

Pont de Hauterive

Friburgo, Suiza / 2020

Propiedad
Cliente
Alcance

Cantón de Friburgo
Departamento de Carreteras y Puentes Cantón de Friburgo
proyecto de licitación



C/ Barquillo 23, 2º | 28004 Madrid | España
T. (+34) 917 014 460 | F. (+34) 915 327 864
www.fhecor.com | fhecor@fhecor.es

La construcción de un viaducto alto sobre un valle fluvial es uno de los retos frecuentes del ingeniero de puentes. En el caso del puente de Hauterive la existencia de una zona contaminada que se sitúa en el meandro del río Sarine y el área de protección ambiental del propio río requerían la construcción de dos vanos principales de unos 150 m de luz. La solución que se propuso al concurso es un dintel de hormigón construido por voladizos sucesivos en los que se ha eliminado masa del tablero allí donde no es necesaria. Así se ha eliminado parte de la masa del dintel y se ha aligerado notablemente la zona de conexión pila-tablero de los vanos principales dejando reducida esta área a una triangulación de losas de hormigón que resuelven la transmisión de esfuerzos entre ambos elementos.

La solución es por lo tanto una evolución del clásico tablero construido por voladizos sucesivos hacia un sistema más transparente y ligero. Un puente novedoso en lo resistente pero al mismo tiempo clásico en su formalización.

CONTEXTO

El Departamento de Carreteras y Puentes del Cantón de Friburgo está planeando crear un nuevo enlace de carreteras para reducir el volumen de tráfico en la entrada sudeste de la ciudad de Friburgo (lado Marly). Los atascos en las horas punta y el aumento de los niveles de tráfico expresan que, a medio plazo, los viales actuales estarán saturados. Previniendo esa situación, el objetivo principal es crear un nuevo eje de carreteras que permita a los usuarios llegar a la autopista de Matran sin tener que cruzar la ciudad de Friburgo.

La nueva ruta, con una longitud total de aproximadamente 3,5 km, comienza en Marly desde la carretera cantonal (eje 1200) en la curva en la parte inferior de la bajada de "La Crausa". Corre a lo largo del borde del bosque y la zona industrial "Les Fontanettes". Cruza el arroyo Copy gracias a un puente y luego sigue el terreno natural con una ligera sinuosidad hacia Chésalles. El puente Hauterive, de unos 840 metros de longitud, describe una curva sobre un meandro del río Sarine, una zona aluvial de importancia nacional, y el viejo basurero de la PILA. Finalmente, la ruta evita la planta de SAIDEF desde el oeste y se conecta a la carretera cantonal (eje 1300) al norte del instituto agrícola de Grangeneuve.

CONCEPTO GENERAL

El cruce de la nueva carretera sobre el meandro de la Sarine es relativamente complejo. La presencia de una serie de obstáculos tales como el antiguo vertedero, el conjunto de líneas eléctricas enterradas, el propio cauce del río y su zona de protección ambiental y la red de caminos y otros servicios existentes, imponen unas limitaciones físicas importantes para la colocación de los apoyos del futuro puente. Estos condicionantes, unidos al trazado de la nueva carretera, que presenta tramos con alineación en recta y en curva, suponen una dificultad añadida para el encaje del puente.

Frente a esa complejidad hemos decidido plantear una solución simple: un puente con un tablero de canto variable con una sucesión de vanos de luces estrictas, que permite sortear los obstáculos presentes con la estructura más racional posible. El puente que se propone optimiza la luz de los vanos para minimizar la envergadura de la estructura. La obra presenta dos únicos vanos principales de 155 m, que permiten salvar el cauce del río y la zona principal del antiguo vertedero, que son los obstáculos fundamentales existentes. Entendemos que la construcción de un apoyo en la zona del vertedero próximo al cauce de la Sarine, si bien ha de realizarse con extremo cuidado, es técnica y económicamente factible, lo que permite que los vanos principales del puente propuesto constituyen una evolución del concepto clásico de tablero de canto variable construido por voladizos sucesivos, al que se ha eliminado la parte del alma en la zona de apoyos, para optimizar el peso de la estructura y conseguir, además, una obra visualmente más transparente.

La obra que se propone conjuga la solidez, que proporciona el uso de un sistema constructivo bien conocido, y el empleo de un material duradero como es el hormigón, con la ligereza que se consigue eliminando el material allí donde no es necesario. La propuesta que hacemos responde a los condicionantes existentes, dando una respuesta robusta en lo estructural, respetuosa con el paisaje y las condiciones ambientales y, al mismo tiempo, proporcionada en lo relativo a la inversión a realizar.

Se ha decidido apostar por una solución en dintel, que enfatice la horizontalidad del paisaje y establezca un lenguaje formal impuesto por el material (el hormigón) que se relacione adecuadamente con la visión de las molasas en el meandro y con la arquitectura industrial de la central térmica, pero sin olvidar la existencia de un entorno natural con valor.

