







# Conexión entre dársenas

En ejecución el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, clave para mejorar su competitividad

► Hincado de bulones expansivos durante la fase de sostenimiento del frente de excavación del túnel.

La Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao desarrolla desde hace 14 meses la obra del nuevo acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, actuación estratégica para el crecimiento de esta dársena gallega. El proyecto, uno de los de mayor envergadura del Plan de Accesibilidad Portuaria, comprende la ejecución de un trazado ferroviario de 6,4 kilómetros de longitud que conectará el puerto interior con el puerto exterior y que discurre en su mayor parte en túnel y viaducto. Los trabajos se centran actualmente en la construcción del túnel de Brión (5,5 kilómetros), el de mayor longitud que se ejecuta actualmente en España.



**El Ministerio de Fomento** y Puertos del Estado desarrollan desde hace dos años el Plan de Accesibilidad Portuaria, iniciativa destinada a superar el déficit de conectividad terrestre de los puertos de titularidad estatal mediante la construcción de nuevos accesos por carretera y ferrocarril que fomenten el crecimiento del tráfico de mercancías y la intermodalidad de las instalaciones. El objetivo final es mejorar la competitividad del sistema portuario español, sector estratégico que en 2017 movió el 85% de las importaciones y el 60% de las exportaciones del país. La financiación de estos accesos corre a cargo del Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria, instrumento dotado con más de 1.500 M€ procedentes de aportaciones del propio sistema portuario, de otras empresas del Grupo Fomento y de fondos europeos, y que hasta ahora ha aprobado la financiación de 47 proyectos.

Uno de los proyectos más relevantes aprobados por el Fondo es el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol, actuación básica para mejorar la competitividad de esta dársena situada en la boca de la ría de Ferrol y a 6,5 kilómetros del puerto interior. El puerto exterior ya tiene conexión a la red de carreteras, pero para aumentar su capacidad de salida de grandes volúmenes de mercancía más allá de su *hinterland* más próximo necesita un acceso

a la red ferroviaria. Con este nuevo acceso podrá desarrollar su máxima potencialidad como infraestructura portuaria, competir con otros puertos de la fachada atlántica europea por atraer tráfico de mercancías y posicionarse como puerto especializado en el tráfico de contenedores. Según la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao, promotora del proyecto, el acceso ferroviario tendrá un importante impacto económico, traducido en el incremento en los tráfico de 10,4 millones de toneladas para el año 2035, la generación de 200 M€ de Valor Añadido Bruto (VAB) y la creación de más de 3.500 empleos, además de producir beneficios medioambientales por el empleo del ferrocarril cifrados en 700 M€ para el periodo 2020-2050.

Después de años de estudios, y una vez redactado el proyecto constructivo a cargo de la ingeniería Prointec, las obras del acceso ferroviario al puerto exterior se licitaron en 2016 y se adjudicaron en febrero de 2017 a la unión temporal de empresas AFPE Ferrol (Copasa, Ogmios Proyecto y Geotunel) por un importe de 72,5 M€ (IVA no incluido) y un plazo de ejecución de 46 meses. A este presupuesto se suman otros costes asociados, como asistencias técnicas, expropiaciones y ramales interiores, que elevan la inversión final a cerca de 90





► Boca en la explanada de la puerta exterior, desde donde arrancó el ataque al túnel de Brión.

M€, financiados en su integridad por el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria. Tanto por el volumen de inversión como por su complejidad técnica, se trata de la actuación ferroviaria de mayor envergadura llevada a cabo hasta ahora por una Autoridad Portuaria. Como dato anecdótico, para la construcción de este acceso la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao se convirtió en la primera de la red de Puertos del Estado en obtener un crédito del mencionado fondo.

