

LA IMPLANTACIÓN DE GALERÍAS DE SERVICIO SUBTERRÁNEAS EN CENTROS HISTÓRICOS Y SU PROCESO CONSTRUCTIVO

José Vicente Valdenebro García

*Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural. Universidad Pública de Navarra
Área de Proyectos Estratégicos. Ayuntamiento de Pamplona*

José Ignacio Iribarren Berrade

Área de Proyectos Estratégicos. Ayuntamiento de Pamplona

Abstract

In spite of their high initial cost compared to that of the traditional burial system, many cities have chosen to build utility tunnels as being the best option for the future arrangement of the large amount of service networks which have to be placed underground, at the same time as making it possible to carry out a much more agile and less costly preventive, predictive and corrective maintenance of them.

However, only in exceptional cases have municipal authorities elected to use this type of underground tunnel as a key element for the renovation and regeneration of the historic centres of their cities, since their building difficulties are added to the higher cost of the initial investment.

For over a decade, this type of tunnel is being incorporated into the Old Quarter of Pamplona with the advances in its reurbanization and pedestrianization. Following this exceptional action, the aim of this article is to describe the logical building process to be followed to set up utility tunnels in consolidated historic areas with the premise of guaranteeing at all times the safety of the workers and of the pre-existing buildings.

Keywords: *Utility tunnels; utilidors; service networks; urban regeneration; historic quarter, urban science*

Resumen

Muchas son las ciudades que, a pesar de su elevado coste inicial frente al sistema de enterramiento tradicional, han optado por la construcción de galerías de servicios como mejor opción de futuro para ordenar la gran cantidad de redes que deben ser ubicadas en su subsuelo a la vez de posibilitar un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo mucho más ágil y menos costoso.

Solamente en casos excepcionales los responsables municipales han apostado por utilizar este tipo de galerías subterráneas como elemento clave para la renovación y regeneración de los centros históricos de las ciudades, ya que las dificultades constructivas se unen al mayor coste de la inversión inicial.

El casco antiguo de Pamplona, desde hace más de una década, viene incorporando este tipo de galerías a medida que avanza en su reurbanización y peatonalización. Siguiendo esta singular actuación, en este artículo se pretende desarrollar el proceso constructivo

lógico a seguir para la ejecución de galerías de servicio en zonas históricas consolidadas bajo la premisa de garantizar en todo momento la seguridad para trabajadores e inmuebles preexistentes.

Palabras clave: *Galería de servicios; redes de servicios; regeneración urbana; casco histórico; urbanismo*

1. Introducción

Tradicionalmente los servicios e infraestructuras de las ciudades han trascendido por el subsuelo como es el caso del alcantarillado o las tuberías de abastecimiento de agua cuyo origen se remonta a la época romana. Con el incremento de población de las ciudades y el avance tecnológico aparecieron a finales del siglo XIX nuevas tipologías de servicios urbanos como la electricidad, el gas o la telefonía. Los extensos cableados de estas redes pasaron a ocupar indiscriminadamente parte de las fachadas de las edificaciones.

Afortunadamente, durante las dos últimas décadas, las administraciones han optado por prohibir la instalación de tendidos aéreos, a la vez que se está realizando un gran esfuerzo por parte de los ayuntamientos para eliminar de las fachadas de los edificios de sus ciudades la mayor parte de estas conducciones. Asimismo, el nivel de exigencia cada vez mayor por parte de los ciudadanos ha ido en aumento hasta nuestros días, lo que ha llevado aparejado un crecimiento de las redes de servicio como medio de mejora de calidad de vida.

El enterramiento generalizado de servicios, basado en estas situaciones, ha dado lugar a que las grandes ciudades tengan el subsuelo ocupado por numerosas conducciones, muchas de ellas fuera de servicio, que la cruzan sin coordinación y de forma no programada, y ello a pesar del esfuerzo de racionalización y de planificación que realizan las administraciones públicas y las propias empresas privadas que prestan estos servicios.

La eficacia de los proyectos de infraestructuras depende, por tanto, de su carácter integral y de su polivalencia, es decir deben servir más allá de una función específica. Es por ello necesario ordenar y racionalizar el uso del subsuelo de las grandes ciudades y, principalmente, en aquellas zonas de expansión de la ciudad hacia la periferia, donde el problema es más fácil de resolver, corrigiendo la actual ubicación anárquica de las canalizaciones de servicios que en muchas ocasiones se realizan una detrás de otra en la misma calle para atender al mismo ciudadano ofreciéndole primero agua, luego electricidad y después gas. Ello hace pensar en la conveniencia de utilizar espacios o galerías comunes por los que discurran todas las canalizaciones de los diferentes servicios.

