

Nueva pasarela peatonal y ciclista y Nuevo tablero sobre el río Tormes (Salamanca)

New pedestrian and bicycle footbridge and New deck over the Tormes River (Salamanca)

Emilio Merino Rasillo^a, Carlos David Alonso Velasco^b y Sara Urdinguio Vega^c

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Director de oficina en Madrid. emerino@arenasing.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Project Manager. calonso@arenasing.com

^c Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Project Responsible. surdinguio@arenasing.com

RESUMEN

Dentro de la estrategia EDUSITORMES+ elaborada por el Ayuntamiento de Salamanca, se ha realizado el proyecto de dos pasarelas sobre el río Tormes. La primera de ellas, peatonal y ciclista, conecta los barrios de Tejares y Huerta Otea. Se trata de una estructura extradadosada y una longitud de 167 m distribuidos en cinco vanos que reposan en cuatro pilas de acero en forma de V que sirven como punto de anclaje de los tirantes. La segunda, aprovecha las pilas existentes de una antigua tubería autoportante de impulsión de aguas residuales, disponiendo sobre ellas una pasarela en celosía consistente en un entramado triangular mediante montantes y cruces.

ABSTRACT

Salamanca's Council, as part of EDUSITORMES+ strategy, promotes two footbridges' projects over Tormes river. The first one, for pedestrian and cycles, connects the neighborhoods of Tejares and Huerta Otea. The extradosed structure has a staying system of double plane with two tension bars per plane. The total length is 167 m distributed in five spans over four steel piers with V shape that act as anchorage points for the tension bars. The second one, takes advantage of the existent piers of and old self-supporting pipe for pumping of sewage, placing a lattice truss footbridge over them consisting of a triangular framework of struts and diagonals.

PALABRAS CLAVE: pasarela, extradadosado, atirantado, celosía, sostenibilidad.

KEYWORDS: footbridge, extradosed, cable stayed, lattice truss, sustainability.

1. EDUSI TORMES +

Desde 2017 el Ayuntamiento de Salamanca ha trabajado en la ejecución de la Estrategia de Desarrollo Urbano Sostenible Más Tormes (EDUSI TORMES+). Esta Estrategia cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER a través del Programa de Crecimiento Sostenible 2014-2020, ha significado una transformación funcional del

espacio fluvial del Tormes, sus riberas y sus barrios anejos.

En el punto central de la Estrategia se localizan el río Tormes y sus riberas como un espacio singular de oportunidad para el desarrollo de proyectos e iniciativas de puesta en valor de los recursos locales. Así, la intervención contribuye a la mejora de la articulación e

integración espacial de los barrios trastormesinos y su conexión con el resto de la ciudad, superando su carácter de barrera que históricamente ha supuesto el río como espacio de separación entre el centro urbano y la periferia.

Dentro de esta estrategia, se han proyectado y construido dos pasarelas, que son objeto de este artículo.

La primera de ellas es una pasarela peatonal y ciclista, ejecutada entre la prolongación del Paseo del Lunes de Aguas y la calle de José de Lamano Beneite.

La segunda se sitúa en la zona de la pesquera de Tejares. En este caso, se ha aprovechado la subestructura existente de la antigua tubería de impulsión de aguas residuales, para la creación de una pasarela peatonal. Entre ambas pasarelas se ha actuado en la transformación de las riberas, creando un corredor verde en torno al río.

2. Nueva pasarela peatonal y ciclista

La nueva pasarela sobre el río Tormes comunica el Barrio de Tejares en la zona de Lasalle con el barrio de Huerta Otea. Se trata de una estructura extradadosada con atirantamiento superior en los planos exteriores de las vigas de borde (nervios) del tablero, mediante dos cables por plano.

La solución adoptada surge con el objetivo de dotar a la estructura de un diseño ligero y

racional en el uso de materiales, permitiendo una construcción rápida afectando en lo mínimo posible al cauce del río Tormes, sin obviar el componente estético, paisajístico y de integración con el entorno.

El trazado en planta es recto, siendo la rasante de pendiente longitudinal variable que sitúa el punto más alto de la estructura en el centro de la misma, resultando así un alzado de la estructura simétrico respecto al eje teórico del río. Esta elevación de la rasante garantiza los resguardos hidráulicos necesarios, evitando así que la estructura se vea afectada por crecidas del río extraordinarias.

