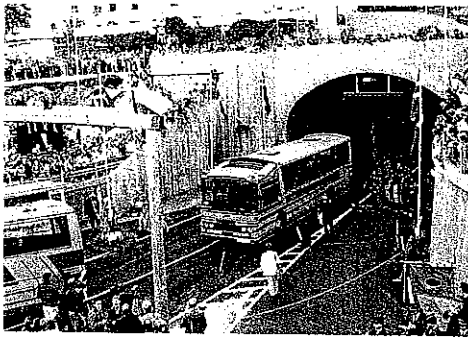


Fig. 8. Túnel de Alesund, Noruega. Inauguración. (Cortesía de Rolf Naas, Selmer Furuholmen). Alesund tunnel, Norway. Inauguration (Courtesy of Rolf Naas, Selmer Furuholmen)

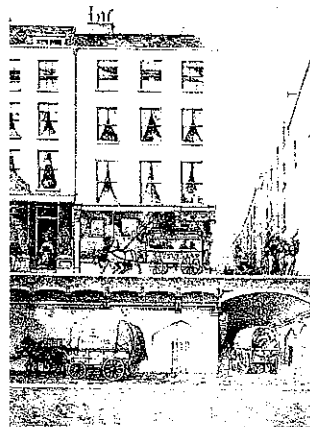


Fig. 9. Londres subterráneo, según el Plan de John Evelyn. Grabado del siglo XIX. London underground according to John Evelyn Project. Etching from the nineteenth century.



Fig. 10. Túnel peatonal y funicular de Budapest. Grabado de la época. (Cortesía de Budapesti Kozlekedési Vállalat). Pedestrian tunnel and funicular in Budapest. Etching of the era (Courtesy of the Budapesti Kozlekedési Vállalat)

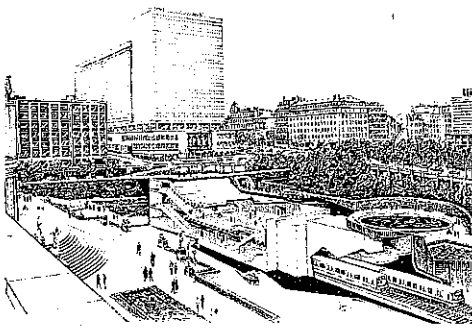


Fig. 11. Metro de Bruselas. Estación Botanique-Kruidtuin. (Cortesía de STIB, Bruselas). Brussels Metro, Botanique-Kruidtuin station (Courtesy of the STIB, Brussels)



Fig. 12. La iglesia en la Roca. Helsinki. (Cortesía de Finnish Tunnelling Association). The Church in the Rock. Helsinki. (Courtesy of the Finnish Tunnelling Association)

Como ejemplos significativos ilustrativos de lo expuesto anteriormente podemos citar el túnel de Cimiez, en Francia, en torno a cuyo portal, de diseño acogedor a base de superficies que convergen hacia el hueco de la boquilla, se ha organizado un área ajardinada que enriquece el paisaje urbano y evita elementos de discontinuidad (Fig. 5). Más espectacular resulta el túnel Jenner, en Le Havre; el hormigón translúcido permite al automobilista habituar su retina desde la luminosidad ambiente a la del interior del túnel, siendo progresivo el paso del exterior al interior (Fig. 6). Un portal de diseño sencillo, pero integrado en un entorno urbano exuberante de arbolado y vegetación, es el que corresponde al túnel de la calle Kivenlahiti, en Espoo, Finlandia; notemos además la esbeltez de los báculos de iluminación, en armonía con los árboles circundantes (Fig. 7).

Dentro de esta categoría de túneles urbanos podríamos a su vez distinguir entre los de carácter puntual y los que se integran como conjunto en una red más o menos extensa a modo de arteria subterránea de alta capacidad. Esta segunda opción conectaría con los anillos de circunvalación y encajaría con los grandes corredores de tráfico que soportan la carga más pesada de

la intensidad de vehículos en las aglomeraciones urbanas.

La tendencia actual, dada la fuerte congestión de tráfico en superficie, es hacia la potenciación de vías subterráneas de capacidad media y alta. En esta línea ha de citarse como muy destacado el sistema funcional de carreteras de la ciudad noruega de Bergen, importante puerto y rodeado de siete colinas que hacen muy escaso el margen de maniobra en superficie. Tal como nos comentaba el ingeniero responsable de planificación, Magnus Natas, el proyecto es financiado mediante un sistema único en el mundo, el "Toll-ring" o Anillo de peaje que rodea la ciudad, de modo que todo vehículo que accede a la misma ha de pagar por ello. El sistema, una vez acabado, incluirá un total de ocho túneles, entre los que destacan los de Fløyfjelltunnelen, con dos tubos y dos carriles cada uno, de longitudes respectivas 3,3 y 3,8 km, estando ambos ya en servicio. El Ingeniero Kare Karlsen nos mostró con detalle, in situ, este completo sistema de túneles, y en el recorrido pudimos comprobar la eficacia de la solución adoptada, que preserva el encanto de la ciudad, cuyo tráfico en superficie ha descendido en un 40% con la entrada en servicio del anillo. Otro ejemplo singular lo constituyen la cade-

that are integrated as part of a more or less extensive network in the form of a high-capacity underground artery. This latter option would connect with bypasses and would fit in with the larger traffic corridors bearing the heaviest loads of vehicle intensity in urban agglomerations. The current tendency, given the heavy surface traffic congestion, is toward increasing the possibilities of medium and high capacity underground roads. In this tendency, the road Function System of the Norwegian city of Bergen must be highlighted. This important harbour, surrounded by seven hills, has a low margin of maneuvering on the surface. As the engineer responsible for planning, Magnus Natas, told us: the ambitious project was financed through an original system, unique the world over, called the "Toll-ring" which goes around the city in a way that every vehicle having access must pay a toll. The system, once completed, includes a total of eight tunnels, of which the Fløyfjelltunnelen stand out, with two pipes and two lanes each, having respective lengths of 3.3 and 3.8 km and with both currently in service. The engineer Kare Karlsen showed us "in situ", in detail, this complete tunnel system, and in the runthrough we were able to verify the efficiency of the adopted solution as well as the positive surface repercussions: the city's particular charm and physiognomy have been preserved, and its surface traffic has been reduced by 40% since the ring was opened.

Another singular example is found in the chain of tunnels in the lesund area of Norway. Three underwater tunnels link said city with the populations of adjacent islands of Ellingsøy, Valderøy and Giske. Two tunnels, totalling a length of almost 8 km, are currently in operation, with the third tunnel, almost 4 km more, under construction. They constitute the most important set of underwater highway tunnels in the world and, as the engineer in charge of the jobs, Rolf Naas, indicated, the tunnel solution was adopted because it was more economical than that corresponding to bridges. I might also add that the landscape, unequalled in the area, assimilates the discrete and respectful underground solution much better (Fig. 8).

OTHER TRANSITABLE/HABITABLE UNDERGROUND AREAS

A common denominator in the areas we will now make reference to is, unlike the previously considered cases, in dealing with spaces in which people may enjoy their activity as social beings.

When considering the connotations of the subsurface we could see how a certain negative component or rejection is involved. This aspect must be counteracted by designing and planning the subsurface with quality criteria, creating warm and gratifying settings which invite one to enjoy them, taking the maximum advantage of all the plastic possibilities this medium offers. The merely accessory and secondary concept that consists in burying everything that "does not deserve to be on the surface" has been overcome. This subsidiary concept is illustrated in the etching that shapes the city underground of services as an underground interior step of the surface Victorian London planned by John Evelyn, with streets lit with gaslight and on which heavy merchandise traffic would circulate while at the same time housing pipes and cables (Fig. 9). The proposal, along with Evelyn's project, never saw the light of day.