A la vista de los resultados de multitud de estudios comparativos sobre la utilización de galerías de servicio frente al sistema de enterramiento tradicional cabe indicar que, al margen del mayor coste económico de primera instalación de la galería, ésta aporta una amplia relación de ventajas en lo que afecta a su utilidad y sostenibilidad que fundamentalmente se hacen patentes a lo largo de la vía útil de la misma.

Las ventajas que aportan las galerías de servicio son conocidas. No obstante, se considera interesante resumir sus principales beneficios: se evita la ejecución de zanjas en la calzada y los trabajos en su interior; se optimiza la gestión de residuos producidos por las obras; se elimina la necesidad de realizar parcheos en calzadas; se eliminan los riesgos, molestias y ruidos que producen las obras; se eliminan los riesgos de rotura accidental de cables y conducciones; se optimiza el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de las redes; se reducen las averías y escapes de las redes al poderse controlar visualmente; se facilita la sustitución de redes antiguas y la incorporación de nuevas redes; y se economiza la ocupación del subsuelo al ser posible la superposición de redes.

La construcción de estos sistemas de galerías de servicios es algo experimentado, con mayor o menor éxito, en los nuevos desarrollos urbanísticos municipales y asumiendo su mayor coste económico inicial, la construcción de las mismas es sencilla dado que se realiza de manera simultánea a la urbanización de las parcelas y polígonos.

Sin embargo, esta tipología de actuación se complica enormemente si se opta por su implantación en áreas consolidadas de las ciudades. Dos motivos influyen fundamentalmente en ello: el hecho de tener que acometer las obras en áreas edificadas y la necesidad de mantener en servicio continuo las diferentes redes de infraestructuras durante las obras. En definitiva se trata de actuaciones en zonas habitadas cuyas obras tienen que convivir con sus vecinos.

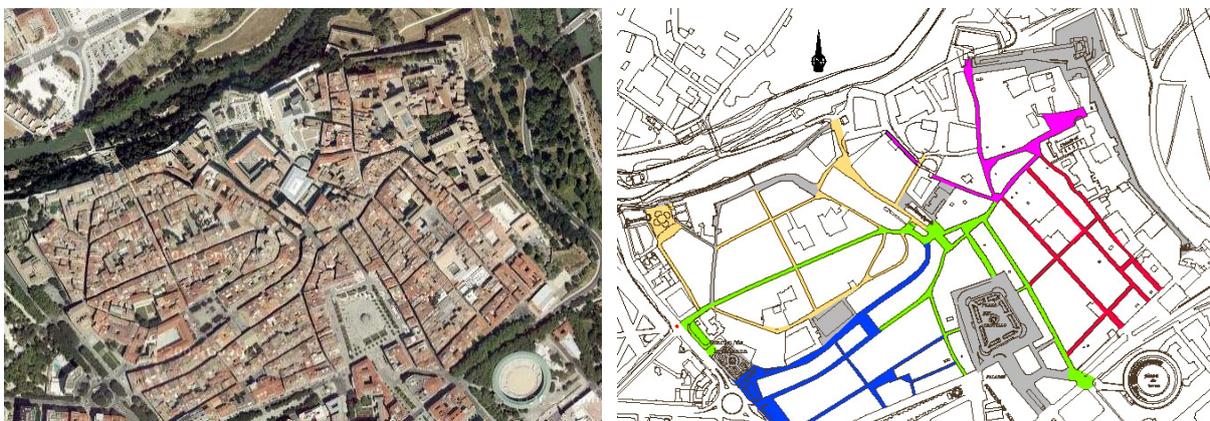
El objetivo del presente documento es describir y analizar el proceso constructivo lógico para la implantación de este sistema de galerías en la ciudad consolidada. Para ello se utilizará como referencia el proceso seguido en las obras de reurbanización y peatonalización que, de forma pionera, vienen desarrollándose en el Casco Antiguo de Pamplona desde hace más de una década. Este periodo ha permitido experimentar en ciertos procesos hasta el momento de poder considerarse los aplicados en la actualidad como óptimos.