## El proyecto

El proyecto constructivo del nuevo acceso ferroviario contempla las obras de infraestructura, plataforma, superestructura e instalaciones ferroviarias y no ferroviarias de un tramo de 6.374 metros de longitud que conectará las dos dársenas del puerto de Ferrol, la interior y la exterior, desarrollándose íntegramente en el término municipal de Ferrol. Sobre este trazado se implantará una

plataforma de vía única, con exclusividad para tráfico de mercancías y adecuada para la circulación de trenes en ancho mixto (ibérico y métrico), que conectará con la red existente en el puerto interior. La elección del ancho métrico obedece a la importancia que este ancho de vía tiene en el transporte de mercancías en la cornisa cantábrica. Como medida compensatoria, la estructura llevará adosada en su primer tramo una pasarela peatonal de 3 metros de ancho que mejorará la conexión a pie de A Graña y A Cabana con la ciudad de Ferrol.

El trazado se divide en cinco tramos y discurre en el 97% por sus dos elementos principales, el túnel de Brión y el viaducto sobre la ensenada de A Malata. Su inicio se sitúa en el borde del cerramiento norte del muelle Fernández Ladreda, en la conexión con la red ferroviaria del puerto interior. Los accesos al puente, por tanto, están formados por dos estructuras de tipología distinta: losa de hormigón armado apoyada sobre el terreno, con voladizo lateral, y cajón de hormigón armado con voladizos, integrados precisamente por uno de los voladizos que arranca de la losa. Al elevarse la rasante ferroviaria se produce un cambio estructural para minimizar el peso de la estructura sobre el

muelle y dar continuidad y homogeneidad de aspecto al binomio losa-pasarela, proponiéndose para ello un cajón de hormigón armado hueco, con hastiales y losa inferior de 75 cm de canto y losa superior de 85 cm de

canto medio, manteniendo la misma geometría del paso peatonal. Esta solución se prolonga hasta la conexión con el viaducto.

El viaducto sobre la ensenada de A Malata, primer gran elemento del proyecto, es una estructura de 580 metros de longitud y 7,90 metros de anchura (sin incluir la pasarela peatonal) formada por dos tipologías distintas. En el tramo sobre el muelle Fernández Ladreda, de 280 metros de longitud, el tablero es una losa continua de canto variable (1,20 m en los laterales y variable en el centro), de hormigón pretensado, con 14 vanos de 20 metros. En el segundo tramo, que salva la ría, es una estructura de 299 metros de longitud, con cinco vanos de 60 metros de ancho, formada por tablero inferior mixto y coronada por una estructura metálica en celosía a base de arcos triangulados. El ancho del

---

**Por presupuesto y complejidad, el acceso ferroviario al puerto exterior de Ferrol es por ahora la obra de mayor envergadura del Plan de Accesibilidad Portuaria**

---



tablero de este tramo es de 11,30 metros y a uno de sus costados se asocia la pasarela peatonal de 3 metros de ancho. En ambos tramos la cimentación es profunda: pilotes de 1,20 m de diámetro en el estribo 1 y las pilas 1 a 13 en el primer tramo y pilotes de 1,50 m de diámetro en las pilas 14 a 18 y el estribo 2 en el segundo tramo. Cuatro de las cinco pilas de este tramo están apoyadas en el lecho marino, sobre pilotes hincados a 26 metros de profundidad. La pendiente del tramo en viaducto es de 18 milésimas, a efectos de conseguir un gálibo de navegación en la ensenada de 9 metros durante la pleamar, suficiente para los barcos que navegan por esta zona.

Una vez cruzada la ría se inicia el túnel de Brión, principal elemento del acceso, que comunicará el puerto interior con la explanada del puerto exterior en Caneliñas mediante un trazado subterráneo de 5.575 metros. Por su longitud, se trata del túnel más largo actualmente en ejecución en España. El

trazado se desarrolla a través de un macizo granodiorítico con presencia de zonas fracturadas y pasa cerca de varios puntos singulares. Desde el punto de vista de la rasante, el túnel, cuya montera máxima es de 224 metros, se desarrolla entre las cotas 20 m en la boca de A Graña y 8,90 m en la de Caneliñas. La sección de excavación media, de 72 m<sup>2</sup>, que acoge los elementos de sostenimiento, revestimiento y hormigones de relleno, se compartimentará generando dos volúmenes independientes: uno ferroviario, destinado a la circulación de trenes en vía única de ancho mixto, así como a la ejecución de las aceras que construirán los pasillos de evacuación, de 0,80 m de ancho y 2,25 m de altura libre, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad de Seguridad en Túneles Ferroviarios; y otro, contemplado como zona segura, con un ancho mínimo de 1,50 m. La separación entre ambos se materializará mediante un tabique y las conexiones mediante puertas situadas cada 500 m como máximo.

