

Nueva pasarela de acero inoxidable sobre el río Tirón en Haro (La Rioja)

New stainless-steel footbridge over Tirón river in Haro (La Rioja)

Guillermo Capellán Miguel^a, Pablo Alfonso Domínguez^b, Sara Urdinguio Vega^c,
Eduardo Rojo Vélez^d, Marianela García Pérez^e y Héctor Beade Pereda^f

^aDr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Director Técnico. gcapellan@arenasing.com

^bIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Project Manager. palfonso@arenasing.com

^cIngeniera de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Jefe de Proyecto. surdinguio@arenasing.com

^dMr. en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Control y Supervisión de Obras. erojo@arenasing.com

^eIngeniera de Caminos, Canales y Puertos. Arenas & Asociados. Project Manager. mgarcia@arenasing.com

^fIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. Knight Architects. Design Director. h.bead@knightarchitects.co.uk

RESUMEN

La pasarela, de 40 m de luz sobre el río Tirón, nace con el propósito de conectar el Barrio de las Bodegas, lugar de gran afluencia turística en la ciudad de Haro, con el casco histórico de la misma. Se trata de una viga de canto y ancho variable de tres vanos, empotrada elásticamente mediante dos vanos laterales de 3.9 m anclados. Los arcos inclinados hacen que la planta recuerde a una duela de barrica. Los materiales empleados, acero inoxidable, madera y malla de acero inoxidable, también relacionados con el vino, persiguen, además, reducir al mínimo el mantenimiento durante la vida útil de la estructura, como estrategia para garantizar la durabilidad.

ABSTRACT

The 40 m span footbridge over Tirón river, aims to connect the Wine Cellar district, drawing visitors from across the globe, with Haro's historic town centre. The structural solution is a variable depth and width three spans beam, elastically fixed at its ends by means of two lateral anchored spans of 3.9 m. The arches curve outwards and the plan shape reminds of the wooden boards used to make wine casks. The materials used, stainless steel, wood and stainless-steel netting, as well related with wine, aim to reduce maintenance during the structure life span, as a strategy to ensure durability.

PALABRAS CLAVE: pasarela, acero inoxidable, Duplex, arcos, bielas.

KEYWORDS: footbridge, stainless steel, Duplex, arches, struts.

1. Antecedentes

En el año 2010 se redactó el Proyecto para una Nueva Pasarela sobre el río Tirón en Haro, por encargo del Gobierno de la Rioja.

Este Proyecto se planteaba dentro de un marco más amplio de posibles actuaciones futuras para la conexión peatonal del entorno del Barrio de las Bodegas de Haro, en la margen

izquierda del río Tirón y al norte de la Carretera LR-111, con el casco histórico de la ciudad en la margen derecha del río.

En diciembre de 2020, el Ayuntamiento de Haro recupera el proyecto y encarga la revisión, adaptación a la normativa vigente y

actualización del presupuesto del proyecto de la Nueva Pasarela, que se aprueba en abril de 2021.

En esta actualización se incluye además un nuevo Estudio Hidráulico, en el que se tienen en cuenta los nuevos mapas de inundabilidad de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

2. Contexto y descripción de la solución

El vino y la viña son el eje económico e industrial de la comarca de Haro que conserva algunas de las más antiguas y conocidas bodegas riojanas.

El vino es el gran protagonista del turismo en Haro y así lo demuestra el hecho de que la gran mayoría de los visitantes que se acercan a la ciudad, acuden a conocer las bodegas.

El Barrio de la Estación, situado en la margen izquierda del río Tirón, es el lugar donde se ubica la mayoría de las bodegas, lo que hace que popularmente también se le conozca como Barrio de las Bodegas.

La ubicación de esta zona de gran afluencia de turistas es relativamente próxima al casco histórico de la ciudad, sin embargo, el río Tirón, cuyo punto de paso más próximo se encuentra en el Puente de Piedra, hacen que en muchos casos los visitantes abandonen la ciudad habiendo visitado únicamente el Barrio de las Bodegas.