2. La galería de servicios en la reurbanización del Casco Antiguo de Pamplona

2.1. Evolución histórica del Casco Antiguo de Pamplona

Aunque los orígenes de la ciudad se remontan a la antigüedad romana (74 a. de C.), el Casco Antiguo de Pamplona cuenta con una trama urbana que procede, en gran parte, de su época medieval y que ha subsistido a lo largo de los siglos con ligeras variaciones en sus alineaciones. En 1423 el rey Carlos III promulgó el Privilegio de la Unión por el que se unifica la ciudad. Hasta entonces había estado conformada por tres núcleos independientes, la Navarrería, el Burgo de San Cernin y la Población de San Nicolás, con administraciones propias. A partir del Privilegio de la Unión fue completándose la trama vial, empleando principalmente para ello los fosos y “tierra de nadie” que separaba los antiguos barrios.

Figura 1: Imagen aérea del Casco Antiguo de Pamplona - área de actuación



Si bien los primeros intentos datan de 1570, no será hasta 1767 cuando, siguiendo las pautas de la corte de Madrid, se confecciona una red de saneamiento y alcantarillado de la ciudad, el suministro de agua y la pavimentación de las calles. La red de saneamiento se ideó como una serie de minetas de sección rectangular y cubierta abovedada que

terminaban desembocando en el río. En 1849 se sustituyó, en gran parte, este pavimento siendo el último impulso importante el correspondiente al Plan de Reformas Locales de 1887. Durante casi un siglo las actuaciones en la ciudad antigua se centraron en labores de mantenimiento de la vía pública que no impidieron su deterioro mientras la ciudad se desarrollaba construyendo nuevos ensanches fuera de su recinto amurallado.

Respecto a la iluminación cabe señalar que en 1799 se instaló el primer alumbrado público de aceite que se renovó en 1839 y se transformó en gas en 1861. Hasta 1924 no comienzan las obras del tendido eléctrico (Orbe, 1994).

2.2. Proyecto de peatonalización y reurbanización del Casco Antiguo de Pamplona

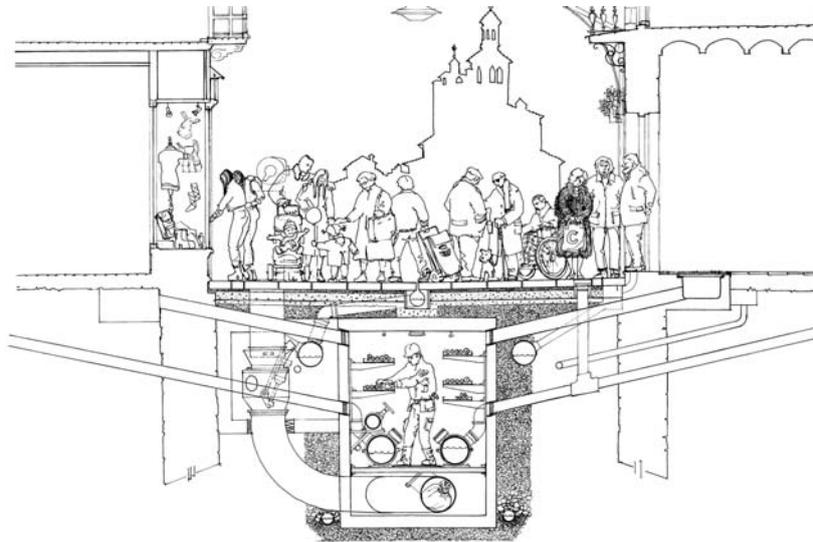
El Casco Antiguo de Pamplona fue declarado Bien de Interés Cultural en 1968 y a final del siglo XX se decide su peatonalización apostando por emprender la reurbanización integral de sus calles con la transformación de su viario en plataforma única, como consecuencia de la eliminación de las diferentes rasantes existentes hasta el momento entre calzada y acera. La peatonalización se entendió como una de las actuaciones prioritarias para la rehabilitación y regeneración de la zona, debiéndose aprovechar este momento para resolver el déficit de infraestructuras y servicios existente. Las obras se inician en el año 1996 siguiendo el proyecto redactado dos años antes por el arquitecto Fernando Redón.

Analizada la zona de intervención, análoga a la mayoría de centros históricos de ciudades, la propuesta presentada en el proyecto de reurbanización debía tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Alto grado de obsolescencia de las redes de infraestructuras existentes, a excepción de la correspondiente al gas natural ejecutada recientemente. Todavía quedaban algunos tramos de redes de electricidad y telefonía por fachadas.
- Escasa sección de la calle con anchuras inferiores a seis metros en algunos espacios.
- Alto potencial arqueológico del subsuelo, al haberse construido la ciudad medieval sobre la antigua ciudad romana.
- Cimentación deficiente, o inexistente, de algunas edificaciones al encontrarse apoyadas sobre terrenos de material de relleno. Se trata de una trama formada por manzanas con gran densidad de edificaciones de viviendas adosadas de crujías muy estrechas y de gran profundidad procedentes de la parcelación medieval.
- Necesidad de incorporar redes futuras, como es el caso de un sistema de recogida neumática de residuos que obligaba a dejar amplios espacios de reserva.