Para limitar las afecciones paisajísticas en los accesos, se propone un dintel estricto, con un canto total de 2,0 m y pilas apantalladas de 75 cm de ancho, para integrarse de manera adecuada en los bosques de los accesos, manteniendo la rasante cercana al terreno. En las zonas centrales, se deben limitar los puntos de apoyo, para poder cruzar el río y evitar al máximo la interferencia con el vertedero, lo que motiva encajar dos grandes vanos de 155 m de luz cada uno.

La solución híbrida pórtico-cajón de canto variable finalmente escogida para los vanos centrales, limita la afección visual del puente. Esta solución parte de la simplicidad constructiva de los puentes de voladizos y suma la elegancia y tradición de los arcos aperticados de hormigón armado construidos durante la primera mitad del s. XX, muy singularmente en Suiza, desarrollándolos con un lenguaje contemporáneo que permite relacionarse de manera adecuada con el paisaje donde se va a ubicar, uniendo tecnología y tradición.

El desarrollo de una solución híbrida, que elimina las almas laterales del cajón en la zona de canto variable, no responde únicamente a los condicionantes derivados del análisis del lugar, sino que responde también a nuestra filosofía de diseño como ingenieros estructurales. Al proyectar planteamos una aproximación estética basada en la expresión formal de lo resistente, enfatizando el lenguaje formal propio de las estructuras, despojándolas de ornamentos o masas innecesarias. El carácter del puente lo proporciona el fenómeno resistente. Las obras, objetos en el territorio, deben relacionarse con su contexto, pero desde su propio lenguaje y conceptos que las circunscriben en un marco cultural diferenciado.

DISEÑO

El puente tiene una longitud total de 790 m, con una distribución de vanos de 40 + 50 + 60 + 80 + 155 + 80 + 60 + 50 m. Las juntas de dilatación se dispondrán sólo en los estribos para asegurar un comportamiento estructural continuo del tablero entre ellos. Los dispositivos de apoyo se colocan sólo en los estribos y en las pilas cercanas, dada su reducida altura. Las siguientes pilas están empotradas en el tablero. Las pilas tienen una baja rigidez longitudinal que permiten este empotramiento. El tablero es continuo, con sección cajón de hormigón pretensado de 2 m de canto constante.

En lugar de utilizar una sección cajón convencional, se propone una tipología híbrida entre una sección cajón de canto variable y un puente pórtico, con la intención de reducir el impacto visual de las zonas de canto variable alrededor de las pilas, basándose en las ideas generales esbozadas en el análisis del sitio.

Estructuralmente la solución propuesta es una evolución de la solución cajón de canto variable construida en voladizo, hacia una solución más aérea con un tablero de mayor canto en la zona de las pilas (1/16 en lugar de 1/20). Este incremento de canto permite que el esfuerzo cortante se transmita como compresión del cordón comprimido debido a su inclinación relativa a la horizontal. De esta manera, es posible eliminar el núcleo de la sección cajón, creando una estructura mucho más diáfana que se asemeja a un puente pórtico de palas muy esbeltas.

Como resultado, en esta sección central se eliminan las almas de la sección del cajón mientras se mantiene una celda triangular en la zona de pilas.

Las pilas principales se inspiran en el lenguaje formal clásico de los puentes construidos en voladizos sucesivos, utilizando un fuste en diapasón que permite un correcto empotramiento durante la construcción del puente, pero también tiene una mayor flexibilidad en servicio y una apariencia más elegante. Dado el tamaño moderado de las pilas, menos de 50 m, los dos fustes se encuentran a la altura de los cimientos, pero divergen con la altura permitiendo la conexión con la celda triangular en la cabeza de la pila.

La celda triangular de hormigón es un elemento muy común en los puentes de hormigón pretensado con un tablero de canto construido en ménsula. Tiene un papel fundamental en el comportamiento de la estructura y proporciona al puente un fuerte carácter formal al mostrar los flujos de carga de forma muy clara.

Los vanos de acceso se han diseñado como puentes convencionales de sección cajón de hormigón pretensado, con las dimensiones y configuración habituales para este tipo de puentes.

El trazado del puente tiene una parte en curva que entra en los vanos principales. Para evitar fuerzas de desvío transversal en las pilas, y dada su reducida rigidez en esta dirección, las palas siguen la curvatura en planta del puente.

EPÍTOME

La solución híbrida entre el puente con sección cajón y el puente pórtico es una estructura muy aérea y ligera. Consideramos que este puente es un buen ejemplo de cómo, aprovechando el propio lenguaje de las estructuras se consigue una obra funcional, económica y al mismo tiempo formalmente interesante.



C/ Barquillo 23, 2º | 28004 Madrid | España
T. (+34) 917 014 460 | F. (+34) 915 327 864
www.fhecor.com | fhecor@fhecor.es