With the passage of time, it became clear that the subsurface could have other applications, without excluding the aforementioned possibilities. One precursor of pedestrian tunnels was that of Budapest, famous for its marked oval section, located next to the Sikló funicular. We must remember that the Hungarian capital was the first city on the European continent to have a Metro—the Foldalatti—open sometime around the year 1896 (Fig. 10).

Together with the proliferation of pedestrian tunnels—unfortunately, much less warm and colourful in general than the one we just commented on, and which are therefore generally shunned by their potential users—the city has how more and more underground parking lots, the majority of which are sordid areas leaving the field open for revaluation are being built, as well as more or less extensive commercial areas, generally linked to Metro stations, leisure areas including restaurants, cinemas, theatres, discoteques, cultural centers, museums, libraries—such as that of the Montreal Metro, with more than ten thousand volumes available to the public—, lecture and exhibit halls, auditoriums, sport complexes, multipurpose areas destined to serve as refuge in case of emergency and used for diversion in peace time: all this without

na de túneles en el área de Alesund, en Noruega, conjunto de tres túneles submarinos que enlazan dicha ciudad con las poblaciones de las islas contiguas de Ellingsøy, Valderøy y Giske; en la actualidad son operativos dos túneles que totalizan cerca de 8 km de longitud, estando en construcción el tercer túnel, con casi 4 km más, constituyendo el conjunto de túneles submarinos de carretera más importante en todo el mundo. Como nos indicaba el ingeniero responsable de los trabajos, Rolf Naas, se adoptó la solución túnel al ser más económica que la correspondiente con puentes; además, yo añadiría que el paisaje sin igual de la zona asimila mucho mejor la discreta y respetuosa solución subterránea (Fig. 8).

OTROS RECINTOS SUBTERRÁNEOS TRANSITABLES/HABITABLES

Denominador común de los recintos a los que ahora vamos a referirnos es que, a diferencia de los casos considerados con anterioridad, se trata de espacios en los que las personas pueden desplegar su actividad en tanto que seres sociables.

Considerar las connotaciones del subterráneo pudimos comprobar cómo se arrastra una cierta componente negativa de rechazo, aspecto que ha de contrarrestarse diseñando y planificando bajo tierra con criterios de calidad, creando entornos acogedores y gratificantes que inviten a disfrutar de ellos, aprovechando al máximo todas las posibilidades plásticas que este medio ofrece. Se ha superado ya esa concepción meramente accesorio y secundaria consistente en enterrar todo aquello que "no merecía estar en superficie", concepción subsidiaria que ilustramos con el grabado que plasma la ciudad subterránea de servicios como escalón subterráneo-inferior del Londres victoriano en superficie que planease John Evelyn, con calles iluminadas con luz de gas y por las que circularía tráfico pesado de mercancías, al tiempo que albergarían tuberías y cables (Fig. 9); la propuesta, al igual que el proyecto de Evelyn, nunca vio la luz del día...

Con el paso del tiempo se vio que el subterráneo podía tener otras aplicaciones, sin excluir las posibilidades antes apuntadas. Un precursor de los túneles peatonales fue el de Budapest, famoso por su marcada sección ojival, ubicado junto al funicular de Sikló; recordemos que la capital húngara fue la primera ciudad del continente europeo que dispuso de Metro -el "Földalatti", abierto allá por el año 1896 (Fig. 10).

Junto a la proliferación de túneles peatonales -por desgracia en general mucho menos acogedores y vistosos que el que acabamos de glosar, por lo que suelen ser rehuidos por sus potenciales usuarios-, la ciudad ve cómo se construyen más y más aparcamientos subterráneos, en su mayoría recintos sórdidos, siendo campo abierto para su revalorización, áreas comercia-

Fig. 13. Sala de Conciertos en Retretti, Punkaharju, Finlandia. (Cortesía de Finnish Tunnelling Association) Retretti Concert Hall, Punkaharju, Finland. (Courtesy of the Finnish Tunnelling Association)

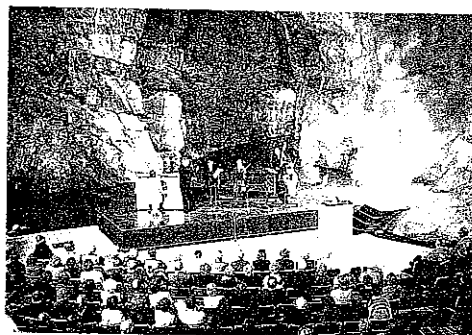
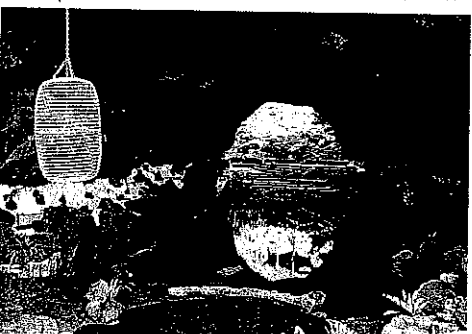


Fig. 14. Polideportivo-Refugio en Turku, Finlandia. (Cortesía de Turku City Sports Department). Sports complex-Refuge in Turku, Finland. (Courtesy of the Turku City Sports Department)



Fig. 15. Los Jameos del Agua, Lanzarote, España. Los Jameos del Agua Lanzarote, Spain



les más o menos extensas y generalmente conectadas con las instalaciones de Metro, zonas destinadas al ocio que incluyen restaurantes, cines, teatros, discotecas, centros culturales, museos, bibliotecas -como la del Metro de Montreal, con más de diez mil volúmenes a disposición del público-, salas de congresos y exposiciones, auditorios, polideportivos, recintos multipropósito destinados a servir como refugio en caso de emergencia y utilizados con fines lúdicos en tiempos de paz/todo ello sin olvidar el hábitat troglodítico, cuya sola consideración bien merecería un estudio monográfico. Por descontado, a ello hay que añadir el fenómeno del auge de las redes de Metro en sus diversas modalidades, pero al que nos referiremos de modo especifi-

forgetting the troglodyte habitat, whose sole consideration well deserves a monographic study. It goes without saying that the phenomenon of the boom in Metro networks in their diverse modalities must be added. Later on, we will refer to this system.

The variety and richness of the uses of the subsurface in cities is also reflected on the surface. Thus, as a perfect example, we should mention the Botanique Station of the Premetro in Brussels, which alone constitutes an important work of underground urbanism: it allows for the effective operation of underground collective transportation in the European capital while, above ground, the splendid Botanic Garden may be enjoyed (Fig. 11).

There is no doubt that in some cities, due to their topographic conditions, the characteristics of their subsurface and climate invite turning to underground urbanism in a greater measure than others. Nevertheless, we find good examples of cities with active underground urbanism on the five continents: from Chicago and Atlanta to Melbourne, Tokyo and Stockholm.

There are a good number of examples of creative underground urbanism. As a sampling, we have taken four cases we consider to be expressive of diversified use of the subsurface. The first is none other than Tempelvaikio, "The Church in the rock" in Helsinki. This building is partially embedded in rock, and takes in natural light through an extremely original dome whose singularity is its intrinsic value, manifesting itself from its internal as well as external perspectives (Fig. 12). The second example is in the Retretti underground in the city of Punkaharju. This is public underground space dug in rock, which includes an art center distributed in diverse cavern-halls. In some way it evokes Altamira, with a cell-like arrangement of the floor and a concert hall with magnificent natural acoustics. Large surfaces of natural rock have been exposed, underlining its character through lighting and water circulation (Fig. 13). The third example is the Varissuo area in Turku. It is a multipurpose area, since it functions as a civil defense refuge while at the same time functioning as a sport complex including two ice hockey rinks and one speed skating rink (Fig. 14). Many installations of this type have been built, not only in Finland, but also in Sweden, Norway and other countries. We were impressed with the Holmlia center on the outskirts of Oslo, which Arne Grønhaug, geologist and expert on tunnels, showed us on our visit to Norway. Its magnificent interior includes a sports complex and underground pool which is, in reality, a refuge capable of sheltering 7 500 people.

