

Puente de Altzate sobre el río Oiartzun en Rentería

Altzate bridge over the Oiartzun river in Rentería

Asier Castaño Ávila^a, Juan Andonegui Querejeta^b y Ignacio Extremiana Vázquez^c

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. LANDABE Ingeniería. Director de Proyectos. asier.castano@landabe.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. LANDABE Ingeniería. Director General. juan.andonegui@landabe.com

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. LANDABE Ingeniería. Director de Proyectos. ignacio.extremiana@landabe.com

RESUMEN

Dentro del proyecto de urbanización de Altzate se plantea la construcción de un nuevo puente sobre el río Oiartzun que conecte el nuevo barrio con el núcleo urbano de Rentería. Se ha diseñado un puente metálico bijáceno de vigas invertidas para salvar la luz de 38.00 m. Se presenta el proceso de diseño y construcción del mismo.

ABSTRACT

In the context of the Altzate urbanization project, the construction of a new bridge over the Oiartzun river is proposed to connect the new urban development with the urban center of Rentería. A two inverted beams steel bridge has been designed with 38.00 m of span. The design and construction process is presented.

PALABRAS CLAVE: Estación, ferrocarril, alta velocidad, pantalla, hidrofresa, pila-pilote, pasarela

KEYWORDS: Station, railway, high speed, diaphragm wall, hydromill, pile-pile, footbridge

1. Introducción

Se está llevando a cabo un nuevo proyecto urbanístico en una parcela con dos subámbitos, entre los municipios de Rentería y Lezo, denominado Altzate, con el objeto de desarrollar 280 viviendas.

La nueva ordenación urbana de Altzate busca corregir determinados aspectos:

- Mejorar la accesibilidad viaria a Altzate desde el entorno más próximo, en Lezo.
- Resolver la accesibilidad desde la margen izquierda mediante el nuevo puente.
- Integrar el paseo peatonal de borde de la margen derecha de la ría.
- Recuperar la parcela de uso terciario, con destino a hotel.
- Minimizar el viario local, en el entorno de la edificación residencial, sirviendo únicamente como acceso rodado a los aparcamientos necesarios.
- Potenciar los pasos peatonales, además del borde de la ría, situados entre los edificios residenciales así como la comunicación transversal entre Rentería y Lezo.
- Lograr una playa verde, abierta al cauce de la ría, que contribuya a la función del diseño del parque fluvial con la urbanización de Altzate.
- Modificar la disposición de los bloques edificatorios para contribuir al logro de una permeabilidad en su lectura a nivel de ciudadano desde la margen izquierda de la ría.
- Reajustar la edificabilidad residencial.



Figura 1. Infografía del proyecto urbanístico de Altzate.

Dentro del proyecto de la urbanización de Altzate, uno de los elementos más destacados consiste en la construcción de un nuevo puente que permita salvar el río Oiartzun y dé salida a los vehículos y peatones por la zona de Ondartxo en Erreterria.

2. Diseño y cálculo

2.1 Diseño conceptual

De la necesidad de establecer un paso entre Iztietia y la nueva urbanización de Altzate se proyecta el puente de Altzate sobre la ría de Oiartzun. El paso surge como prolongación de la Calle Irún y se sitúa ortogonalmente al Paseo de Iztietia.

Previo a la redacción del proyecto constructivo se ha llevado a cabo el proceso de

concepción del puente en base al análisis de los siguientes condicionantes:

- Entorno urbano.
- Entorno fluvial.
- Estudio funcional.
- Análisis estructural y constructivo.
- Estudio de formas.

La filosofía de diseño del puente se basa en las siguientes directrices:

- Integración en la trama urbana.
- Suponer una rama de la nueva actuación urbanística a realizar, sin sobresalir por encima de ella ni suponer un “hito”.
- Respetar la proporciones visuales y suponer un diseño racionalista sin ser una ostentación estructural, huyendo de elementos superfluos.
- Estilo contemporáneo acorde a las tecnologías disponibles en la actualidad.
- Diálogo con la historia de la villa y, en especial, con la zona industrial de Altzate.

Del proceso de concepción surge un puente que se compone por un tablero biáxeno metálico de 38.00 m de luz con dos carriles centrales de 3.50 m y dos aceras laterales de 3.00 m. Las vigas sobresalen de la rasante conformando un elemento divisorio entre el vial rodado y las aceras peatonales, generando una zonificación de usos perfectamente separada.