Partiendo de este contexto cultural y de las características del entorno natural, se proyecta una pasarela que pretende ser funcional, integrada en el entorno y relacionada con la cultura del vino que caracteriza a la ciudad (Figura 1).

El esquema estructural y formal de la solución proyectada es el de una viga de canto y ancho variable de tres vanos, empotrada elásticamente mediante dos vanos laterales sensiblemente más cortos que el principal (2.5 m frente a 40.6 m). Su sección transversal, trapecial e íntegramente bajo el tablero en los arranques, se transforma en un cajón cuasi-rectangular sustentado por arcos inclinados (sin superar la altura de la barandilla) en la zona central del vano principal.



Figura 1. Esquema básico de la actuación.



Figura 2. Continentes de las distintas fases de la vida del vino y referentes del diseño de la pasarela proyectada.

La geometría en planta recuerda a una duela de barrica y los materiales empleados (Figura 2), acero inoxidable para la estructura, compuesto de madera para el pavimento y malla de acero inoxidable para la barandilla, se relacionan con los que se utilizan como continentes en las distintas fases de la vida del vino: depósitos, barricas y botellas (en este último caso con una referencia, en la barandilla, a la malla que en ocasiones las recubre). Desde el punto de vista hidráulico, la barandilla así proyectada no supone un obstáculo al flujo significativo adicional al de la propia estructura de la pasarela. La elección de los materiales persigue, además, reducir al mínimo el mantenimiento durante la vida útil de la estructura, como estrategia para garantizar la durabilidad.

La iluminación de la pasarela se resuelve mediante tiras led situadas prácticamente a ras de suelo a ambos lados del pavimento. De esta forma se evita la luz directa sobre el curso del río Tirón.

3. Descripción de la estructura

La estructura de la pasarela, incluyendo tablero, arcos laterales y bielas de retenida, es completamente metálica, realizada en acero inoxidable austenítico grado EN 1.4162, tipo Dúplex Forta LDX 2101, de alto límite elástico y elevada resistencia a la corrosión.

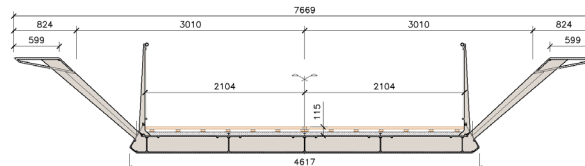


Figura 3. Sección transversal próxima al centro de luz.

El tablero tiene sección cajón con forma trapezoidal, con alas y almas de mínimo espesor, que cuentan con rigidizadores longitudinales cuando es necesario para evitar su abolladura (Figura 3). En la zona cercana al centro luz de la pasarela, donde el canto es menor, se disponen 3 almas interiores que permiten eliminar los rigidizadores longitudinales con menor peso total y un aumento considerable del área a cortante. Se disponen diafragmas transversales de chapa cada 1.60 m, además de diafragmas y

chapas de refuerzo en las secciones de apoyo en estribo y de anclaje de las bielas de retenida (Figuras 4 y 5). El canto del tablero varía entre aproximadamente 1.30 m en la sección de apoyos y 0.30 m en la sección de centro luz, con una anchura variable desde 3.00 m en la sección extrema hasta 4.40 m en la sección de centro luz.

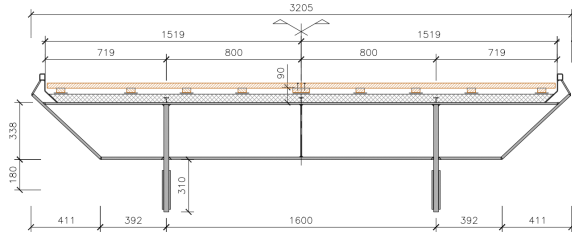


Figura 4. Sección transversal por la biela.

Los arcos tienen sección variable desde un cuadrilátero a un triángulo irregular con espesores de 20 mm en todo el arco. Las péndolas se disponen cada 1.6 m entre cada arco y el borde exterior del tablero, coincidiendo con los diafragmas transversales y los montantes de la barandilla. La sección de las péndolas es una

chapa de 15 mm de espesor con anchura variable, mínima en su extremo inferior y máximo en el extremo superior.