The last but not least example is from a place further south specifically from the "Europe's utopian island" According

to the artist César Manrique, to a great extent craftsman of this magical underground Lanzarote, the plastic potential and texture of this island are achieved through the binome Art Nature/Nature-Art. In Jameos del Agua the artist recreated the volcanic tunnel with care and respect, uniting natural and artificial light, natural and artificial colors, water and its reflection, the uncovered rock next to exuberant vegetation, achieving, in the scene of the immense auditorium, one of the most ingenious successes, with that incessant flow of an underground course of water as whispering background (Fig. 15).

THE METRO: MUCH MORE THAN PUBLIC TRANSPORTATION

The Metro plays, or can play, an decisive role in favor of the quality of urban life by protecting the setting and respecting and safekeeping the historic and cultural heritage of our cities. Archeological discoveries may be the result of digging a line for the Metro and, at times such as occurred with the Pino Suarez station of the Mexican Metro with the Echécatl-Quetzalcóatl pyramid, they may be contemplated in the exact spot of their appearance. Moreover, the spaces around the Metro are places suited to the development of Public Art, thus facilitating the access to artistic perception.

However, from 1963 the year in which the London Underground began to operate, until 1989, with the recent debut of the Singapore and Cairo Metros, the Metro phenomenon has not only been consolidated and "rooted" the world over, but it has transcended its primary and primordial function of being fast, safe and effective for a multitude of users day after day, to taking on other dimensions and scopes. New facets are being discovered, which include an ever more careful design of its installations, the incorporation of works of art in its areas, favoring urban furnishings with growing quotas of ergonomics and comfort, creating numerous services and public areas in its surroundings such as those we pointed out when making reference to underground urbanism making aesthetics compatible with function in a harmonious way, and making this service accessible, without barriers to everyone, including those people whose mobility is reduced given that mobility in today's world must be considered an inevitable human right.





UP

co más adelante. Esta variedad de usos del subsuelo en la ciudad tiene su reflejo también en superficie; así, a título de ejemplo, citemos la Estación Botanique del Premetro de Bruselas, que constituye en sí misma una importante obra de urbanismo subterráneo y que permite el funcionamiento eficaz del transporte colectivo subterráneo de la capital de Europa, mientras que en el exterior puede disfrutarse del espléndido Jardín Botánico (Fig. 11). Algunas ciudades, por sus condiciones topográficas, características del subsuelo y climatología, invitan a acudir al urbanismo subterráneo en mayor medida que otras, esto es indudable. Sin embargo, encontramos buenos ejemplos de ciudades con un urbanismo subterráneo activo en muy dispares lugares del globo: desde Chicago y Atlanta hasta Melbourne, pasando por Tokio y Estocolmo, por solo citar algunos casos.

Casos de urbanismo subterráneo creativo los hay en buen número; a título de muestra traemos cuatro ejemplos que consideramos expresivos de utilización diversificada del subsuelo: El primero es Temppeliaukiu, "la Iglesia en la roca", en Helsinki, edificio parcialmente embebido en la roca y que capta luz natural a través de una originalísima cúpula cuya singularidad es su valor intrínseco manifestado tanto desde su perspectiva interna como externa (Fig. 12). El segundo caso es el conjunto subterráneo de Retretti, en Punkaharju, espacio público subterráneo excavado en roca y que incluye un centro de arte distribuido en diversas salas-caverna, evocando de alguna forma a Altamira, con disposición celular en planta, y una sala de conciertos de magnífica acústica natural. Grandes superficies de roca natural se han dejado a la vista, subrayándose su carácter mediante iluminación y circulación de agua (Fig. 13). El tercer ejemplo es el recinto multipropósito de Varissuo, en Turku, refugio para defensa civil y a su vez polideportivo, con pistas de hockey hielo y de patinaje de velocidad (Fig. 14).

Pero no solo en Finlandia, sino en Suecia, Noruega y otros países se han construido muchas instalaciones de este tipo; así, nos impresionó el centro Holmlia, en las cercanías de Oslo, que nos enseñara durante nuestra visita a Noruega Arne Grønhaug, geólogo experto en túneles, y cuyas magníficas instalaciones incluyen un polideportivo y piscina subterránea, siendo en definitiva un refugio capaz de acoger a 7 500 personas.

El último ejemplo, y no por ello el menos importante, lo traemos de un lugar más al sur, en concreto procede de la "Isla utópica de Europa"; como nos decía el artista César Manrique, artifice en buena medida de ese lanzarote subterráneo mágico, la potencia plástica y la textura de la isla se logran a través del binomio Arte-Naturaleza/Naturaleza-Arte. En los Jameos del Agua el artista ha recreado el túnel volcánico con mimo y respeto, aunando luz natural y artificial, colores naturales y artificiales, el agua y su reflejo, la roca desnuda junto a la vegetación exuberante, logrando en el escenario del inmenso auditorio uno de los más geniales aciertos, con ese fluir incesante de un curso de agua subterráneo como telón y murmullo de fondo (Fig. 15).

There is no doubt that an underground location of the Metro is preferable. From many points of view, over surface or aerial lines. It is sufficient to note the Loop of the Chicago Metro which generates not only an intrusion into the landscape, but alters the urban physiognomy, making it a tributary of the elevated metal structure, and produces undesired acoustic impacts (Fig. 16). Without doubt, there are exceptions confirming the rule, such as the Schwebebahn, of Wuppertal.

The Metro has gone through multiple vicissitudes since its birth in London, an event that awakened strong controversies and confrontations between supporters and detractors (Fig. 17). In the Metros at the start of the century, such as those of Paris, Berlin, Hamburg or New York, an aesthetic contribution to urban landscape was already observed through their entrances or accesses, from the characteristic Art Nouveau kiosks Hector Guimard bequeathed to Paris, to the Otto Wagner pavilions in Vienna, like the famous ones in Karlsplatz which are now declared a national monument without forgetting the less known accesses to the Hamburg Metro.

One of the links or ties between the underground and the outside surface are made up precisely of their accesses, making up the visible part of the system. They are along with the Metros logotype elements which characterize and singularly define the network of galleries, tunnels and stations through which people and trains with an urban vocation beat underground. The Metro's entrance, inasmuch as it is the underground's vestibule, is representative of what lies under earth. As Marianne Ström stated: "Une belle bouche un beau ventre". The symbiosis between the Porte Dauphine "dragonfly" kiosk and the Bois de Boulogne surrounding it is perfect. It is a sample of the high aesthetic and architectural value the Metro can also stamp on the surface (Fig. 18).

In the entrances to Moscow's Metro, in many cases, one is dealing with monumental buildings corresponding to the Soviet's philosophy of the Metro, which was built as a true palace for the people. The Moscow Metro's grandeur is obvious, not only in the spaciousness of volumes, archways, pillars, columns and large halls, but in the utilization of noble materials: marbles, rich lamps and wall lamps, and ornaments such as allegorical sculptures (Figs. 19, 20).

Since then, Metro and quality of life were much more united. Sensibility toward achieving pretty areas underground was incorporated into pure functionality, first from an ornamental and decorative concept and later progressively balancing form and function. The tendency was toward an integration and global concept of the whole to which was associated

EL METRO: MUCHO MÁS QUE TRANSPORTE PÚBLICO

El Metro desempeña, puede desempeñar, un papel decisivo a favor de la calidad de vida urbana, protegiendo el entorno y respetando y salvaguardando el patrimonio histórico y cultural de nuestras ciudades. Los hallazgos arqueológicos pueden ser resultado de la excavación de una línea de Metro, y a veces, como sucede en la estación Pino Suárez del Metro de México con la pirámide de Echecati-Quetzalcóatl, estas joyas del pasado pueden contemplarse en el mismo lugar donde aparecieron. Además, los espacios en torno al Metro son lugares propicios al desarrollo del Arte Público, facilitando el acceso a la percepción artística.