► Hasta ahora se ha excavado casi la cuarta parte del trazado subterráneo. En la imagen, tramo del túnel ya perforado.



► Secuencia del proceso de sostenimiento.



En el capítulo de superestructura ferroviaria, el proyecto plantea la instalación de carril de 54 kg/m (UIC 54), suministrado en barras de 18 metros, traviesas metálicas de acero laminado en la vía hormigonada, sujeciones flexibles y, para la base de la plataforma, una placa de hormigón (HA-35) de 35 cm de espesor mínimo que irá dispuesta tanto sobre la sección tipo en el viaducto como en el túnel.

## Ejecución del túnel

La obra del nuevo acceso ferroviario, dirigida por la Autoridad Portuaria, comenzó en septiembre de 2017 y se centra por ahora en la construcción del túnel de Brión, actuación iniciada desde el emboquille del puerto exterior y en la que actualmente trabajan 75 personas, con una producción continuada de 24 horas. Actualmente se han superado los 1.200 metros de excavación –casi la cuarta parte de sus 5.575 metros de longitud total–, rebasándose sin incidencias el primer hito geológico del trazado, la falla de Cariño. Hasta ahora se han alcanzado avances máximos de 180 m/mes –70 m/mes en la falla–, aunque el ritmo de excavación “ha estado condicionado por la calidad del macizo y la no disponibilidad de polvorín en obra, así como por las restricciones impuestas por el paso cerca del núcleo de Cariño”, señala Jesús Busto, responsable de Infraestructuras de la Autoridad Portuaria. “Una vez superada la falla, y con el polvorín disponible, esperamos aumentar el ritmo hasta superar los 200 m/mes”, apunta. El objetivo es concluir la excavación dentro del plazo de 30 meses previsto, lo que significa que terminaría en el verano de 2020. La conclusión de la obra civil del acceso ferroviario está prevista para 2021.

La ejecución de la obra está rodeada de condicionantes de tipo geológico, geotécnico, ambiental, de trazado y también administrativos. Como toda actuación subterránea, el factor principal es la caracterización geológica y geotécnica del terreno. El túnel discurre íntegramente dentro del complejo de Granodioritas de Ferrol, salvo los primeros metros de la boca de A Graña, donde entra en contacto con la serie de Esquistos de Órdenes. Se trata de un material formado mayoritariamente por granitos sanos, con resistencias medias elevadas, “pero está atravesado por rocas filonianas (dibasas, aplitas, pegmatitas, cuarzo, basaltos...) que se están constituyendo como vías de debilidad y de entradas principales de agua”, señala el responsable de la Autoridad Portuaria. Además, el trazado debe atravesar siete fallas de primer o segundo orden con



un elevado caudal potencial de infiltración de agua al túnel; la más relevante es la de Cariño, ya rebasada en fase de avance, donde los ensayos apuntaban caudales de infiltración muy elevados, con el consiguiente riesgo para la ejecución, además de ser la que se atraviesa con una menor montera, lo que eleva el riesgo de incidencias en superficie. El empleo planificado de inyecciones de resina se ha mostrado eficaz para minimizar estos caudales. También es delicada la excavación en puntos singulares junto al trazado, como el paso sobre el túnel de acceso a la estación naval de A Graña, que se realiza a menos de 10 metros, y el paso bajo los núcleos de Cariño –ya realizado– y A Graña.