Sobre el ala superior del cajón metálico se ejecuta una losa de hormigón con fibras de pequeño espesor, no conectada, cuya masa permite mejorar el comportamiento de la pasarela frente a vibraciones.

Los estribos de la pasarela tienen una configuración especial, con forma de caja de planta triangular, condicionada por la proyección en planta de la pasarela en la zona de apoyos y por la necesidad de alojar las bielas de retenida necesarias para evitar el levantamiento de los vanos laterales.

Las cargas que reciben los estribos y las características geotécnicas del terreno hacen que su cimentación deba ser micropilotada, habiéndose dispuesto 9 micropilotes de 240 mm de diámetro por estribo, cinco delanteros de 16 m de longitud y cuatro traseros de 10 m de longitud, aproximadamente.

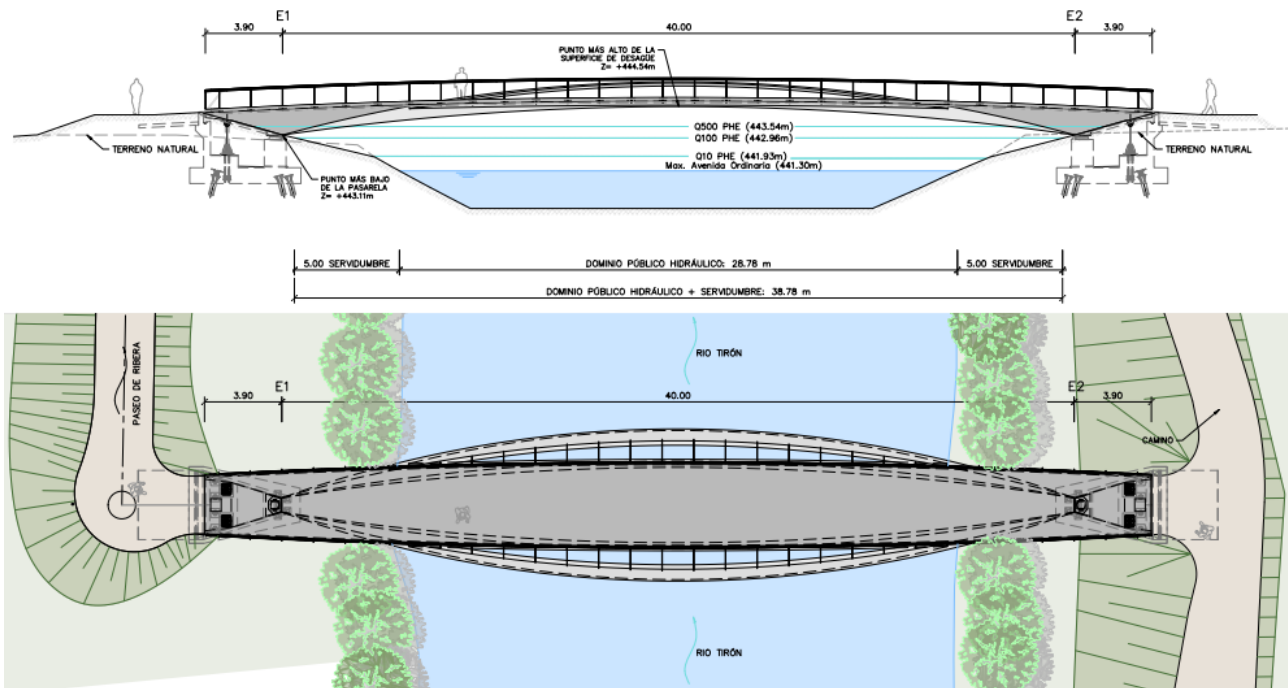


Figura 5. Planta y alzado de la solución proyectada.

4. Parametrización y cálculo

Dada la complejidad de la geometría y en un proceso de búsqueda de la optimización de cada uno de los elementos, se decide parametrizar la pasarela.