Pero desde 1863, año en que empezó a funcionar el Underground londinense, hasta 1989, con los Metros de Singapur y El Cairo recién estrenados, el fenómeno del Metro no solo se ha ido consolidando y "enraizando" en todo el mundo, sino que ha trascendido de su función primaria y primordial de transportar de forma rápida, segura y eficaz a multitud de usuarios día tras día para cobrar otras dimensiones y alcance, descubriendo facetas nuevas que incluyen un cada vez más cuidadoso diseño de instalaciones, incorporando obras de arte en sus recintos, apostando un mobiliario urbano con crecientes cotas de ergonomía y confort, compatibilizando estética y función de forma armónica y haciendo este servicio accesible a todos, dado que la movilidad ha de ser considerada en el mundo actual como un derecho humano insoslayable.

No cabe duda de que el emplazamiento subterráneo para el Metro es preferible al trazado en superficie o aéreo. Baste apreciar el Loop, o anillo del Metro de Chicago, que genera no solo una intrusión en el paisaje, sino que altera la fisonomía urbana, haciéndola tributaria de la estructura metálica elevada, y produce impactos acústicos indeseables (Fig. 16). Sin duda, hay excepciones que confirman la regla, y así el Schwebebahn de Wuppertal.

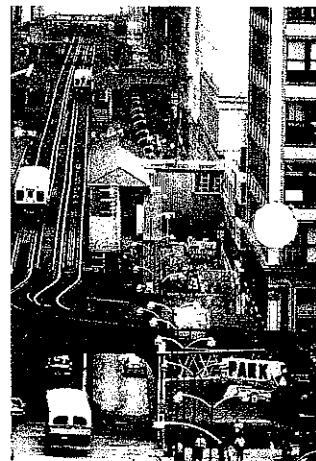


Fig. 16 Loop' elevado de Chicago, en 1972. (Cortesía de Turku City Sports Department). Elevated loop in Chicago, in 1972. (Courtesy of the Turku City Sports Department)

from the decade of the sixties, another clearly significant facet: public art. The Metro is a suitable area in which to incorporate democratic art, that old notion going back to Morris.

This new dimension of the underground, which takes on the notion of integration of plastic, architectural and engineering works, takes a stronghold after construction of the Stockholm Metro, particularly its Järva line, whose stations/grottos show off the excavated space as is, with only a fine layer of protective concrete. As Bertil Linnér, the Stockholm Metro's Chief Project Engineer for almost forty years, told us, the diaphanous station-grottos are the latest step in the typologic evolution of this Metro's stations. Aesthetic treatment of the large underground spaces was given great importance. This Metro is known as "the largest art gallery in the world", although we do not believe that such a name is based on reality in the sense that, in Stockholm, art is integrated with the engineering and architectural design from the project phase. This is not the case in other Metros, in which a clear differentiation may be made between the exhibition of a work of art in an individual manner and the structural surroundings, as is the case in the Brussels's Metro. Another interesting fact should be added to the above, which is treating each station coherently in relation to its urban context. Thus should exterior and interior be linked in form and concept, taking on a differentiated protagonism which is not only useful in providing immediate orientation underground, but as a factor giving an identity to the interior of the city, whose underground landscape abandons the traditional monotony given off by the succession of hospital-white ceramic stations to penetrate urbanism with historic references rooted in the area of the city which said station services and of which it forms an integral part.

Nils Zetterberg's concept of Rinkeby station (Fig. 21) is as a cave full of prehistoric remains. In Tensta, the metro is inhabited by happy fauna refreshing the setting, conceived by Helga Henschen as a tribute to emigrants resting in the area. It includes texts and messages in diverse languages (Fig. 22). Yet the Kungstvärdgården station (Fig. 23) is the most spectacular of the network. It combines a multitude of plastic resources in keeping with the structural sincerity of the cavity located 35 meters underground. The artistic design takes as reference the Makalös Palace, a 17th century building destroyed by fire and located near the station. But becoming absorbed in considerations of the Stockholm Metro has its dangers, such as an unwillingness to change the subject... Along with this one, many other systems have decisively opted for quality for elegance in design, incorporating art in addition to transportation light over simple illumination clean

Fig. 17 El Metro de Londres como refugio: fotografía y grabado de Henry Moore. *The London Metro as a refuge: photograph and etching by Henry Moore.*

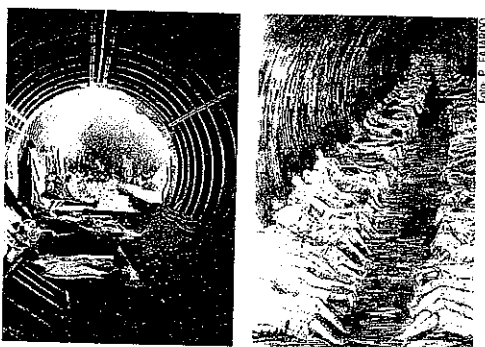


Fig. 19 Estación Arbatskaya. Metro de Moscú. (Cortesía del Metro de Moscú). *Arbatskaya Station Moscow Metro. (Courtesy of the Moscow Metro)*

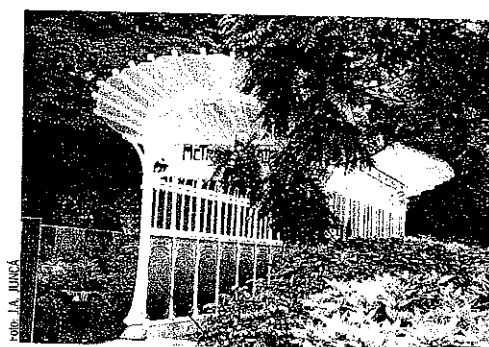
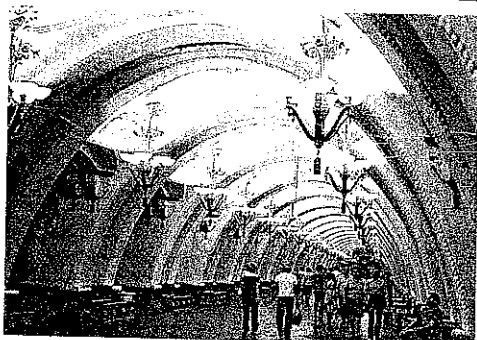


Fig. 18 Edículo Art Nouveau de Hector Guimard. Estación Porte Dauphine. Metro de París. *Hector Guimard's Art Nouveau kiosk. Porte Dauphine station Paris Metro.*

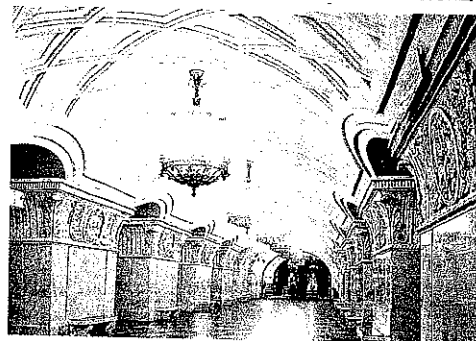


Fig. 20 Estación Prospekt Mira. Metro de Moscú. (Cortesía del Metro de Moscú). *Prospekt Mira Station Moscow Metro. (Courtesy of the Moscow Metro)*

El Metro ha experimentado múltiples vicisitudes desde su nacimiento en Londres, hecho que despertó fuertes polémicas y enfrentamientos entre partidarios y detractores (Fig. 17). Ya en los Metros de principio de siglo, como los de París, Berlín, Hamburgo o Nueva York, se aprecia una aportación estética al paisaje urbano a través de sus entradas o accesos, desde los característicos edículos Art Nouveau que Hector Guimard legara a París, a los pabellones de Otto Wagner en Viena, como los famosos de Karlsplatz, hoy declarados monumento nacional, sin olvidar los menos conocidos accesos al Metro de Hamburgo.