La pasarela tiene una longitud de 167 m entre ejes de apoyos extremos. La longitud total se divide en 5 vanos con la siguiente distribución de luces: 25+ 39+ 39+ 39+ 25 metros. La pasarela dispone de 4 pilas en el cauce del río, en forma de V, con un travesaño superior situado a media altura que permite dar apoyo al tablero. Dichas pilas, que se elevan sobre la rasante 5,25 m, sirven además como punto de anclaje de los tirantes

La anchura total del tablero es de 6,31 m en su sección central, resultando en un ancho útil es de 5,00 metros, ampliándose en los últimos metros adyacentes a los estribos hasta los 7,00 m, facilitando los accesos a la pasarela y haciendo que la transición entre pasarela y terraplenes adyacentes sea de forma suave y progresiva.



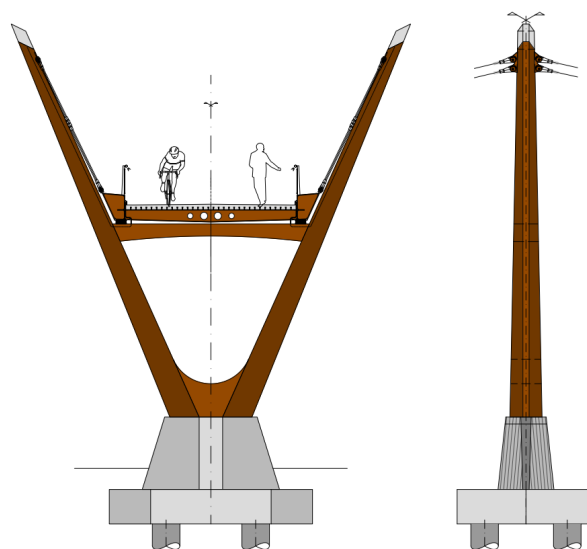
Figura 1. Vista general de la pasarela

Technical drawing of the hull of a 10m boat, showing a side view with dimensions. The hull is brown with a grey deck. Dimensions include overall length (9.00m), beam (0.79m), and various internal and external measurements for the hull structure. The drawing is labeled "BARANDILLA ACERO INOX" at both ends.

Los diafragmas transversales, separados 2,60 m, son de sección doble T, de 5,00 m de longitud en la sección tipo y de canto variable entre el centro del tablero y la zona de unión a los nervios, siendo el máximo 0,36 m en el eje del tablero. Su orientación sigue el trazado de la rasante, de forma que se van adaptando a la misma conforme avanza la estructura. Los diafragmas de estribos se diseñan como secciones cajón cerrado, de forma rectangular.

En la zona cercana a los estribos, se constituye un contrapeso mediante el hormigonado interno de los nervios y el diafragma de estribo, para que no se produzcan levantamientos de los apoyos en estribo en la fase de explotación.

Las cuatro pilas de la pasarela se diseñan con un zócalo de hormigón y un mástil en acero en forma de V, siendo iguales entre sí las pilas 1 y 4, y las pilas 2 y 3. Los mástiles se diseñan de sección trapezoidal de canto y anchura variable en su cara interna, reduciéndose conforme aumenta la altura del mástil. El lado mayor del trapecio varía entre 915 mm y 501 mm, manteniendo constante el lado menor en 180 mm. El canto de la sección varía entre 754 mm y 320 mm.



Sendos mástiles se unen entre sí mediante una riostra transversal de acero, de sección rectangular y canto variable (siendo menor en el centro de la riostra), situada a una distancia del punto superior del mástil de 5,80 m, resultando esta dimensión constante para que la altura vista de mástil desde el tablero, sea la misma para las cuatro pilas. El tablero se apoya en dichas riostras mediante aparatos de apoyo de neopreno zunchado. La unión de ambos mástiles se realiza mediante un acuerdo circular mediante chapas de acero, generando así una transición suave entre ambos mástiles y una mayor suavidad de las formas. Los mástiles se unen a la cimentación mediante un fuste de hormigón de 2,10 metros de altura y sección octogonal de canto y anchura variables, siendo de 3,15 m x 1,60m en las pilas 1 y 4 y de 2,69 x

1,62 m en las pilas 2 y 3 en la cara superior donde se produce el anclaje a los mástiles metálicos.