Después de analizar varias alternativas, entre las que se encontraba el posible aprovechamiento de la antigua mineta del siglo XVIII como galería de servicios, al estilo de lo que se había hecho en París por el ingeniero Belgrand, se optó por su sustitución por una verdadera galería de servicios en las que tuvieran cabida todas, o casi todas, las conducciones existentes en aquel momento y que permitiese en un futuro próximo la integración de la red de recogida neumática de residuos. Como solución definitiva se optó por la ejecución de una galería prefabricada de hormigón armado con un hueco transitable interior de 2,00 m x 2,75 m (ancho x alto), ejecutada en módulos de longitud 1,25 m, con espesor de paredes y solera de 15 cm y techo de 20 cm.

Entre los años 1996 y 2010 se han acometido las dos primeras etapas de las obras, ejecutándose por fases las calles de la Población de San Nicolás y del Burgo de la Navarrería, con un desarrollo lineal aproximado de cuatro kilómetros. Quedan, por tanto, pendientes las obras del tercero de los Burgos, el de San Cernin.

Figura 2: Sección tipo de calle del Casco Antiguo de Pamplona

2.3. Ratios económicos

De las actuaciones llevadas a cabo hasta el momento pueden extraerse que el sobrecoste de emplear el sistema de galería de servicio frente al tradicional es aproximadamente de 265 €/m² de superficie total urbanizada (precio final con impuestos incluidos).

El coste medio de reurbanización en calle con galería es de 800 €/m² (precio de contrata con IVA incluido), mientras que en calle sin galería es de 535 €/m², para una repercusión de loseta o adoquín de 345 €/m². El coste de metro lineal del cajón de galería es aproximadamente 1122 €/m.

3. Proceso constructivo de la galería de servicios en áreas consolidadas

La ejecución de galerías de servicio en zonas edificadas supone una serie de dificultades logísticas y técnicas en el momento de su construcción. Se trata de actuaciones que han de llevarse a cabo en zonas con edificaciones de dudosa calidad estructural y en las que se ha de convivir con los vecinos y usuarios de los establecimientos comerciales de la zona.

Aunque pueda parecer sencillo, el proceso que a continuación se describe responde al resultado de multitud de aportaciones, modificaciones y mejoras que se han ido incorporando a medida que se han ejecutando diferentes fases de la reurbanización. Es el resultado de un largo proceso experimental fruto del esfuerzo de los equipos técnicos y operarios que han intervenido en la redacción del proyecto y ejecución de las obras.

El hecho de actuar en zonas habitadas hace necesario que se mantenga en uso los diferentes servicios de la zona (abastecimiento, saneamiento, electricidad, gas,..) lo que obliga a una adecuada gestión y administración de los cortes en el servicio coordinándolos con la propia ejecución de la obra.

En multitud de zonas de los centros históricos, como es el caso de Pamplona, durante la ejecución de las obras debe realizarse un seguimiento arqueológico intenso y permanente a lo largo de las fases de movimiento de tierras, y en función de los hallazgos, ha de valorarse

la necesidad de ajustar el proyecto, pudiendo incluso a llegar a hipotecar algunas actuaciones previstas.

Las propias limitaciones físicas de las zonas de actuación, en el que las calles tienen secciones muy limitadas, con anchuras inferiores a los cinco o seis metros, dificultan el acceso y la maniobrabilidad de la maquinaria pesada que tiene que permitir en todo momento el acceso a vivienda y comercios.

Las características del subsuelo inciden también en la ejecución de los trabajos y, por lo tanto, en las medidas de seguridad a incorporar. Esto se debe a que en muchas ocasiones tiene escasa capacidad portante, bien por su propia composición natural o bien porque, como ocurre en la mayoría de los centros históricos, está formado por una importante cantidad de materiales de relleno correspondientes a la superposición de estratos de asentamientos históricos previos.

La climatología adversa también puede afectar al rendimiento en la ejecución de los trabajos. La situación todavía empeora más si aparecen las lluvias en el momento en que se procede a la sustitución de las antiguas conducciones de saneamiento para la construcción de las nuevas redes separativas de fecales y pluviales es necesaria, obligando entonces a incorporar potentes sistemas de bombeo para evitar que la zona de trabajo se convierta en un gran pozo lleno de aguas residuales.