Uno de los eslabones o vínculos de unión entre el subterráneo y la superficie exterior lo constituyen precisamente los accesos al mismo, que conforman la parte visible del sistema, siendo, junto al logotipo definitorio del Metro, elementos que caracterizan y definen de forma singular a la red de galerías, túneles y estaciones por donde palpitan bajo tierra personas y trenes con vocación urbana. La entrada al Metro, en tanto que vestíbulo del subterráneo, es representativa de lo que hay más abajo; como dice Marianne Ström, *"Une belle bouche, un beau ventre"*, simbiosis entre el edículo "libélula" de Porte Dauphine y el Bois de Boulogne que le rodea es perfecta, siendo muestra del alto valor estético y arquitectónico que el Metro puede plasmar también en superficie (Fig. 18).

Los accesos del Metro de Moscú son en muchos casos edificios de carácter monumental, en correspondencia con la filosofía del Metro que se dieron los soviéticos al construir un auténti-

co palacio para el pueblo. La grandiosidad del Metro de Moscú queda patente no sólo en la espaciosidad de volúmenes, bóvedas, pilares, columnas y grandes salas, sino en la utilización de materiales nobles, mármoles, lámparas y apliques lujosos y motivos ornamentales tales como esculturas alegóricas (Figs. 19 y 20). Desde entonces, Metro y calidad de vida fueron mucho más unidos; a la pura funcionalidad se iba incorporando una sensibilidad por lograr unos recintos hermosos en el subterráneo, primero desde una concepción ornamental y decorativa y después, progresivamente, equilibrando más y más la balanza forma-función, tendiendo hacia una integración y una concepción global del conjunto, al que se asociaba, desde la década de los sesenta, otra faceta de indudable trascendencia, el arte público, siendo el Metro recinto propicio para incorporar arte democrático, vieja noción que se remonta a Morris.

Esta nueva dimensión del subterráneo, que asume la noción de integración de las obras plásticas, arquitectónica e ingenieril, toma fuerza a partir de la construcción del Metro de Estocolmo, en concreto de su línea Järva, cuyas estaciones-gruta muestran el espacio excavado tal cual, a salvo de una fina capa de hormigón proyectado; como nos refería Bertil Linnér, Ingeniero Jefe de proyectos del Metro de Estocolmo durante casi cuarenta años, las estaciones-gruta diáfanas son el último paso en la evolución tipológica de las estaciones en este Metro, y en ellas se concedió una gran importancia al tratamiento estético de los grandes espacios subterráneos, siendo conocido este Metro

forms over standardized modules, diaphanousness over tortuous labyrinth corridors, harmony in tone and colour over dull, chrome monotony, attractive urban furnishings over simple, mass produced benches and waste paper baskets, social life and urban vivacity underground over a quick step and sideways glance.

If Moscow marked a point of inflection in its concept of Metro style as a whole, if Stockholm's Järva line meant a decisive milestone in design integrated with underground space, then the Louvre station of the Paris Metro was also decisive in initiating, in 1968, the philosophy of "landmark stations", specifically museum stations. Also deserving special mention is the Parisian station of Varenne. It succeeded, as a whole, in consecrating the work of Auguste Rodin with true-to-life bronze reproductions of various of the artist's sculptures, as well as including graphic and photographic works, all of which is illuminated by adjustable spot lights in an extensive tubular aesthetic-functional structure. In summary, an area impregnated with art (Fig. 24).

With the occasion of the Montreal Expo-67 its Metro system was started up. Around the Metro a real air-conditioned "underground city" was created, with summer and winter conditioning, more than a thousand shops, etc. Every one of the system's stations has been designed differently from the others. Aesthetic structural sincerity stands out, as well as an excellent way of lighting these areas, using natural as well as artificial light sources (Fig. 25). Thus, in the Vendôme station, daylight is projected to the platforms through a tilted, brightly colored stained glass window.

The Montreal Metro, light and varied, is a symbol of the quality of life. The same is true of the Washington Metro, a synonym of elegance, with spacious and spectacular archways with a coffered ceiling, clear lines and indirect lighting; the design is as structurally efficient as it is aesthetically pleasing (Fig. 26).

If we travel a few kilometers to Seoul, to hall of the Chung-Angchong station, we will find, in addition to a coffered ceiling very similar to that of Washington, a space entirely dedicated to an art gallery (Fig. 27).

In the "Benham Court Road station of the oldest Metro in the world, the artist Eduardo Paolozzi makes public art of a natural nature, using mosaic to create complicated forms. He applied brilliant and rich colors, transmitting from an integral aesthetics of the whole, his vigorous sense of movement (Fig. 28).

Other older Metros such as Boston's have opted for incorporating art works in the new stations of the red line. In

the Porter Square station, the rider finds bronze gloves near the hand rail as he rides the escalator. There is also room for aesthetics and art on the stairways!

In the light, completely automated, accessible, functional and aesthetic Lille Metro, we find an advanced system. The République station (Fig. 29), under the square where the Fine Arts Palace—a nineteenth century building—is located the architect Gilles Neveux has conceived of the main entrance as a great central "crater", partially glassed, with a continuing layout which avoids a total break between urban space and its surface traffic and the Metro's public space. Underneath, neoclassic arcades support the archways: there is a great deal of space, and works of art may also be contemplated as a prolongation of the nearby Museum (Fig. 30). The design of urban furnishings also deserves special attention, for example the hat which is used to rest on in the Fives station (Fig. 31). In fact, the Metro is something more than public transportation.

I would like to end these notes on Metros with the Alma station, the most beautiful and original of the Brussels Metro. Half aerial, half underground, with arboreal columns and a spider's web archway, the architect Lucien Kröll created a unique atmosphere reminiscent of Gaudí (Fig. 32).

There is room in the Metro for rest and for graffiti, for dreams and for reality, but as we will see next the Metro remains alive, adapting itself to the passage of time (Fig. 33).

FUTURE TENDENCIES

Tunnels, underground urbanism, have an immense future. Tendencies point toward a diversification in uses and applications, toward reinforcing the character of habitability of concern for quality and the proper design. Many cities, saturated and worn out on the surface, look to the subsurface as their only salvation. There are very ambitious projects for constructing real systems of underground avenues for wheeled traffic, such as in Paris. The construction of the bypass in the bay of Tokyo will incorporate the creation of an artificial island and various kilometers of tunnel. The new underground activities





Fig. 21. Estación de Rinkeby. Metro de Estocolmo. (Cortesía de AB Storstockholms lokaltrafik). Rinkeby Station Stockholm Metro. (Courtesy of the AB Storstockholms lokaltrafik)

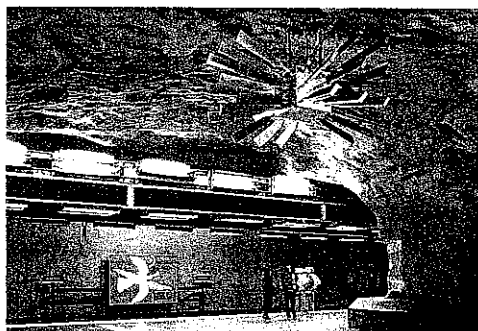


Fig. 22. Estación de Tensta. Metro de Estocolmo. (Cortesía de AB Storstockholms lokaltrafik). Tensta Station Stockholm Metro. (Courtesy of the AB Storstockholms lokaltrafik)