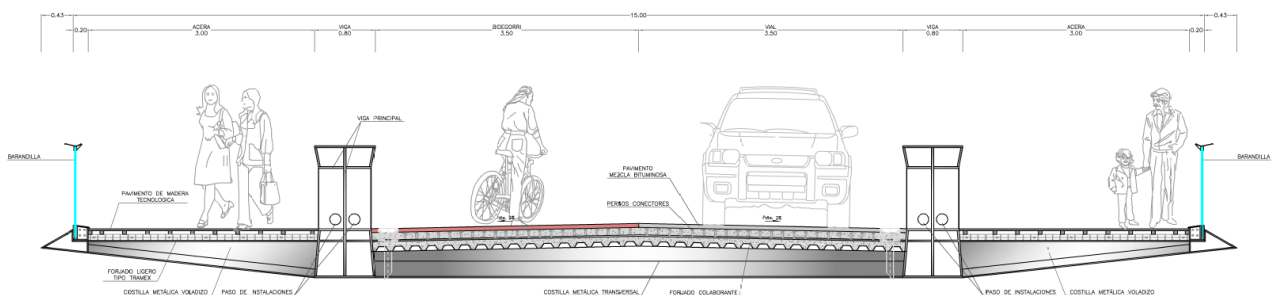


Figura 2. Sección tipo del tablero.



Figura 3. Infografía con vista desde el centro del tablero del barrio de Iztieta.



Figura 4. Infografía con vista desde la acera volada del barrio de Alzate.

Las dos vigas longitudinales se componen de una sección metálica conformada tipo doble T con alas tipo cajón de 1.75 m de canto con rigidizadores cada 3.00 m.

Las costillas centrales se disponen cada 3,00m, coincidiendo en las alineaciones de los rigidizadores, y se componen de una sección

mixta con una sección metálica de chapa conformada doble T con núcleo en el ala inferior y ala superior embebida en el hormigón. Dada la limitación de canto por la limitación de la avenida de 500 años, el forjado de chapa colaborante con hormigón se sitúa por debajo del ala superior de las costillas centrales, de tal forma que embeben el ala superior, la cual dispone de pernos conectadores tipo stud. Sobre la rasante del hormigón se dispone una pavimentación de mezcla bituminosa en caliente de 5cm.

Los voladizos se disponen, de igual forma, cada 3.00 m y son metálicos de chapa conformada doble T con núcleo en el ala inferior. El forjado es una rejilla electrosoldada (tramex) sobre la que se dispone un pavimento de madera tecnológica.



Figura 5. Infografía con corte por sección tipo de tablero.



Figura 6. Infografía con vista longitudinal del puente.

2.2 Cimentación

El estudio geotécnico, elaborado por la empresa IKERLUR, recoge las características del terreno y las recomendaciones de cimentación. En el estudio se han realizado 16 sondeos mecánicos, 8 calicatas, 46 ensayos SPT, 6 pruebas DPSH, 18 testigos de roca y 28 ensayos de identificación y caracterización.

El perfil geotécnico está formado por los siguientes niveles:

- Rellenos artificiales: rellenos antrópicos irregulares de composición granular, constituidos mayoritariamente por grava con algo de arena e indicios de arcilla y limo, medianamente densa a floja.
- Suelos aluviales: terraza aluvial del Río Oiartzun de composición predominantemente granular, constituida por arena con bastante limo e indicios de grava de densidad media a floja (SM) que en profundidad y conforme nos acercamos al cauce pasa a estar formada por grava con algo de arcilla e indicios de arena medianamente densa a floja (GC), grava con algo de arena e indicios de limo (GM) o bolos y gravas con algo de arena medianamente densos (GP). La distribución de estas capas aluviales es muy irregular, dando lugar a depósitos de geometría lenticular.
- Sustrato rocoso: calizas arcillosas, argilitas y margocalizas depositadas en estratos de espesor decimétrico a centimétrico. Comienza con GM-IV/V en la capa superficial y G-II/III de forma generalizada.

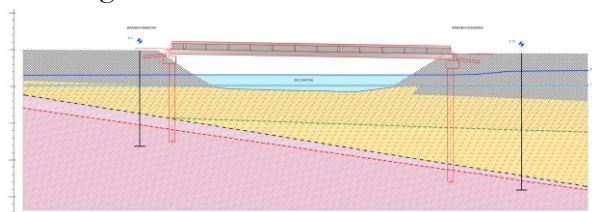


Figura 7. Interpretación de la sección geotécnica de la zona de actuación.