La parametrización permite un total control de la geometría de cada uno de los elementos y sus relaciones entre ellos. La representación de cada chapa con su espesor, sus conexiones y posibles interferencias, minimiza los errores en todo el proceso.

El modelo paramétrico, realizado en Rhinoceros Grasshopper, contiene también la generación del modelo de cálculo en elementos finitos tipo lámina en el programa de cálculo Axis X6 (Figuras 6, 7 y 8).

Esto permite que, gracias a la existencia de un único modelo que contiene la geometría última y la generación del modelo de cálculo, la actualización de cualquier elemento repercute en todo el proceso. Así, se evita cualquier descoordinación posible entre la generación de geometría y planos con modelo de cálculo, permitiendo también una fácil revisión de los modelos de taller.

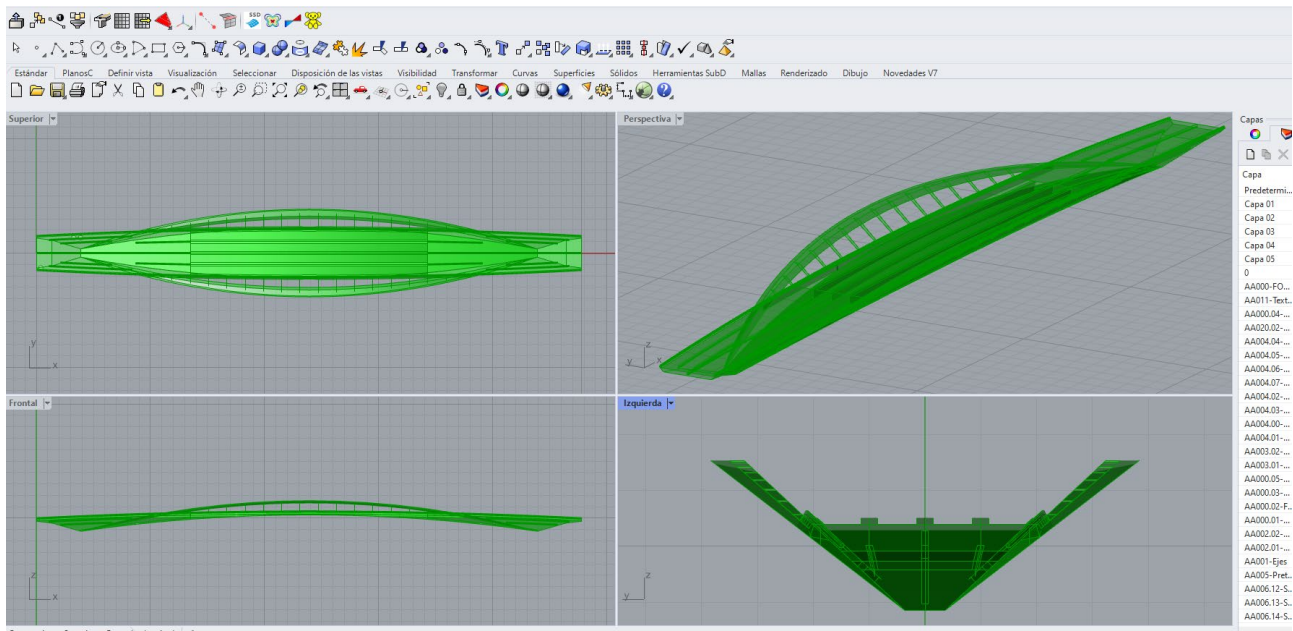


Figura 6. Vista modelo paramétrico en Rhinoceros.