3.1. Trabajos previos en la fase de diseño (redacción del proyecto)

Desde el propio momento del diseño de una sistema de galerías de servicio aparecen las primeras dificultades técnicas. Por un lado, es necesario lograr que puedan cohabitar en un espacio limitado redes que habitualmente se implantan en toda la superficie del viario sin preocuparse de la existencia de otras redes. Por otro, el vacío actual en la normativa técnica es, junto con los aspectos financieros, una de las razones por las que los urbanistas realmente dudan a la hora de lanzarse a la realización de galerías de servicios.

En esta fase hay que convencer y hacer participar a los futuros ocupantes de la galería en los gastos de inversión y de funcionamiento y establecer un modelo de gestión durante su vida útil. Las dificultades jurídicas pueden llegar a ser una verdadera traba al desarrollo de las galerías de servicio, en la medida en que las concesionarias no conocen exactamente la extensión de su derecho. De igual modo debe velarse por que la incorporación de nuevas redes no venga a perjudicar la eficacia creada por el propio sistema de galería subterránea. En el caso que nos ocupa, la participación de las diferentes compañías se resolvió de tal manera que cada una contribuye porcentualmente en función del espacio a ocupar que le quedaba asignado, regulándose los términos de colaboración a través de convenios.

También debe decidirse qué redes se incorporan en el interior de la galería. En el caso de Pamplona y a la vista de los riesgos de escape y explosión que podía generar la instalación de gas se decidió ejecutar esta canalización enterrándola en la proximidad a la galería. Se optó por esta solución frente a otras existentes tendentes a limitar los riesgos de propagación de gas dentro de la galería (conductos encamisados, la ventilación apropiada, detectores de fugas, etc.). Con el objeto de prevenir el riesgo de inundación se instalaron pozos con sistemas de bombeo en los puntos más bajos de la galería.

3.2. Trabajos preliminares

- **IMPLANTACIÓN DE OBRA.** Se trata de aquellos trabajos previos como son la preparación de explanadas para acopio de materiales y maquinaria, la colocación de casetas y oficina de obra, instalación eléctrica de obra... Suele ser habitual que cuanto más densa sea la trama urbana más difícil resulte encontrar un espacio adecuado para acopios, lo que obliga a disponer de espacios a una cierta distancia y pensar en la

correcta comunicación en función de la dirección en la que avance la excavación. El tráfico pesado de obra, destinado principalmente al transporte de material de excavación y al suministro de los marcos prefabricados, debe realizarse desde el frente de avance de la excavación. Sin embargo los suministros de materiales para acometidas, instalaciones y pavimentaciones se realizarán desde la parte posterior. Estos condicionantes acaban determinando la señalización de la obra y las modificaciones en el tráfico rodado.

- **INSPECCIÓN DE EDIFICIOS.** Debe realizarse por técnicos competentes una inspección del estado exterior e interior de cada una de las edificaciones, levantándose acta de la misma en una ficha tipo. A la vista de este estudio deberá analizarse si deben realizarse apuntalamientos, acodamientos entre fachadas o apeos de puertas y ventanas. En el caso de que existan grietas se colocaran testigos que permitan controlar su evolución. Con el objeto de asegurar la estabilidad de las estructuras, durante las excavaciones se realizarán los trabajos de recalce de aquellas edificaciones en que fuera necesario.
- **ESTUDIOS DEL TERRENO.** Para evitar futuros imprevistos en la ejecución de los trabajos es conveniente realizar un estudio previo del terreno con el objeto de conocer la naturaleza y estabilidad del mismo, lo que permitirá adoptar las medidas necesarias para evitar que se produzcan situaciones de peligro en las labores de excavación.
- **TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA.** En aquellas zonas definidas por los catálogos municipales como zonas arqueológicas durante todas las labores de excavación se realizará un seguimiento arqueológico intensivo contándose en todo momento con la presencia en obra de un arqueólogo.