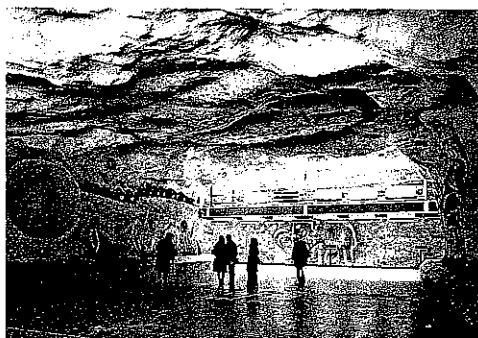
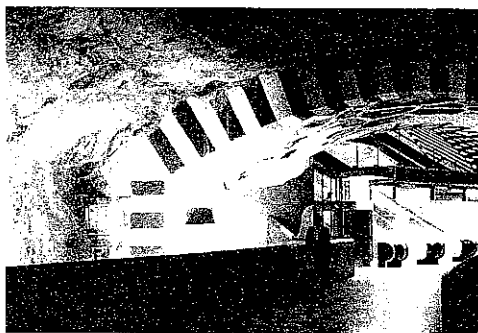


Fig. 23. Estación de Kungsträdgården. Metro de Estocolmo. Kungsträdgården Station Stockholm Metro.



factor que dota de identidad al interior de la ciudad, cuyo paisaje bajo tierra abandona la tradicional monotonía dada por aquella sucesión de estaciones de cerámica blanca hospitalaria para adentrarse en un urbanismo que incluye referencias históricas enraizadas en el área de la ciudad a la que dicha estación da servicio y de la que forma parte integral. Mientras Nils Zetterberg convierte la estación Rinkeby (Fig. 21) en una cueva llena de restos prehistóricos, en Tensta la gruta se puebla con una fauna alegre que refresca un entorno concebido como tributo a los emigrantes residentes en la zona, incluyendo textos y mensajes en diversas lenguas (Fig. 22). Con todo, Kungsträdgården (Fig. 23) es probablemente la estación más espectacular de la red, combinando multitud de recursos plásticos en torno a la sinceridad estructural de la cavidad, situada 35 metros bajo tierra; el diseño artístico toma su referencia en el palacio Makalös, edificio del siglo XVII destruido por un incendio y emplazado en las proximidades de la Estación. Pero adentrarse en consideraciones en torno al Metro de Estocolmo tiene sus peligros, como el de resistirse a dejar el tema. Junto a él, muchas otras redes han optado de forma decidida por la calidad, por la elegancia de diseño, incorporando arte además de transporte, luz más que simple iluminación, limpieza de formas más que módulos estandarizados, diaphanidad más que laberinto de pasadizos tortuosos, armonía de tonos y colores más que monotonía cromática desvaída, mobiliario urbano atractivo más que simples bancos y papeleras de serie, vida social y animación urbana bajo tierra más que paso veloz y mirada esquiva.

Si como concepción de estilo de Metro en su conjunto Moscú marcó un punto de inflexión, y si como diseño integrado del espacio subterráneo la línea Järva de Estocolmo supuso un hito fundamental, la estación de Louvre del Metro de París resulta decisiva, al iniciar en el año 1968 la filosofía de las "landmark stations", en concreto de las estaciones museo. En esta línea merece destacarse la también parisina estación de Varenne, muy acertada en su conjunto consagrado a la obra de Auguste Ro-

como "la galería de arte más grande del mundo", aunque creemos que tal denominación no responde a la realidad, en el sentido de que en Estocolmo el arte está integrado con el diseño ingenieril y arquitectónico desde la fase de proyecto, a diferencia con otros Metros en los que sí puede diferenciarse más claramente la obra de arte expuesta de forma individualizada del entorno estructural, como es el caso del Metro de Bruselas.

A lo anterior hay que añadir otro dato de interés, el tratar cada estación de forma coherente en relación con su contexto urbano, enlazando así conceptual y formalmente exterior e interior, asumiendo un protagonismo diferenciado, no solo útil para facilitar una inmediata orientación en el subterráneo, sino como

cover very disparate areas: diverse warehousing, aerodynamic tunnels, museums, concert halls, new kinds of Metros and passionate, futuristic underground urban projects.

The new kinds of Metro include the rapid transit and regional Metros of which Lille and Newcastle upon Tyne, are respective examples. The new Seattle Metro, in which electric traction buses run through a tunnel, have been conceived as unique galleries of public art. The design of the University Street station stand out. In this station, artist Vicki Scurti designed a treatment for the facings and coverings using red, white and black granite and connecting the wall design to the roof by means of a sculptural relationship.

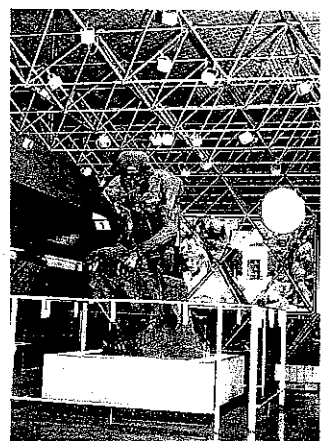
Lastly, the underground urbanism Atlantis project under the city of Stockholm tries to revitalize the cultural center by creating areas for leisure purposes dug into the rock mass at 30m dept, including from public baths to a museum in which the famous ship «Vasa» could be admired. A conference and meeting center would also be included. A great wealth of underground life between Blasieholmen and the island of Skeppsholmen, full of suggestion and nuance. As the prestigious architect and one of the authors of this project, Per Reimers, told us, whether it becomes reality or not, Atlantis constitutes, in any case, an exercise in profound reflection over the enormous possibilities the subsurface offers, without interfering in surface life, creating spaces in which the capture of natural light is one of the keys. The Atlantis project deserves to see daylight from subsurface.

These lines, written on horseback between Madrid and Stockholm, were also intended to throw a little light on the debate of the currently suffering chaotic city, which searches to recover its lost identity and *raison d'être*, so that its inhabitants may aspire to a certain well being. It might be possible that through its roots, going deeply into its foundation, a ray of hope may be provided by that other world underground.

José Antonio Jurcá Ubierna

The end of cities begins where forms wear out their variations and come apart!"
Italo Calvino

Fig. 24. Estación de Varenne. Metro de París. Varenne Station Paris Metro.



din, con reproducciones en bronce, fieles a los originales, aportando también obra gráfica y fotográfica, todo ello iluminado por focos orientables instalados en una extensa estructura tubular estético-funcional. En suma, un recinto impregnado de arte (Fig. 24).

Con ocasión de la Expo-67, Montreal inició la puesta en marcha de su red de Metro, en torno a la que se ha ido creando una verdadera "ciudad subterránea" climatizada, tanto en invierno como en verano, con más de mil tiendas y todo tipo de servicios, generándose allí todo un mundo de vida urbana bajo tierra. Cada estación de la red se ha diseñado distinta de las demás, destacando la sinceridad estético-estructural y el excelente modo de dar luz a estos recintos, acudiendo a fuentes luminosas tanto naturales como artificiales (Fig. 25). En la estación Vendôme la luz del día se proyecta hasta los andenes, a través de una vidriera inclinada, en colores vivos. El Metro de Montreal, luminoso y variado, es símbolo de calidad de vida. Lo mismo sucede con el de Washington, sinónimo de elegancia, con sus espaciosas y espectaculares bóvedas artesonadas, líneas claras e iluminación indirecta; aquí el diseño es tan eficiente estructuralmente como agradable estéticamente (Fig. 26).

Si recorremos unos cuantos kilómetros hasta Seul, en el distribuidor de la estación Chung-Angchiong encontramos, además de una bóveda similar a la de Washington, todo un espacio destinado a galería de arte (Fig. 27).

En la estación Tottenham Court Road del más viejo Metro del mundo, el artista Eduardo Paolozzi hace arte público con vocación de permanencia, y acude al mosaico para la creación de formas complicadas. Aplica colores brillantes y ricos y transmite, desde una estética integral del conjunto, su sentido vigoroso de movimiento (Fig. 28).