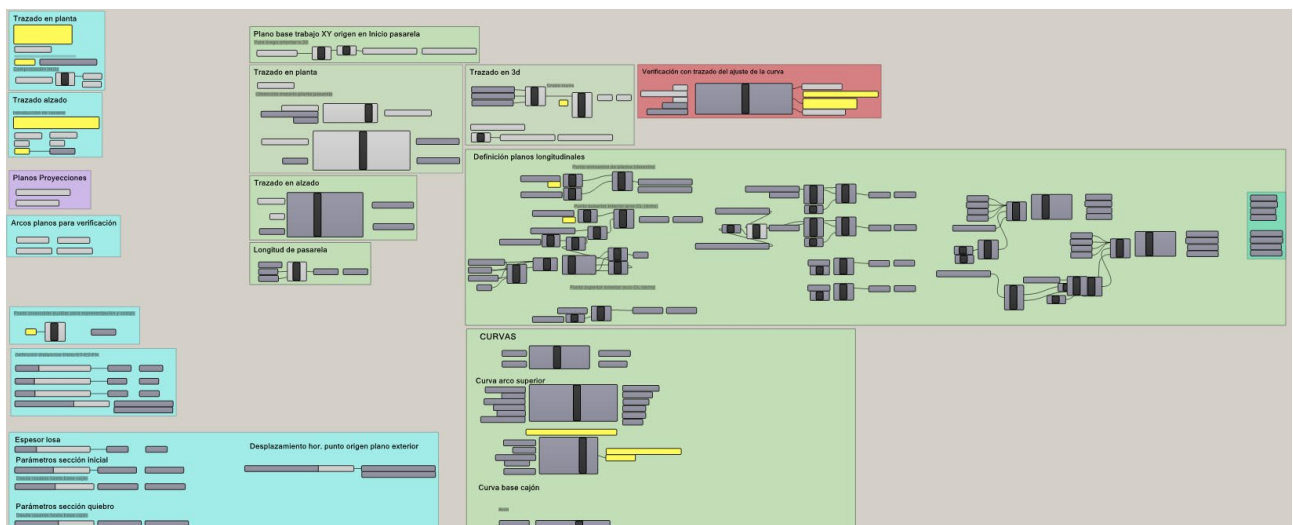


Figura 7. Detalle de parametrización de geometría en Grasshopper.

Dentro del programa Rhinoceros Grasshopper se genera el modelo a través del plugin Axis VM (Figuras 8 a 12), representando mediante elementos lámina cada una de las chapas que conforman la estructura, asignando a cada una su espesor correspondiente. La

generación de las cargas dentro del modelo paramétrico permite asimismo la adaptación a la geometría de cada elemento, modificándose automáticamente ante cualquier posible cambio de la misma.

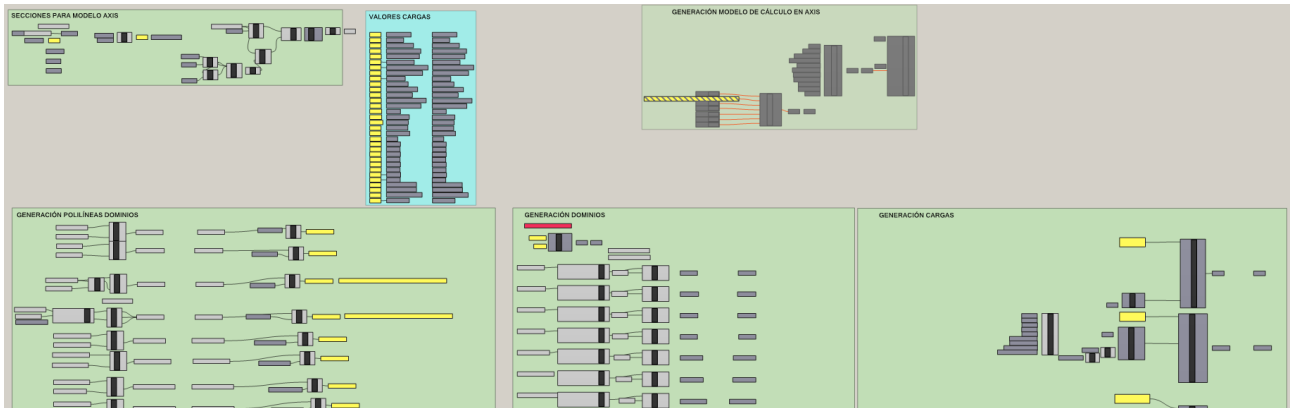


Figura 8. Detalle de parametrización y generación del modelo mediante el plugin Axis VM en Grasshopper.