Figura 3: Desvío de redes, demolición de pavimento e instalación de accesos provisionales



- **INSTALACIÓN PROVISIONAL DE SERVICIOS Y DESMONTAJE DE MOBILIARIO URBANO.** Actuar en una zona habitada obliga a mantener durante la ejecución de las obras operativos todos los servicios (telefonía, electricidad, gas,...). Para ello, antes de desmontar los servicios existentes enterrados, se realizará una instalación provisional de éstos por fachada. Las redes de saneamiento se desviarán en la fase de ejecución de obra mediante un by-pass activado por bombas. Se desmonta y acopia para su posterior reutilización el mobiliario urbano existente (bancos, señales, cabinas,...).
- **DESINFECCIÓN DE COLECTORES Y LOCALIZACIÓN DE ACOMETIDAS.** Previamente a la demolición de antiguas minetas u otro tipo de colectores enterrados se procederá a la desinfección y desratización de estos elementos. Mediante una cámara autónoma de televisión se localizará la situación exacta, tanto en planta como en alzado de todas la acometidas de saneamiento ubicadas en el ámbito de la excavación.
- **REPLANTEO DE LA OBRA.** Se identifican y estaquillan las alineaciones y diferentes áreas de trabajo.

3.3. Ejecución de un tramo con galería

La ejecución de las obras de construcción de la galería debe realizarse por tramos. Varios son los motivos que obligan a ello. Por un lado, la necesidad de permitir el acceso a viviendas y locales comerciales durante la actuación, pero sin embargo lo más importante es la limitación de los medios mecánicos empleados para ellos. El tener que maniobrar en unas calles de escasa sección limita el tamaño de la máquina entibadora utilizada, lo que a su vez limita la longitud de actuación. En el caso de la reurbanización del Casco Antiguo de Pamplona la longitud óptima de cada tramos se ha establecido en seis metros.

- **DEMOLICIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE.** Una vez realizada la instalación provisional de servicios y controlado que los que existen en el subsuelo han dejado de estar operativos se procede a las labores de desmontaje y demolición del pavimento de cada tramo de 6 metros de longitud. En el caso de calles adoquinadas se procede a la recuperación del material para su posterior reutilización. Para permitir el tránsito y acceso con seguridad a las viviendas y establecimientos comerciales se colocan los correspondientes accesos provisionales (escaleras o rampas). En aquellos puntos en los que no es estrictamente necesario no se procede al levantado de aceras con lo que evitaran por el momento estas medidas.

Posteriormente se efectúa un cajeo de 60 cm de profundidad en la zona de la calzada que dejará preparado el lecho para la instalación de la máquina entibadora.

- **MONTAJE DE LA MÁQUINA ENTIBADORA.** La seguridad para personas y edificaciones próximas durante las labores de excavación y colocación de los cajones prefabricados se garantiza con la ayuda de una máquina entibadora hidráulica de lamas verticales móviles. Estas lamas verticales se irán clavando en el terreno a medida que vaya avanzando en profundidad la excavación.

Figura 4: Montaje de la máquina entibadora, excavación y labores arqueológicas



- **EXCAVACIÓN.** Se realiza mediante un retroexcavadora giratoria de orugas con la suficiente capacidad como para poder hacerlo a 6 metros de distancia y hasta 5 metros de profundidad. Se coloca delante del sentido de avance de la entibadora, vertiendo el material excavado sobre un camión tipo "dumper" situado en posición adelantada.

Durante la excavación es probable, en función de la zona concreta de actuación, que aparezcan restos arqueológicos, terrenos muy duros, restos de redes obsoletas (arquetas, criptas,...) o la red de saneamiento operativa. En el caso de que aparezcan restos arqueológicos se realizarán un seguimiento intensivo y permanente por parte de un técnico arqueólogo mientras se está ejecutando el movimiento de tierras y que ordenará las detenciones necesarias en la excavación para el control de los restos que pudieran aparecer hasta llegar al estrato natural. Si aparecieran terrenos duros o restos de redes obsoletas sería necesaria su demolición mediante martillos hidráulicos especiales acoplados al brazo de la retroexcavadora o introducir, en función del volumen, pequeña maquinaria de obra dotada de martillo en el hueco de la entibación.

Figura 5: Proceso de excavación y demolición de la antigua mineta



- **DESVÍO DE LA RED DE SANEAMIENTO.** Una vez que se encuentra la red de saneamiento (puede ser una mineta), y dado que hay que seguir manteniéndola en servicio, se recogen las aguas fecales desde el punto de cota hidráulica más alta, se desvían y se reconducen mediante bombeo realizando un “by-pass” para liberar la zona de actuación.

Durante la excavación se debe tener especial cuidado con las acometidas de saneamiento, que si bien se habían localizado antes del inicio de la excavación, en este momento es necesario que se mantengan operativas. Por ello se dejarán los huecos necesarios en la entibación de forma que se puedan reconducir provisionalmente hasta la instalación de los módulos prefabricados.

