

# Oscense singular

JAVIER R. VENTOSA

El pasado mes de agosto, tras superar con nota la preceptiva prueba de carga, se dio por finalizada la obra del viaducto sobre el río Guarga, construido en el tramo de la autovía A-23 que recorre la cara norte del alto de Monrepós, en Huesca. Se trata de una estructura singular que se distingue por una solución constructiva original, bien resuelta, de gran calidad estética y que sobre todo busca causar el mínimo impacto ambiental. Su coste se ha elevado a 14,6 M€.

**L**a construcción de un viaducto singular sobre el río Guarga, enmarcado en las obras del tramo Caldearenas-Lanave de la autovía Mudéjar o Sagunto-Somport (A-23) que cubre la cara norte del alto de Monrepós, responde a la necesidad de limitar la afección de la infraestructura vial sobre un Lugar de Interés Comunitario (LIC), denominado La Guarguera, formado por el cauce de un afluente del río Gállego y la zona protegida de su entorno, con presencia de especies vegetales y animales que requieren protección. El factor medioambiental, tan presente en la obra pública de hoy, ha sido el principal condicionante en este proyecto, determinando tanto la tipología de la estructura como su proceso constructivo. Otros condicionantes de peso han sido el trazado en planta (que pasa de un tramo recto a una curva de 600 metros de radio) y la elevada pendiente (6,5%) del viaducto, situado en una variante de trazado que ahorra un kilómetro y medio en la subida al puerto prepirenaico.

Como tipología, la consultora de arquitectura civil e ingeniería Esteyco, proyectista del viaducto, planteó al Ministerio de Fomento una estructura mixta (acero y hormigón) de 350 metros de longitud dividida en cuatro vanos, una solución que reduce a tres los apoyos sobre el cauce fluvial frente a otras alternativas tipológicas más convencionales que requieren un mayor número de apoyos y que, por ello, son susceptibles de provocar una mayor afección medioambiental. Como característica reseñable, cada una de las tres pilas troncocónicas que soportan el viaducto, con un diámetro de solo 4,3 me-

tros en su base, sostiene a la vez las dos calzadas, evitando de esta forma tipologías estructurales de doble pila o doble estructura.

Otro rasgo peculiar del viaducto es la distribución simétrica de luces (75+100+100+75 metros), que permite aprovechar al máximo las virtudes de esta tipología estructural, generando la imagen de un viaducto de estética liviana, casi como una línea en el horizonte, que se inserta con naturalidad en el entorno. Además, el empleo de dinteles metálicos de 40 metros de longitud sobre las pilas, adaptados a la geometría del tablero, crea en el observador un efecto de reducción de la luz de los vanos centrales de 100 a solo 60 metros, algo que caracteriza estéticamente a la estructura.

También el proceso constructivo ha estado condicionado por factores medioambientales. La elección de una estructura mixta, con tablero y dinteles metálicos, ha propiciado que la mayor parte de los elementos constructivos hayan sido prefabricados en taller y posteriormente trasladados para su montaje a la zona de obra, reduciendo de esta forma la afección al cauce del río Guarga. La propia tipología de la estructura, de elevada altura y gran variabilidad en planta y alzado, descartó respectivamente el empleo tanto de elementos provisionales de apoyo (cim-

#### Unidades de obra

Acero laminado S355	3.320 t
Acero corrugado B500S	1.279 t
Hormigones	8.216 m <sup>3</sup>
Conectores	49.880 u

bras) sobre el cauce —lo que, unido a su elevado coste, habría generado nuevas afecciones al entorno debido a las cimentaciones auxiliares que requieren estas estructuras—, como la utilización de un sistema de empuje para el cajón metálico, por lo que finalmente se optó por el montaje mediante grandes grúas.