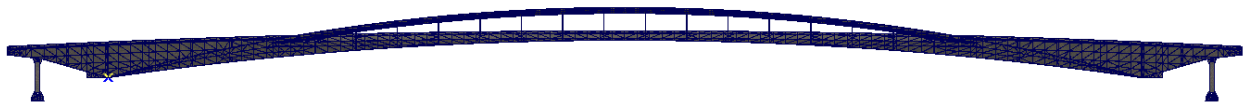


Figura 9. Vista del modelo general de elementos finitos en Axis X6.

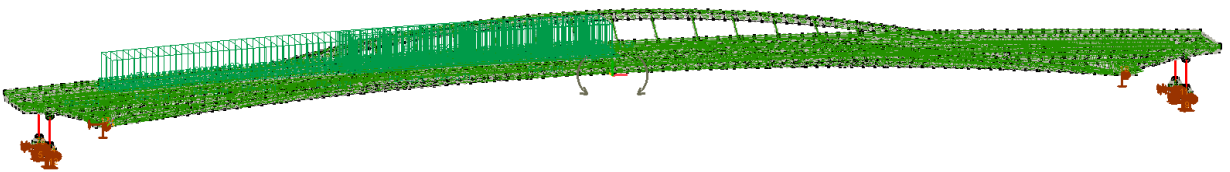


Figura 10. Vista del modelo con carga asimétrica.

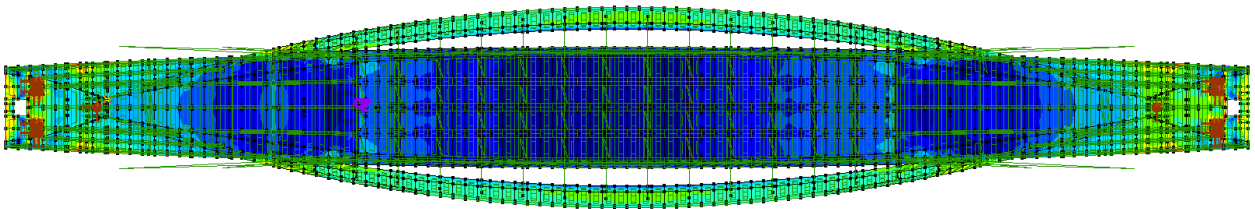


Figura 11. Vista superior de tensiones en chapas.

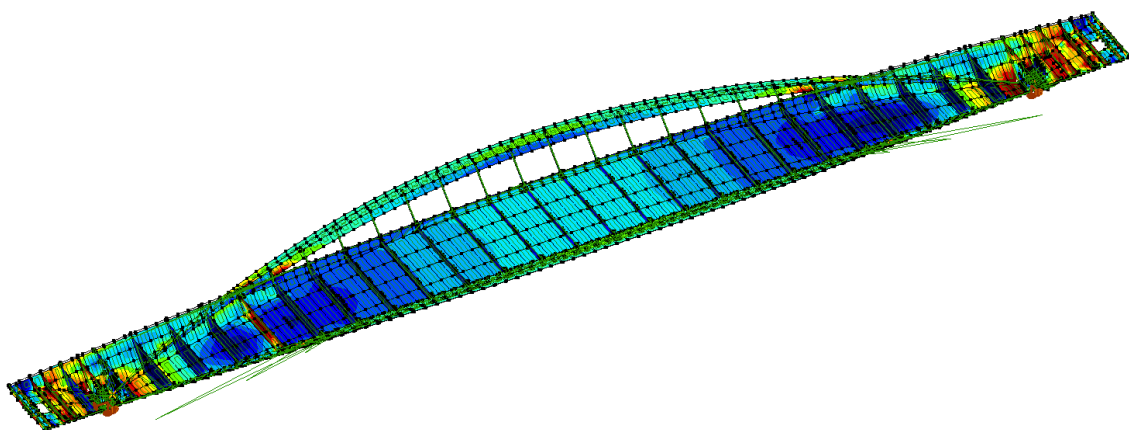


Figura 12. Vista interior de tensiones en chapas.