Otros Metros maduros, como el de Boston, han optado por incorporar obras de arte a las nuevas estaciones de la línea roja; así, en la estación Porter, el pasajero, mientras circula por las escaleras mecánicas, se encuentra con guantes de bronce cerca de los pasamanos. ¡También en las zonas de escaleras hay lugar para la estética y el arte!

En el Metro ligero de Lille, automático, accesible, funcional y estético, nos encontramos con un sistema avanzado. En su estación République (Fig. 29), situada bajo la plaza en que se encuentra el Palacio de Bellas Artes, edificio del siglo XIX, el arquitecto Gilles Neveux ha concebido la entrada principal como un

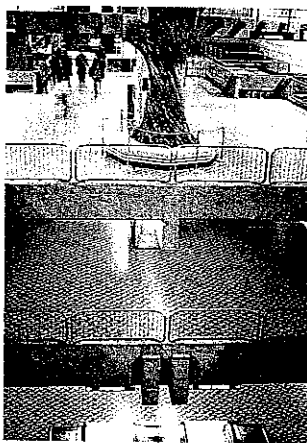


Fig. 25. Estación Lionel-Groulx, Metro de Montreal. (Cortesía de Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montreal). Lionel-Groulx Station, Montreal Metro. [Courtesy of the Société de Transport de la Communauté Urbaine de Montreal]



Fig. 26. Detalle típico de una estación del Metro de Washington. (Cortesía de Washington Metropolitan Area Transit Authority). A typical feature of a station in the Washington Metro. [Courtesy of the Washington Metropolitan Area Transit Authority]

gran "cráter" central, en parte vidriado, con una disposición continua que evita la ruptura entre el espacio urbano y su circulación en superficie y el espacio público del Metro; abajo, arcadas neoclásicas sostienen la bóveda, y hay amplitud de espacio donde pueden contemplarse obras de arte prolongación del Museo próximo (Fig. 30). También el diseño del mobiliario urbano merece especial atención, como ese sombrero que se hace lugar de reposo en la estación de Fives (Fig. 31). En definitiva, el Metro es algo más que transporte público.

Quisiera terminar estas notas sobre Metros con la estación Alma, la más bella y original del Metro de Bruselas; mitad aérea, mitad subterránea, con columnas arborescentes y bóveda en tela de araña, el arquitecto Lucien Kroll ha creado una atmósfera única con reminiscencias gaudianas (Fig. 32).

En el Metro hay lugar para el reposo y para el graffiti, para el sueño y para la realidad (Fig. 33). Pero, como veremos a continuación, el Metro sigue vivo y se adapta al paso del tiempo.

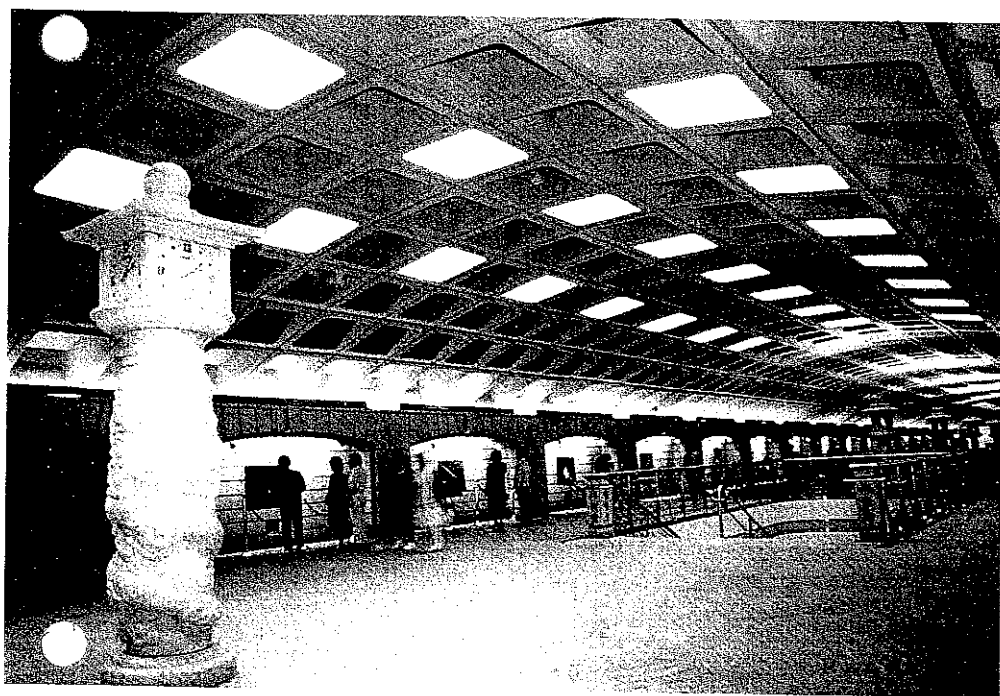


Fig. 27. Estación de Chung-Angchiong, Metro de Seul. (Cortesía de Seoul Metropolitan Subway Corporation). Chung-Angchiong Station, Seoul Metro. [Courtesy of the Seoul Metropolitan Subway Corporation]



UP



FOTO: J.A. JUNCA

Fig. 28. Estación Tottenham Court Road. Metro de Londres. Las saxofones sirven como referencia del mundo exterior en torno a la estación. *Tottenham Court Road Station. London Metro. The saxophones serve as reference to the exterior world around the station.*

Fig. 29. Estación République. Metro de Lille. Jardín-invernadero. *Republic Station. Lille Metro. Garden-Greenhouse.*

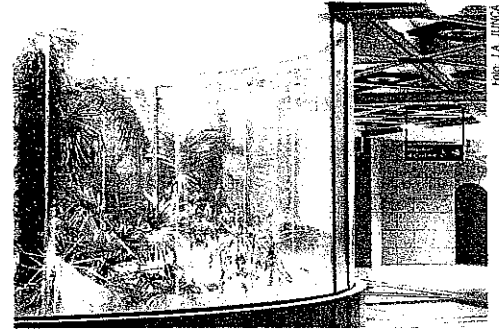


FOTO: J.A. JUNCA

Fig. 30. Estación République. Metro de Lille. Galería de Arte. *Republic Station. Lille Metro. Art gallery.*

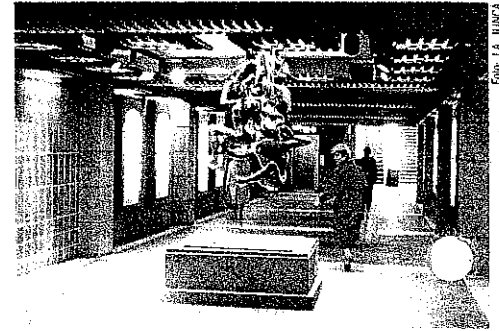


FOTO: J.A. JUNCA



FOTO: J.A. JUNCA

Fig. 32. Estación Alma. Metro de Bruselas. *Alma Station. Brussels Metro.*

Fig. 31. Estación Fives. Metro de Lille. Mobiliario urbano: «l'aire de repos». *Fives Station. Lille Metro. Urban furnishings: «l'aire de repos».*