Los anclajes de los tirantes a los mástiles, se realizan mediante orejetas metálicas situadas en la sección superior de los mismos, colocadas en la cara interior de la sección de los mástiles.

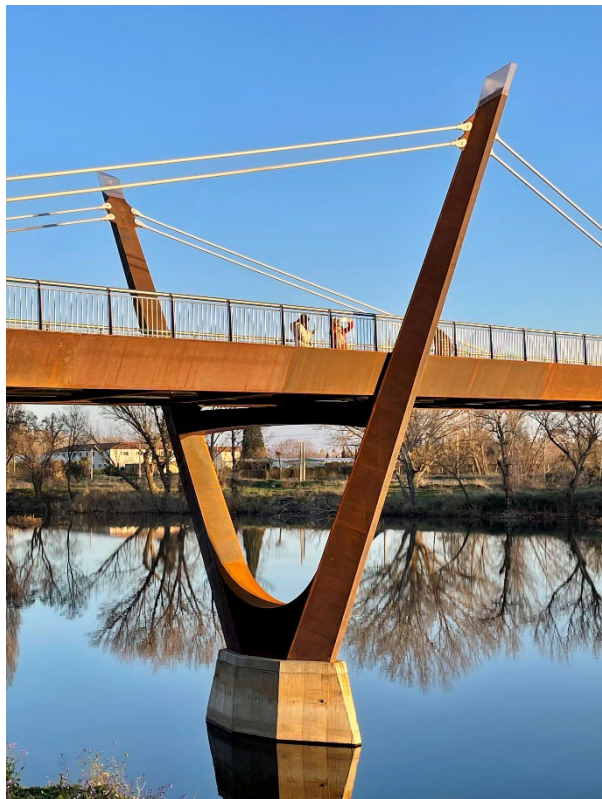


Figura 4. Imagen de detalle de una de las pilas

Por otro lado, la cimentación de cada pila es de tipo profundo, mediante 4 pilotes de 0,80 m de diámetro y longitud de 6,50 m, empotrándose en la capa de pizarras sanas. Los encepados son de forma hexagonal para mejorar el funcionamiento hidráulico de la cimentación.

Los tirantes, de tipo barra de 56 mm de diámetro, son de acero al carbono, y disponen de un manguito tensor que permite unir las dos barras que componen el tirante ajustando el tesado del mismo a la carga establecida.

Los estribos, de hormigón armado, son de tipo cerrado. Ambos estribos son de canto variable, ampliándose conforme se acercan al apoyo de la pasarela, y se diseñan con rehundidos horizontales tanto en el frontal como en las aletas, que mejoran su aspecto visual, dando como resultado un elemento aparentemente menos masivo. El estribo 1

dispone de aletas en vuelta de planta curva para adaptarse al acceso previsto de la pasarela. El estribo 2, además del muro frontal que sirve como apoyo de la pasarela, dispone de aletas laterales de planta curva dispuesta como prolongación del muro frontal, para contener las tierras del terraplén de acceso a la pasarela. Adicionalmente, se diseñan muros laterales de altura variable, anexos al propio estribo 2, que continúan con la contención de tierras del terraplén conforme nos alejamos de la estructura.

La cimentación de los dos estribos, es de tipo profundo mediante pilotes de 0,80 m de diámetro, que se empotran en la capa de pizarras sanas.

Cabe destacar la disposición de sendas barandillas de acero inoxidable sobre los nervios longitudinales, que incluyen una luminaria en el interior del perfil tubular que hace las veces de pasamanos. Asimismo, en la coronación de los mástiles metálicos, se dispone una luminaria de balizamiento en el interior de un difusor de metacrilato que da continuidad a la forma del mástil.



Figura 5. Detalle de la integración de la iluminación



Figura 6. Montaje de la pasarela

La ejecución de la pasarela se ha realizado con la ayuda de unas penínsulas provisionales en el río, que han permitido la ejecución en seco de las cimentaciones, pilas y el montaje del tablero. Cumpliendo los requerimientos impuestos por la Confederación Hidrográfica del Duero, estas penínsulas se realizaron en la época de estiaje, procediéndose en primer lugar a ejecutar las obras en la margen derecha, y una vez retirada la península correspondiente, se procedió a la ejecución de la península de la margen izquierda y a finalizar la construcción de la pasarela.