A partir de la información geotécnica y la magnitud de las cargas, se decide diseñar estribos durmientes pilotados con una única fila de pilotes de 800 mm de diámetro, empotrados en roca sana 2.00 m trabajando por punta y ejecutados al amparo de un revestimiento recuperable (CPI-4).

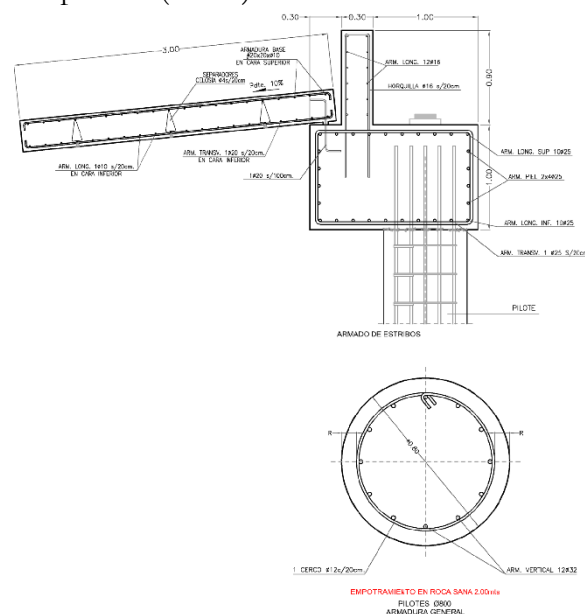


Figura 8. Definición de estribo durmiente pilotado.

Esta solución se plantea con la premisa de desviar la regata que desemboca en la ría en la margen izquierda, en la calle Irún. Al comienzo de la obra se decide no modificar la regata y se modifica el estribo, realizando una viga dintel de puenteo de la regata y cimentando a ambos lados con micropilotes. Para mantener el mismo sistema de cimentación, el estribo de la otra margen también se micropilota.

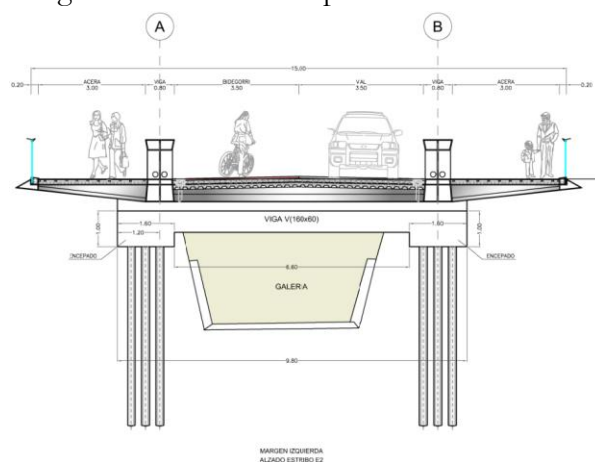


Figura 9. Alzado del estribo de la margen izquierda con la desembocadura de la regata.

Otra modificación fue el diseño de la losa de transición debido a la necesidad de registro de tuberías que pasan tras los estribos, las cuales quedarían bajo la losa de hormigón, de modo que se diseñan cuñas técnicas de suelocemento.

2.3 Tablero

Para el diseño del tablero se realiza un modelo mediante el software MIDAS GEN empleando elementos tipo barra y placa.

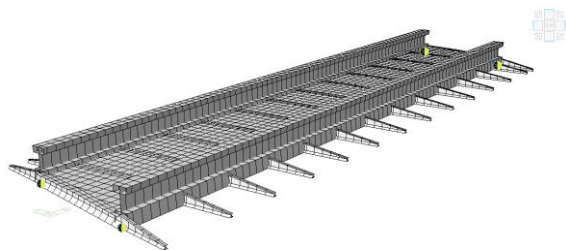


Figura 10. Modelo de cálculo del tablero.

Para el diseño seccional se emplea el software FAGUS.

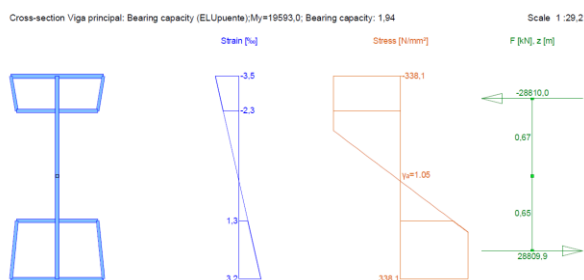


Figura 11. Ejemplo de comprobación de capacidad a flexión de viga principal.