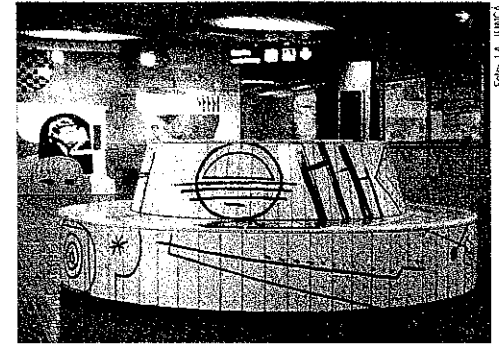


FOTO: J.A. JUNCA



FOTO: P. ELIASSON

Fig. 33. Viajero en el Metro de Nueva York. *New York subway rider.*

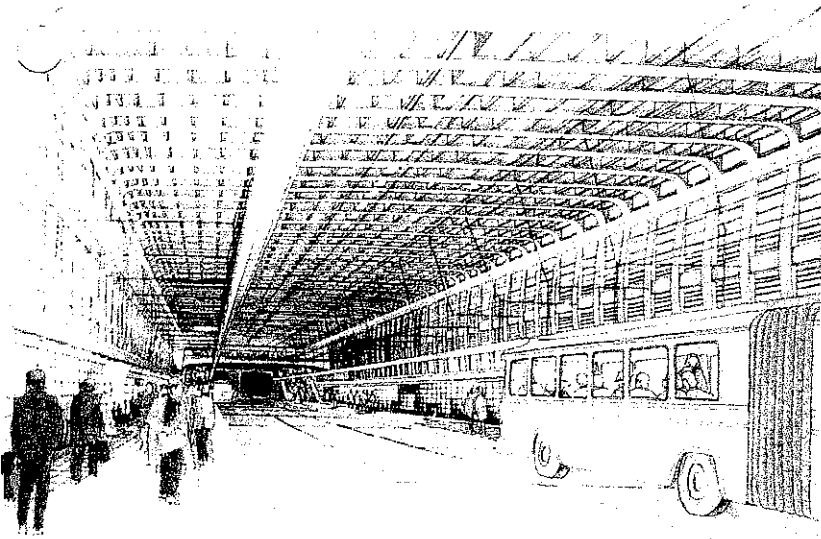


Fig. 34 Estación University St. Red subterránea de autobuses guiados de Seattle (Cortesía de Cambridge Arts Council). University St. Station. Underground system of guided buses in Seattle. (Courtesy of the Cambridge Arts Council)

TENDENCIAS DE FUTURO

Los túneles, el urbanismo subterráneo, tienen un futuro inmenso. Las tendencias apuntan hacia una diversificación de usos y aplicaciones, a un reforzamiento del carácter de habitabilidad, de preocupación por la calidad y el diseño adecuado. Muchas ciudades, saturadas y agotadas en superficie, miran al subsuelo como su única salvación; hay muy ambiciosos proyectos para construir verdaderas redes de avenidas subterráneas para tráfico rodado, como en París. La construcción del anillo de circunvalación en la bahía de Tokio incorporará la creación de una isla artificial y varios kilómetros de túnel. Las nuevas actividades subterráneas cubren áreas muy dispares: almacenamientos diversos, túneles aerodinámicos, museos, salas de conciertos y proyectos apasionantes de urbanismo subterráneo futurista.

Las nuevas modalidades del Metro incluyen el Metro ligero y el Metro regional, de los que son ejemplos respectivos los de Lille y Newcastle upon Tyne. El nuevo Metro de Seattle, en el que operan autobuses de tracción eléctrica circulando en túnel, se ha concebido como una galería única de arte público. Destaca el diseño de la estación University Street, donde la artista Vicki Scurri acude a un tratamiento de los paramentos y la bóveda empleando granito blanco, negro y rojo, conectando pared y techo mediante una relación escultórica (Fig. 34). Por último, el proyecto Atlantis de urbanismo subterráneo, bajo la ciudad de Estocolmo, trata de revitalizar el centro cultural creando recintos con propósito lúdico excavados en el macizo rocoso a 30 m de profundidad, incluyendo desde baños públicos hasta el museo en el que podría admirarse el famoso navío «Vasa», ello además de un centro de conferencias y congresos. Todo un caudal de vida subterránea entre Blasieholmen y la isla de Skeppsholmen, lleno de sugerencias y matices. Como nos decía el prestigioso arquitecto Per Reimers, uno de los artífices de este proyecto, se haga o no realidad, Atlantis en todo caso constituye un ejercicio de profunda reflexión sobre las enormes posibilidades que ofrece el subsuelo, sin interferir la vida en superficie, creando espacios en los que una de las claves consiste en la captación de luz natural. Atlantis sí merece ver la luz del día desde el subsuelo.

Estas líneas escritas a caballo entre Madrid y Estocolmo quisieran también arrojar un poco de luz en ese debate de la ciudad caótica hoy padecida, que busca recobrar su identidad perdida y su razón de ser: que sus habitantes puedan aspirar a un cierto bienestar; es posible que acudiendo a sus raíces, profundizado en sus cimientos, ese otro mundo bajo el suelo pueda aparecer un rayo de esperanza.

José Antonio Juncá Ubierna

«Donde las formas agotan sus variaciones y se deshacen, comienza el fin de las ciudades»

Italo Calvino

NOTAS

El contenido de este artículo lo desarrollo en profundidad en el libro sobre la Historia y Estética de los Túneles, de próxima aparición. Para la parte gráfica de este trabajo he contado con la valiosa colaboración y buen hacer de Primitivo Fajardo.

NOTES

The contents of this article are profoundly developed in my forthcoming book on the History and Aesthetics of Tunnels. For the graphic part of this paper, I am grateful to the valued collaboration and good work of Primitivo Fajardo.

BIBLIOGRAFÍA/BIBLIOGRAPHY

- Abrami, Giovanni. *Progettazione ambientale*. Milano. Cooperativa Libreria universitaria del Politecnico. 1987.
- Annales de l'Institut de Philosophie et de Sciences morales. *Arcaes de l'Art. Entre esthétique et philosophie*. Bruxelles. Editions de l'Université de Bruxelles. 1988.
- Brunel, Marc Isambard. *An Explanation of the works of the Tunnel under the Thames from Rotherhithe to Wapping*. London. W. Warrington, Engraver and Printer. 1838.
- Diodorus of Sicily. *Books I and II, 1-34*. London/Cambridge, Mass. William Heinemann Ltd/Harvard University Press (with an english translation by C.E. Bennet and M.B. McElwain; texto en latin e inglés).
- Frontinus, Sextus Julius. *Aqueducts of Rome*. London/Cambridge, Mass. William Heinemann Ltd/Harvard University Press (with an english translation by C.E. Bennet and M.B. McElwain; texto en latin e inglés).
- Grünfeldt, J./Larson, G./Linnér, B./Nyström, L./Reimers, P.H. *En Värld Underjord*. Stockholm. Liber Förlag. 1985.
- Juncá Ubierna, José Antonio. *Historia y Estética de los Túneles*. Tesis Doctoral. 1988. Universidad Politécnica de Madrid. 5 volúmenes.
- Juncá Ubierna, José Antonio. «Los túneles y el agua desde una perspectiva estética». *Tunnels and Water*. Volume 1. Edited by J. Manuel Serrano. Rotterdam. Balkema. 1988. pp. 207-209 (Memorias del Congreso Internacional sobre los túneles y el agua; Madrid/12.15.06.1988).
- Loubes, Jean Paul. *Arquitectura subterránea*. Barcelona. Ed. Gustavo Gili S.A. 1985.
- Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys ry. (Finish Tunneling Association). *The rock alternative engineering*. Editor Saari, Kari. Espoo, Technical Research Centre of Finland Geotechnical laboratory. 1988.
- Royal Swedish Academy of Engineering Sciences. *Going Underground*. Editorial Board Franzén, T./Hultin, S.A. Stockholm. The Swedish Group for Subsurface Use of IVA. 1988.
- Rygh, Jan A. «Large dual purpose installations in rock». *Norwegian Tunneling today*. Trondheim; Norwegian Soil and Rock Engineering Association. Tapir Publishers. University of Trondheim. 1988. pp. 113-116.
- Sánchez Dragó, Fernando. *Górgoris i Habidis, Una historia mágica de España*. Madrid. Ediciones Peralta. 1980.
- Ström, Marianne U. *L'art public Paris*. Ed. Dunod. 1980.
- Torroja Miret, Eduardo. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. 1984.
- Utudjian, Edouard. *L'Urbanisme Souterrain*. Paris. Presses Universitaires de France. 1952.