Figura 7. Vista de la pasarela desde el Barrio de Tejares

3. Nuevo tablero en pasarela existente de la antigua impulsión de aguas residuales

En la zona de la pesquera de Tejares se ubicaba antiguamente la depuradora de Huerta Otea., en el lugar en el que posteriormente se construyó el Parque de Maquinaria Municipal.

Esta instalación requirió en su momento la construcción de una estructura sobre el río Tormes, con la función de posibilitar la impulsión de las aguas residuales desde la margen izquierda a la antigua depuradora de Huerta Otea. Este cruce se materializó con una tubería autoportante de 660 mm de diámetro, con vanos de 23,40 metros.

Sobre dicha tubería se instaló una chapa de acero de 0,65 m de anchura para convertir la tubería autoportante en una pasarela, y permitir así el paso de los trabajadores de la antigua EDAR de Huerta Otea. Cuando dicha EDAR fue demolida, la tubería autoportante quedó únicamente como sostenimiento de la pasarela, que fue a partir de entonces utilizada por peatones y pescadores para el disfrute de esta zona del río.



Figura 8. Pasarela existente sobre tubería autoportante.

A lo largo de su vida útil, se instaló una tubería de gas de acero de 6" de diámetro a 16 bar de presión por dentro de la antigua tubería

de impulsión. De esta forma, en la actualidad se tiene esta tubería de gas dentro de la tubería exterior autoportante, que abastece a una gran parte de la ciudad de Salamanca. El suministro de gas por esa tubería no podía verse interrumpido en ningún momento durante la ejecución del nuevo tablero, lo que resultó ser un gran condicionante para la actuación.



Figura 9. Pilas existentes de la tubería autoportante.

Con los condicionantes expuestos anteriormente, la premisa básica en el diseño del nuevo tablero fue la mínima afección a la tubería existente, desligando completamente el nuevo tablero de la tubería, de forma que pudiera realizarse el montaje del tablero sin afectar a la conducción de gas. Otro aspecto importante en el diseño de la solución fue el empleo de materiales y de procesos constructivos que minimizasen el efecto del proceso constructivo sobre el río y maximizasen la velocidad de los montajes. Asimismo, la solución se desarrolla por encima de la rasante, de tal manera que se maximiza el resguardo hidráulico (una vez que en un futuro se proceda al desmontaje de la tubería existente).

La solución proyectada consiste en una pasarela en celosía formada por un entramado triangular mediante montantes y cruces. Los cordones inferiores de la celosía van a la altura de la plataforma, mientras que los cordones

superiores y los montantes verticales sirven de barandilla. De esta manera, mientras que se mantiene la cota de tránsito de los peatones, la

mayor parte de la estructura queda por encima de ésta, mejorando considerablemente el resguardo hidráulico de la misma.



Figura 10. Vista aérea del nuevo tablero.

3.1. Superestructura

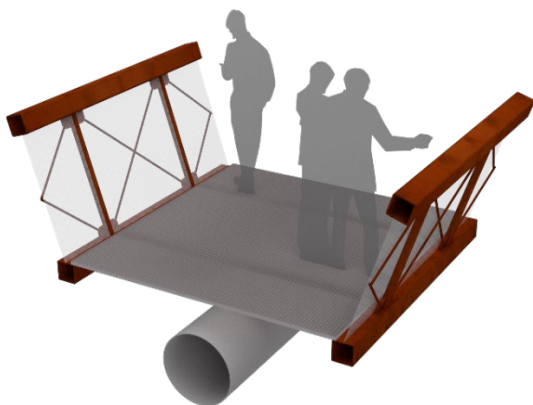


Figura 11. Solución proyectada en celosía.

El nuevo tablero proyectado consiste en 8 vanos biapoyados de longitudes 11,70 m, 15,40 m y 23,40 m. La longitud total de la pasarela es de 159,5 m. La sección tipo se compone por dos celosías verticales, ligeramente inclinadas hacia el exterior, unidas por travesaños horizontales.