Se adoptan todas las cargas recogidas en la IAP-11 [1], contemplando especialmente la carga móvil del carro de la instrucción y la alternancia de cargas en sentido transversal.

Se verifican los ELU de rotura, teniendo en cuenta que todas las secciones son compactas, y a nivel de servicio se verifican las plastificaciones locales y los movimientos del tablero. No se realiza un análisis dinámico del tablero puesto que las flechas verticales se encuentran por debajo de los umbrales críticos.

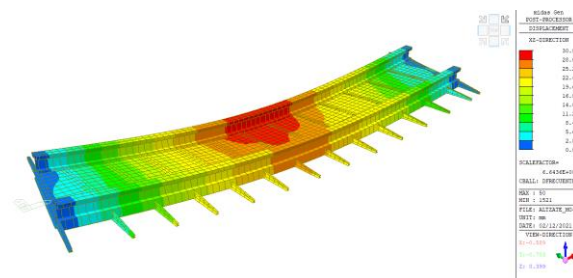


Figura 12. Ejemplo de deformada del puente bajo combinación frecuente de cargas.

La losa central del tablero se diseña como una losa mixta de chapa colaborante, la cual se ha supuesto de encofrado perdido ante la dificultad de garantizar su durabilidad. Para ello se disponen armaduras en los fondos de las grecas. Dado que el espesor es de 25cm, bastante superior a los habituales en esta tipología de forjados, además de las tablas de uso del fabricante, se realizan cálculos seccionales.

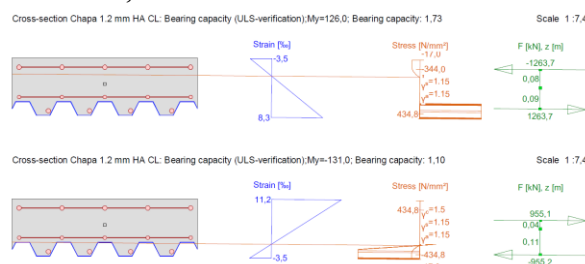


Figura 13. Ejemplo de comprobación de capacidad a flexión de losa mixta.

Para las rejillas electrosoldadas de las aceras se consulta a las casa fabricadora.

Toda la estructura metálica se plantea revestida mediante pintura anticorrosión C5M.

Se plantea una prueba de carga estática mediante 6 camiones de 3 ejes completamente cargados a lo largo de la calzada central y un control topográfico de las flechas mediante nivel láser de alta precisión.

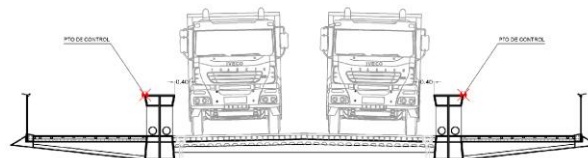


Figura 14. Sección del tablero con planteamiento de la prueba de carga estática.

2.4 Equipamiento

Se diseña el puente apoyado en cuatro aparatos de apoyo de neopreno zunchado tipo B, de tal forma que los esfuerzos horizontales se reparten entre todos los apoyos.

Para absorber los movimientos horizontales se diseña una junta de elastómero armado.

En la calzada rodada, sobre la losa de hormigón, se diseña una lámina de impermeabilización y 5 cm de capa de rodadura.

En las aceras, sobre la rejilla electrosoldada, se diseña un pavimento de madera sintética dispuesto sobre rastreles de madera.

Las defensas de la calzada son realizadas por las propias vigas principales, mientras que las barandillas de las aceras se diseñan de vidrio laminado.

Respecto a la iluminación, en proyecto se diseña una iluminación integrada en las almas de las vigas, las cuales son cerradas por una chapa desplegada, sin embargo, en obra no se llega a realizar y se disponen focos verticales en cada margen.

3. Proceso constructivo

3.1 Cimentación

Para la ejecución de los micropilotes, en la zona de la margen derecha, se rebaja el talud del encauzamiento y se prepara una plataforma de trabajo sobre la que se emplaza la máquina perforadora.