Un último factor condicionante ha sido la no disponibilidad, durante la fase de redacción del proyecto, de la parcela de A Graña donde está prevista la ejecución de la boca este del túnel y el estribo 2 del viaducto. Por esta circunstancia, hasta el inicio de las obras, y en concreto hasta ejecutar el desbroce y tala de esa finca, no se ha dispuesto de la información topográfica y geotécnica de detalle de la parcela. Ello ha llevado a replantear, con respecto al proyecto original, tanto el modo de afrontar el inicio de la excavación del túnel desde esta boca como el emplazamiento de las instalaciones asociadas a la excavación, e incluso la

solución estructural del estribo del viaducto. Actualmente se llevan a cabo los trabajos previos a la ejecución de la boca este del túnel en la referida parcela, que es de pequeñas dimensiones, orografía complicada y malos accesos, lo que exige un importante esfuerzo logístico añadido. Según las previsiones, el ataque al túnel desde la boca de A Graña comenzará a mediados de 2019.

El procedimiento seleccionado para la construcción del túnel es el Nuevo Método Austriaco de Túneles (NATM), en secuencia de avance y destroza, ejecutado con medios ordinarios. La perforación se realiza mediante técnicas de voladura controlada cuando se atraviesan terrenos competentes y abrasivos, y con medios mecánicos (retroexcavadoras, martillos hidráulicos) cuando se trata de materiales menos competentes, como suelos o rocas muy fracturadas. Para el control de filtraciones se ejecutan sondeos y taladros de reconocimiento hidrogeológico en las zonas sensibles, realizando inyecciones perimetrales de impermeabilización para evitar posibles afecciones. El procedimiento constructivo plantea dos etapas consecutivas para ejecutar el túnel: el sostenimiento y la impermeabilización y revestimiento. En la primera se dispone un sostenimiento provisional (hormigón proyectado reforzado con fibras metálicas, bulones de expansión y cuadros

► Perforación de paraguas de micropilotes durante la fase de sostenimiento.



## Crecimiento constante

Situado en la boca de la ría, al abrigo del cabo Prioriño Chico y la ensenada de Caneliñas, el puerto exterior de Ferrol es el primero de su tipo construido en Galicia. Esta dársena, complementaria al puerto interior y a una distancia de 6,5 km del mismo, fue concebida para atender a grandes buques y el objetivo es consolidarlo como nuevo puerto *hub* (puerto con grandes volúmenes de trasbordo de mercancía entre buques) y puerto *gateway* (puerto hub que, además, dispone de un *hinterland* potente generador de grandes volúmenes de carga) en la fachada atlántica española. Para ello dispone de características propicias –900.000 m<sup>2</sup> de superficie, 1.500 m de muelle y calado de 20 m– y un emplazamiento geográfico cercano a las grandes rutas marítimas potenciadas con la ampliación del Canal de Panamá.



El puerto exterior fue construido en dos fases. En la primera (2001-2005) se construyó un dique en talud de 1.067 m y un muelle de 858 m, generando una superficie terrestre de 89 hectáreas. En la segunda (2008-2010) se amplió la línea de atraque hasta 1.515 m y se generó un nuevo muelle auxiliar de 145 m. La inversión público-privada global fue de 400 M€. En el capítulo de conectividad terrestre, clave para la competitividad del puerto exterior, el acceso viario se resolvió en 2009 con la inauguración de una carretera convencional (N-655) de 15 kilómetros que enlaza con la red estatal y autonómica al norte del puerto, quedando pendiente para completarlo el acceso ferroviario que ahora se está construyendo.

La historia del puerto exterior en sus 11 años de vida operativa es la del crecimiento progresivo de instalaciones, terminales y tráficos, solo atenuado por la crisis económica. En 2017, cuando recibió 282 buques, registró un tráfico de mercancías de 5,5 millones de toneladas (4,3 millones en 2016), lo que representa el 68% del total del puerto de Ferrol. Ese mismo año arrancó el negocio del tráfico de contenedores –apuesta de la Autoridad Portuaria para esta dársena, que requiere para ello del acceso ferroviario–, con la entrada en servicio de una terminal concesionada, seguida en mayo de 2018 de la apertura de la primera línea regular de contenedores entre Ferrol, el norte de Europa, Marruecos y Canarias. En los primeros seis meses, esta línea ha multiplicado por 10 el volumen de TEU (unidad de medida de los contenedores) movido el año previo en esta terminal. Según previsiones oficiales, con el nuevo acceso ferroviario al puerto exterior se podría llegar a los 820.000 TEUs en 2035.