- **PREPARACIÓN DEL LECHO.** Una vez finalizada la excavación se extiende una capa de balasto sobre el fondo de la misma, sobre la que se colocarán los tubos de drenaje de PVC abovedado que discurrirán por debajo de la galería tanto en el eje de la misma como en los laterales. Se cubrirán posteriormente con 15 cm de grava cemento dejando una serie de perforaciones para permitir el drenaje de la superficie.

Figura 6: Proceso desvío de la red de saneamiento y preparación del lecho



- **COLOCACIÓN DE LOS MÓDULOS PREFABRICADOS.** Previamente a la colocación de los módulos se realizan sobre ellos (en los que sea necesario) el replanteo de las acometidas que puedan afectarles. Se procede a las perforaciones con taladro en las paredes laterales de los mismos para permitir estos pasos. Con la ayuda de la retroexcavadora se colocarán los módulos ya perforados en el interior de la zanja encajando unas piezas con otras mediante su machiembrado, rellenándose de gravilla los espacios laterales para permitir el drenaje. El machiembrado de los mismos permite mejorar el acople entre módulos y por lo tanto su estanqueidad.
- **TRASLADO DE LA ENTIBADORA.** A continuación se procede al traslado de la máquina entibadora a su siguiente posición para lo cual se habrán realizado las labores previas de demolición de pavimentos y cajado de su base de apoyo en su nueva ubicación.

Figura 7: Proceso de colocación de módulos prefabricados y desplazamiento de entibadora

3.4. Ejecución de instalaciones y señalización de la galería

Una vez desmontada la entibadora se procede a completar en el interior de la galería el resto de instalaciones con sus soportes, bandejas, acometidas, conexiones y pasarelas. En primer lugar se ejecutan las guías laterales para sujeción de una pasarela transitable de tramex, las cartelas de apoyo de tuberías de agua y saneamiento y las bandejas plásticas de alojamiento de cableados. Debajo de esta pasarela se deja un hueco para la instalación futura de tubería de recogida neumática de residuos (en la actualidad se está ejecutando la instalación de recogida neumática en los tramos de galería ejecutados desde 1996). Para evitar cruces interiores y así garantizar la transitabilidad de la galería se coloca un colector de saneamiento a cada lado del cajón prefabricado.

Se realiza una salida de acometida de servicios a cada portal con tubería de PVC Ø 250 mm, donde van alojadas a su vez otras tuberías de menor sección de polietileno corrugado de doble pared (figura 9): 2 Ø 90 mm para red eléctrica, 2 Ø 63 mm para telefonía, 1 Ø 63 mm de reserva y 1 Ø 90 mm para abastecimiento de agua, que hace de vaina para la tubería de acometida futura a portal. La tubería de PVC Ø 250 mm termina en el portal, donde se realiza una arqueta multiservicio para que, en un futuro, cuando se realice la rehabilitación, se conecten en esa arqueta todos los servicios. Se ejecutan también salidas de tuberías a cada punto de alumbrado público y posibles puntos de instalación de cabinas telefónicas, alumbrado navideño, sistemas de control de tráfico y otros.

También son muy importantes las instalaciones propias de la galería como el alumbrado (normal y de emergencia), detección de humos y gases, detección volumétrica de intrusos, cámaras de televigilancia y extintores de incendios. La galería cuenta con un desagüe en todos sus puntos bajos, conectado junto con sistema de drenes, a colector de pluviales o, de forma sifónica, a colector unitario o bien mediante bombeo a extremo.

Figura 8: Ejecución de nuevas redes en el interior y exterior de la galería

Para favorecer la orientación de trabajadores el interior de la galería se señala, de forma similar al exterior, mediante carteles plásticos inalterables, situados en las intersecciones, indicando el nombre de calle, número de portal e identificadores de cualquier salida de tubos. Se numeran también todos los módulos prefabricados con 3 letras (calle) y 3 dígitos.

A lo largo de toda la galería se ejecutan ventilaciones (cada 50 metros lineales) y accesos para personas o materiales. Para ello se emplean tapas de fundición nodular enrasadas en pavimento.

Por otro lado, la instalación de las redes de pluviales y del gas se realiza, en el caso de Pamplona, fuera de la galería. A medida que se va ejecutando se van realizando las arquetas de acometidas tanto domiciliarias, de bajantes como de sumideros.