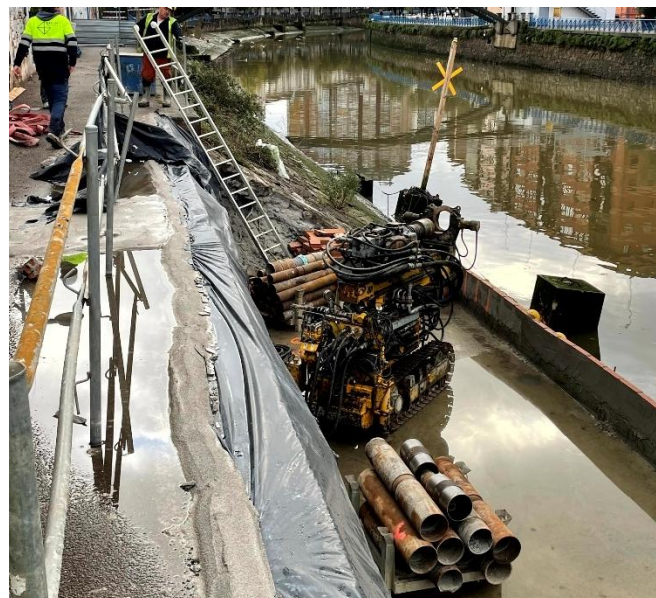


Figura 15. Máquina de micropilotes sobre plataforma de trabajo en margen derecha.

Para el estribo, sobre la desembocadura de la regata, es necesario hacer una demolición parcial de la tapa y disponer un encofrado apuntalado sobre la losa inferior de la regata.

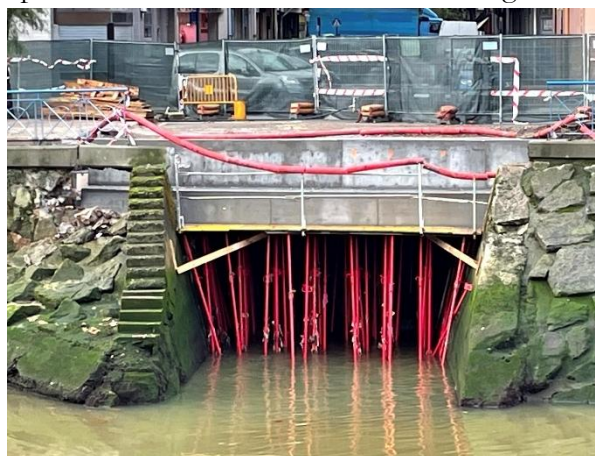


Figura 16. Estribo hormigonado de la margen izquierda sobre la desembocadura de la regata.

3.2 Estructura metálica

Como toda estructura metálica, se comienza con el diseño de detalle en taller, trabajo que fue realizado en todo momento con un modelo tridimensional de TEKLA que se intercambiaba en formato IFC. Este modelo, una vez validado, sirve para obtener los planos de fabricación y para el desarrollo de todo el proceso de taller.