5. Construcción

En agosto de 2022, el Ayuntamiento de Haro adjudicó la obra de construcción de la Nueva Pasarela a la empresa constructora Orión.

Las obras comenzaron con la ejecución de los micropilotes y estribos en ambas márgenes del río Tirón.

Al mismo tiempo que se realizaban estos trabajos en obra se llevó a cabo la fabricación de la estructura metálica encargada a Metalizard. Meses antes del comienzo de la obra se había realizado el pedido de chapas de acero inoxidable tipo Dúplex Forta LDX 2101 al fabricante Outokumpu, que se laminaron expresamente para este proyecto. A finales del año 2022 el pedido llegó a las instalaciones Metalizard en Venta de Baños, procediéndose a realizar el corte de las chapas de acuerdo con el “nesting” previo realizado por el taller, logrando un aprovechamiento superior al 90%.

La fabricación en taller se llevó a cabo durante 6 meses, con todos los elementos de la estructura dispuestos de acuerdo con su posición definitiva, como en un montaje en blanco (Figura 13). Se hizo de este modo con la intención de asegurar la geometría final en el montaje en obra, dado que las deformaciones que se producen en este material, debidas a los

procesos de soldeo, son considerablemente mayores que en el acero al carbono.



Figura 13. Fabricación de la estructura metálica en taller.

Una vez finalizados los trabajos en taller, se transportó la estructura a obra en 6 piezas: 2 tramos del tablero y 4 tramos de los arcos, además de elementos de menor tamaño como las bielas de retenida y las orejetas de anclaje en estribos. Todos estos elementos se ensamblaron en obra sobre una bancada dispuesta en el aparcamiento anexo a la ubicación de la pasarela (Figura 14).

En esta ubicación, se aplicó un tratamiento superficial a la estructura completa, mediante granallado con esferas de vidrio. Así se consiguió una estética uniforme de toda la estructura, eliminando las marcas provocadas por soldaduras y repasos realizados durante su fabricación (Figura 15).



Figura 14. Ensamblaje de estructura metálica en obra.



Figura 15. Detalle de zona tratada mediante granallado con esferas de vidrio.

El izado y posicionamiento final de la estructura completa, incluyendo las bielas de retenida y los apoyos esféricos, se llevó a cabo mediante una grúa de gran tonelaje (700 t) (Figuras 16 y 17). Fue necesario realizar un refuerzo del terreno, mediante un pozo relleno de hormigón ciclópeo hasta la cota del sustrato competente, para asegurar la capacidad necesaria en la zona de apoyo de la grúa y poder realizar la operación con seguridad.

La estructura se apoyó provisionalmente en gatos bloqueados a la cota esperada y, antes

de soltar la carga de la grúa, se colocaron y apretaron las tuercas de las barras de anclaje de las bielas de retenida (Figura18). En los días posteriores se tesaron estas barras mediante un gato de pequeñas dimensiones, en el interior de los estribos, hasta alcanzar la geometría objetivo.

El control geométrico se llevó a cabo mediante topografía con medición constante a dianas colocadas en la estructura. Por último, se ejecutaron las mesetas de nivelación de las orejetas de anclaje y los capots de protección de las propias barras.



Figura 16. Secuencia de izado y posicionamiento final mediante grúa de gran tonelaje.



Figura 17. Secuencia de izado y posicionamiento final mediante grúa de gran tonelaje.



Figura 18. Biela de retenida con barras de anclaje tesadas.

Posteriormente, se realizaron los acabados de la pasarela, que incluían la losa de hormigón con fibras en el tablero, sobre la que se instaló el pavimento de compuesto de madera, las juntas de dilatación, la barandilla con malla de acero inoxidable y la iluminación led a ras de pavimento. Se realizó además la preceptiva prueba de carga de la estructura pasarela, con resultados dentro de lo esperado.