Figura 9. Imágenes interiores de la galería de servicio del Casco Antiguo de Pamplona



3.5. Pavimentación de la calle

Una vez finalizada la ejecución de las redes se procede a rellenar toda la sección de la calle con grava-cemento hasta la cota de asiento de la solera de hormigón armado con fibras metálicas que sirve de base a la pavimentación. Cuando ha endurecido, se realizan los remates de arquetas y sumideros y la colocación de las tapas, ajustándolos a la rasante final de la pavimentación. Posteriormente se ejecuta la pavimentación, comenzando por las zonas próximas a los edificios y finalizando en el centro de la calzada. Se coloca loseta o adoquín perfectamente alineados y nivelados sobre mortero o un compuesto de arena-cemento de asiento, recebo de las juntas, lavado superficial mediante riego, rejuntado y limpieza final de la superficie.

Figura 10: Proceso de ejecución de la pavimentación



4. Conclusiones

En este documento se ha desarrollado el proceso constructivo idóneo para la ejecución de galerías de servicios en áreas consolidadas de las ciudades. A la vista de la actuación que se está desarrollando en sucesivas fases en el casco antiguo de Pamplona queda demostrado que, además de ser técnicamente posible, pueden convertirse en un elemento útil para la regeneración de centros históricos, legando a generaciones futuras instalaciones urbanas que proporcionen un alto grado de calidad de vida

La galería de servicio es, por tanto, un medio eficaz para disminuir el número e importancia de los trabajos sobre el viario público, para estructurar el espacio subterráneo y para mejorar la vida útil de las redes. Por ello, deben ser percibidas por todos los agentes implicados y compañías de servicios como uno de los mejores instrumentos en materia de comodidad urbana, de coordinación, de integración y de seguridad de las redes de servicios.

El empleo de galerías subterráneas en la reurbanización de cascos históricos aportan una serie de ventajas adicionales a las que de por sí tienen las galerías de servicios genéricas empleadas en los nuevos desarrollos urbanísticos:

- La utilización de cajones rígidos de hormigón, junto con los materiales aportados para el relleno de las zanjas excavadas, ayudan a mejorar la base en la que se encuentran cimentadas las edificaciones. De igual manera la eliminación de fugas de aguas residuales propias de las minetas o de las redes de abastecimiento obsoletas evitan el posible lavado de materiales evitando que puedan descalzarse algunas cimentaciones.
- Seguridad en la ejecución de los trabajos, tanto para personas como edificios, como consecuencia de los sistemas de entibación empleados en la ejecución, así como derivados de la no necesidad de excavar para realizar futuras reparaciones en las redes.
- Posibilidad de incorporar en calles muy estrechas todos los servicios que sería imposible de ubicar con un desarrollo horizontal cumpliendo las distancia mínimas de seguridad indicadas por las compañías suministradoras.

Referencias

- Acebillo, J.A. (1989). El subsuelo urbano y las técnicas de ordenación de los servicios públicos. *CEUMT*, nº 109, 52-54.
- Cano, J.J. & Canto, J. (1998). Evolución Histórica de las Galerías de Servicio. *II Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, Universidad de A Coruña, Sociedad Española de Historia de la Construcción, CEHOPU y CEDEX.
- Cerdá, I. (1867). *Teoría General de la Urbanización y aplicación de los principios y doctrinas de la Reforma y Ensanche de Barcelona*. Madrid: Ed. Imprenta Española.
- Clé de Sol (2005). *Guide pratique des galeries multireseaux*. Voiron Cedex: Éditions Techni.Cités.
- Orbe, A. (1994). Memoria Histórica. *Proyecto de Ejecución de urbanización el Casco Antiguo de Pamplona*. Pamplona.
- Valdenebro, J.V. & Iribarren, J.I. (2010). Service tunnels as an element for the regeneration of historic centres: the case of Pamplona. *Selected proceedings from the 13th International Congress on Project Engineering*. AEIPRO.

Agradecimientos

A todas las personas y entidades que, con su esfuerzo y dedicación, están haciendo posible la ejecución de esta importante infraestructura y especialmente al Ayuntamiento de Pamplona que nos ha brindado la oportunidad de dirigir este apasionante proyecto.

Correspondencia (Para más información contacte con):

José Vicente Valdenebro García, Dr. Arquitecto.
Profesor del Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural. Universidad Pública de Navarra.
Director del Área de Proyectos Estratégicos del Ayuntamiento de Pamplona.
Campus de Arrosadía, 31006 Pamplona (España).
Phone: +34 948 420301, +34 948 169282 / Fax: + 34 948 420324
E-mail: jvv@unavarra.es