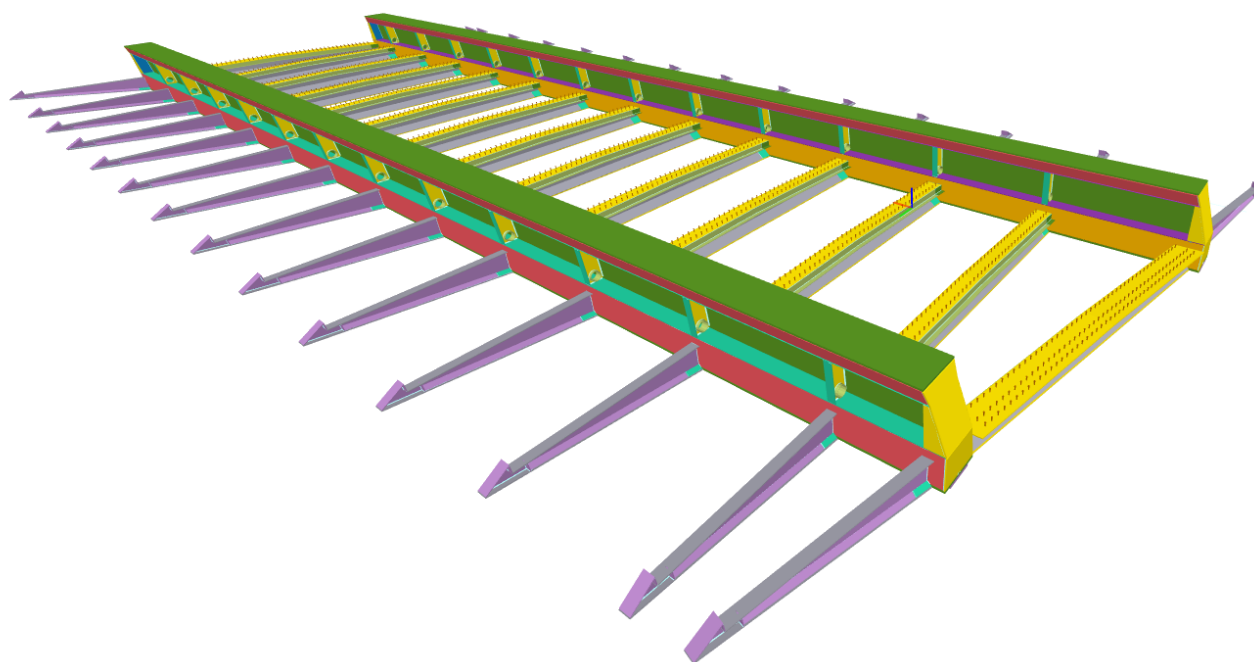


Figura 17. Vista del modelo tridimensional de la estructura metálica del tablero.

Se realizan varias visitas a los talleres para controlar el proceso de fabricación y montaje.



Figura 18. Foto de vigas transversales preparadas para la soldadura de conectores.

Las piezas se transportan por carretera desde los talleres de Fuenlabrada hasta Rentería. Para evitar el transporte especial, las vigas principales se traen en dos piezas que son soldadas en obra. El punto de unión no se hace coincidir con el centro del vano y las uniones de ambas vigas se disponen en alineaciones contrarias.



Figura 19. Foto de preparación de soldadura para conformación de viga principal completa.

El puente se monta sobre bancadas detrás del estribo de la margen derecha y se suelda por completo.



Figura 20. Fotos de montaje de tablero sobre bancadas.

Una vez completo el montaje del tablero en la margen derecha, mediante dos autogrúas se iza y se instala en su posición definitiva siguiendo una operación tipo pescante. Se instala una grúa en cada margen, de forma que, inicialmente, el tablero se lanza con la grúa de la margen derecha y un dolly hasta una posición en la que la grúa de la margen izquierda pueda sujetarlo. Una vez fijado el tablero por la grúa de la margen izquierda, la de la margen derecha cambia el punto de fijación y entre ambas disponen el puente en su posición exacta.



Figura 21. Foto del lanzamiento del tablero con la grúa de la margen derecha y fijación con la grúa de la margen izquierda.



Figura 22. Foto del posicionamiento del tablero en su posición definitiva mediante las dos grúas.



Figura 23. Foto de la zona central del tablero una vez instalado.

Tras el ferrallado, para el hormigonado del tablero se realiza el vertido sobre las vigas transversales y se extiende manualmente sobre las chapas colaborantes.

Una vez finalizada la calzada se realiza la prueba de carga estática introduciendo 6 camiones de 3 ejes de 26 toneladas y se realizan mediciones topográficas mediante nivel láser de alta precisión.

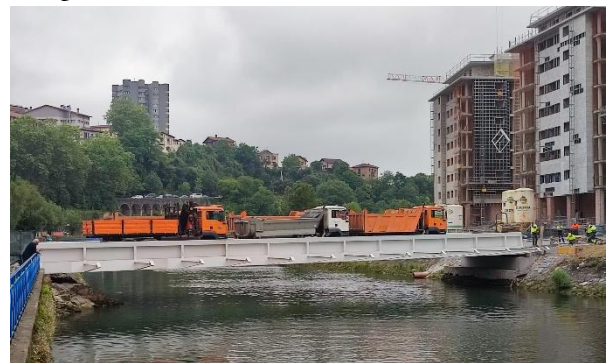


Figura 24. Foto durante el desarrollo de la prueba de carga estática.

Por último, se completa el resto de equipamiento del puente.



Figura 25. Foto del tablero terminado.

Agradecimientos

Agradecer a todas las personas que han intervenido durante el desarrollo de la obra:

- Dirección de obra: ENDARA Ingenieros.
- Constructora: GAILUR.
- Estructura metálica: INBERSA.

Referencias

- [1] Dirección General de Carreteras, Instrucción de Acciones a considerar en Puentes de Carretera IAP, Ministerio de Fomento, Madrid, 2011.