### Protección de un entorno sensible

Las obras del nuevo acceso ferroviario se desarrollan en una zona considerada medioambientalmente sensible por la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), por lo que se ha proyectado una serie de medidas preventivas y correctoras para minimizar el impacto de su construcción. Estas son las más relevantes:

- **Protección de la dinámica litoral**, la calidad de las aguas marinas y los aprovechamientos marisqueros de la ría de Ferrol. Las medidas afectan al viaducto sobre la ensenada de A Malata, en lo relativo al diseño (la DIA limitó a 5 las pilas en el lecho marino), a la solución constructiva de cimentaciones y pilas (mediante recintos estancos) y a las fechas de ejecución (con limitaciones temporales para alterar lo menos posible el banco marisquero de A Graña). También está prevista la instalación de barreras anticontaminación, depósitos confinados de fango, trampas de sedimentos y parcelas de seguimiento de cultivo larvario, entre otras. Los estudios de la Universidad de Santiago de Compostela, además, han confirmado que el viaducto tendrá un impacto nulo sobre las corrientes de la ensenada.

- **Protección del territorio**. La elección de un trazado que discurre en un 80% de forma subterránea es el método

más sostenible para minimizar el impacto de la infraestructura sobre la superficie terrestre.

- **Protección de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas**, mediante dispositivos de retención de sedimentos, balsas y arquetas de decantación, impermeabilización de superficies de zonas de instalaciones, plan de gestión de residuos.

- **Protección del patrimonio cultural**. Ejecución de proyecto para la puesta en valor del muelle y dique de mareas de A Cabana, singular construcción para la fabricación de barcos basada en el principio de llenado y vaciado a través del flujo marino, fechada en 1810 y que es de las más antiguas de su tipo en Galicia.

- **Seguimiento de niveles de ruido y vibraciones** durante las obras del túnel e instalación de medidas anti-vibratorias en la plataforma en el entorno de la boca este del túnel.

- **Mejoras complementarias en el entorno**. Construcción de una pasarela asociada a la plataforma ferroviaria que cerrará la circunvalación pedestre de la ensenada de A Malata, mejorando la movilidad en la zona. Regeneración del banco marisquero de A Malata-A Graña.

- **Restauración, revegetación e integración ecológica y paisajística**.



► Infografía del viaducto sobre la ensenada de A Malata y el muelle Fernández Ladreda, que tendrá 580 metros de longitud.

metálicos), de tipo ligero y flexible, “que permite la deformación controlada del terreno para liberar tensiones y, en suma, para alcanzar un equilibrio tensión-deformación con el menor sostenimiento posible”, explica Busto. En la segunda, “tras alcanzar el equilibrio de movimientos, y una vez finalizada la excavación del túnel en toda su longitud”, agrega, se procederá a ejecutar el revestimiento definitivo, a base de hormigón en masa con fibras de polipropileno, encofrado, en tipologías ligera y pesada en función del terreno.

Aunque la ejecución del túnel no ofrece innovaciones constructivas especiales, sí se están empleando

algunos procedimientos singulares, como las ya mencionadas inyecciones de resinas organominerales para el sellado y consolidación del terreno en zonas con alta presencia de agua, y próximamente se implementarán cámaras de refugio mineras como medida adicional de seguridad en caso de emergencia. También se está estudiando la posibilidad de implementar tecnologías de auscultación más novedosas para los trabajos de los primeros metros del túnel desde la boca de A Graña, como los escaneados de alta resolución y la monitorización con estaciones totalmente automatizadas.

Javier R. Ventosa / Fotos: Autoridad Portuaria



► Vista aérea del puerto exterior de Ferrol.