Figura 12. Vista interior de la pasarela

Las celosías se componen de dos cordones, superior e inferior de sección cuadrada y dimensión 180 mm. Ambas se encuentran unidas mediante montantes de sección también cuadrada, conformando una

viga tipo Vierendeel. Se disponen unos tirantes en cruz entre los montantes.

El ancho total del tablero es de 2,62 m entre ejes de cordones, siendo el ancho útil de

2,50 m. Entre las celosías se sitúan los travesaños horizontales articulados sobre los que se sitúa el entramado metálico (tramex) que configura la solera de la pasarela.

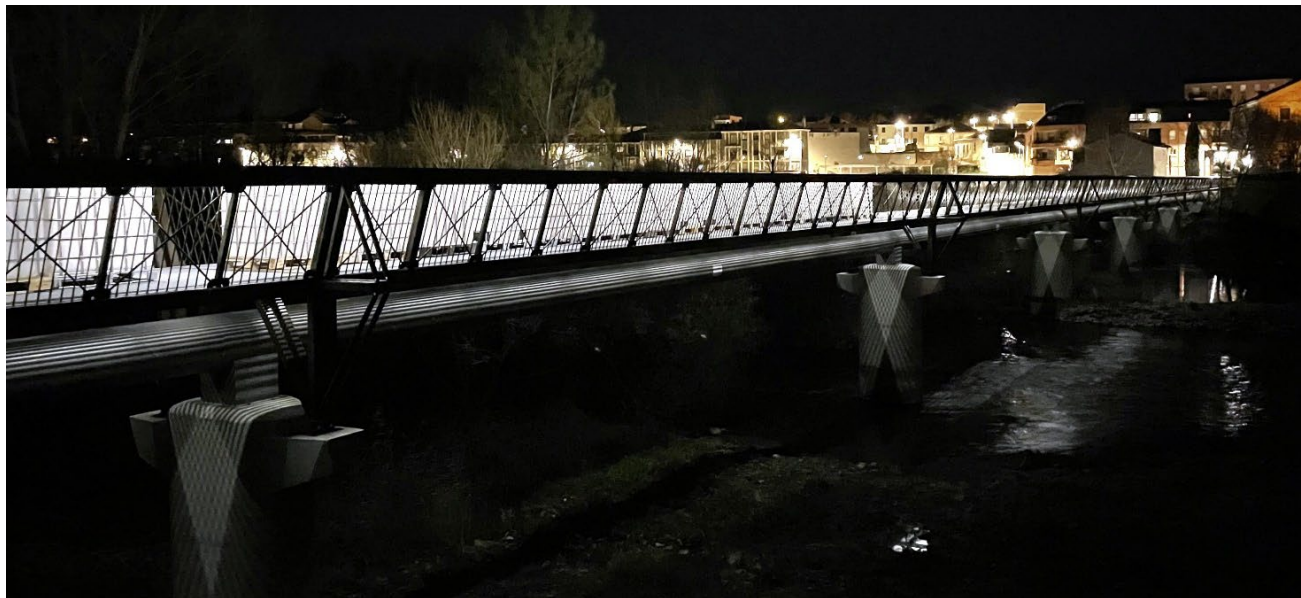


Figura 13. Vista nocturna de la pasarela.

El arriostramiento lateral del cordón superior de cada uno de los tramos de la celosía se consigue mediante unos contrafuertes que,

articulados mediante orejetas, también conectan con los apoyos en pilas.



Figura 14. Arriostramiento lateral de los vanos y conexión con pilas.

3.2. Subestructura

Se realizan unos recrecidos en forma de ménsula en las pilas existentes a las que se unen por medio de barras pretensadas que atraviesan el macizo existente.

Gracias a la gran ligereza de la solución, pueden reutilizarse las pilas existentes, aun cuando el nuevo ancho útil de sobrecarga peatonal es superior al existente.

El aprovechamiento de las pilas se enmarca, además, dentro de la estrategia de desarrollo sostenible en la que se desarrolla el proyecto. Poniendo en valor la parte remanente de la estructura existente, dotándole de una nueva vida útil.

Se proyecta un nuevo estribo de tipo cargadero en el estribo E1. Su cimentación es de tipo profunda micropilotada.



Figura 15. Detalle de recrecido en ménsulas en pilas existentes para el apoyo del nuevo tablero.