Las obras terminaron con la finalización de los caminos de acceso y la urbanización, incluyendo farolas para iluminación, bancos y papeleras (Figuras 19 y 20). En el lado del aparcamiento, se realizó una rampa de acceso con un muro de hormigón armado, sobre el que se dispuso una barandilla similar a la de la propia pasarela (Figura 20).

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a todos los implicados en la construcción, especialmente:

- Propiedad: AYTO. DE HARO
- Constructor: ORIÓN
- Taller metálico: METALIZARD
- Diseño e ingeniería de construcción: ARENAS & ASOCIADOS.

Referencias

“Pasarela sobre el río Tirón en Haro (La Rioja). un diseño inspirado en la cultura del vino” V CONGRESO DE ACHE 2011.



Figura 19. Vista nocturna de la pasarela.

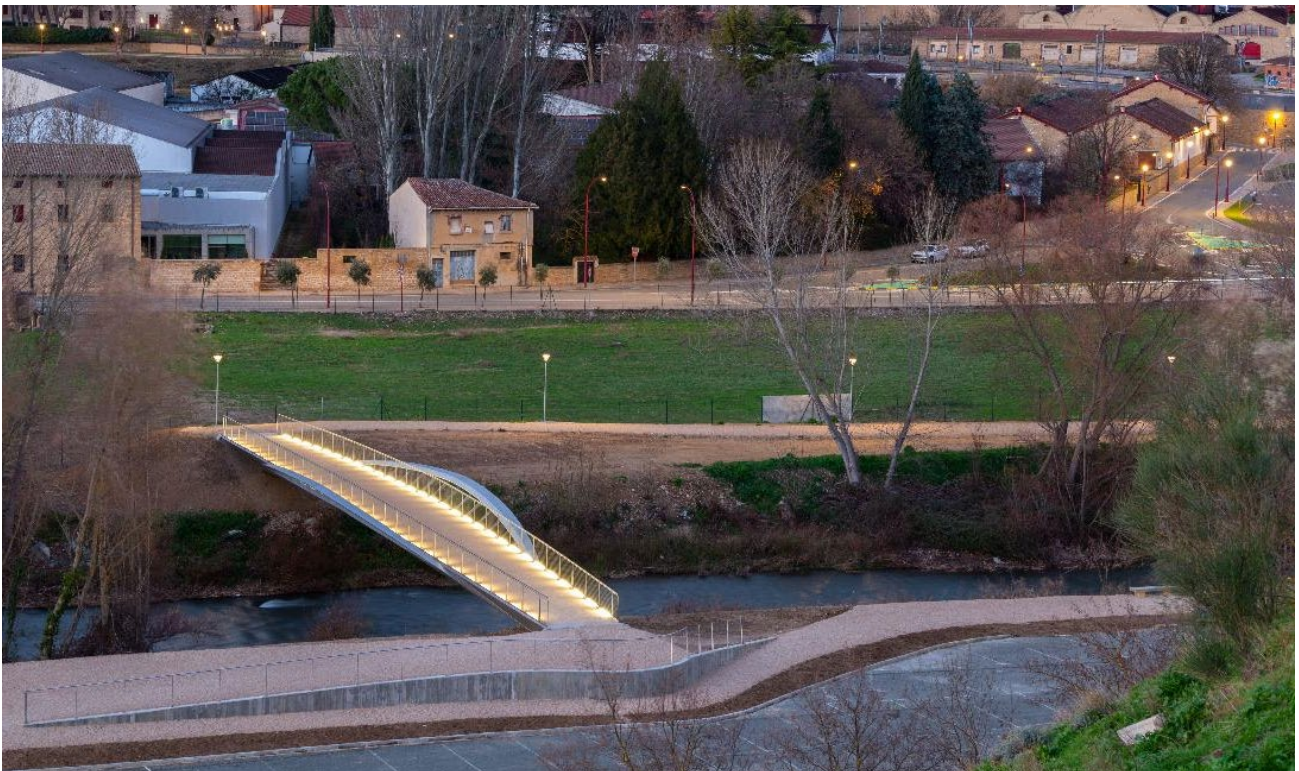


Figura 20. Vista nocturna de la pasarela.