## Características

Desde el punto de vista de la tipología estructural, el viaducto sobre el río Guarga presenta una sección transversal resuelta mediante un tablero mixto (único para ambas calzadas) caracterizado por una anchura total de 24,80 metros y un canto constante de 3,40 metros. Tiene capacidad, por tanto, para alojar dos calzadas independientes con dos carriles de 3,50 metros de anchura cada uno, más arcones exterior e interior y aceras. Este tablero está formado por un cajón metálico semi-circular y una losa de hormigón de espesor variable (de 0,20 metros en la zona central a 0,40 metros en el arranque del voladizo), con voladizos laterales de hormigón de 4,40 metros.

Para las tres pilas, de altura variable (42,5, 44,8 y 30,3 metros), se planteó una solución mixta en forma de “Y”, con un fuste troncocónico de hormigón de sección variable que conecta con una parte metálica en “V” que resuelve los dos brazos de la “Y” y que se adapta con naturalidad a la geometría del tablero. Como ya se apuntó, la amplitud de los brazos de la pila permite reducir la luz del tablero. El soporte metálico de las pilas (“V”), pintado en un llamativo verde claro que otorga una nota colorista al conjunto, se adapta a la pendiente longitudinal y transversal del tablero mediante una cuña intermedia entre éste y el fuste de hormigón, variable para cada pila, que permite adoptar una geometría única de la “V” metálica.

La cimentación de las pilas se planteó directamente en la roca mediante la ejecución de zapatas, adoptando una tensión admisible del terreno de 4 kg/cm<sup>2</sup>, tal como recoge el informe geotécnico del proyecto. Los dos estribos también están cimentados directamente en la roca igualmente con zapatas.

## Proceso constructivo

La construcción del viaducto, desarrollada en seis fases, ha corrido a cargo de la UTE formada por las empresas Ferrovial-Agromán y Construcciones de Obras Castillejos, bajo dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. En la primera fase se construyó una plataforma de trabajo provisional sobre el río, en la sombra del viaducto ampliada hasta una anchura de 60 metros, destinada a las operaciones de las fases siguientes, entre ellas el ensamblaje de los tramos

metálicos y su izado mediante grúas. De forma previa a su construcción se procedió al desvío provisional del río. En la plataforma se dispusieron cajones de hormigón prefabricado que daban continuidad al cauce fluvial, habilitándose barreras de retención de sólidos para evitar el aporte de materiales contaminantes al río. Todas estas operaciones contaron con la preceptiva autorización de la Confederación Hidrográfica del Ebro. La plataforma se desmontaría al término de la obra, restituyéndose el cauce del río.

Seguidamente se desarrollaron las fases 2 y 3, de cimentación y ejecución de alzados de pilas y estribos. En el caso de la pila 2, la más alta del viaducto, para ejecutar la cimentación se dispuso un dispositivo de contención específico, con apoyo de escollera, para garantizar su desagüe y permitir el trabajo sin riesgo en este tajo. El alzado de las pilas, por su parte, se realizó mediante el sistema de encofrado deslizante, consistente en la ejecución vertical consecutiva de secciones de hormigón mediante moldes. La ejecución de los estribos, finalmente, se acometió desde la plataforma de la autovía, para evitar la afección a los taludes del cauce.

En la fase siguiente se procedió al montaje de los dinteles en “V” sobre los fustes de hormigón de las pilas, ya ejecutados. Cada una de estas piezas, de 271 toneladas de peso y 40 metros de longitud, se fabricó previamente en taller y se transportó dividida en seis partes hasta la obra, donde se ensamblaron y soldaron. Con los dinteles ya ensamblados, grúas de gran potencia —con una capacidad de izado de hasta 1.100 toneladas— procedieron a su colocación en su lugar definitivo sobre las pilas, en una secuencia iniciada en la pila 2, continuada en la pila 3 y finalizada en la pila 1. Como paso final, se procedió al anclaje definitivo del contacto metal y hormigón mediante el tesado de las barras de acero albergadas en el interior de los fustes de hormigón y enhebradas en la placa de base del dintel metálico.

La fase 5 correspondió a la colocación del tablero metálico, el otro gran elemento prefabricado del viaducto. Para su ejecución, el tablero fue dividido en el taller en 14 tramos de 25 metros (cada uno formado por tres elementos: un bloque central y dos alas laterales), conformando un total de 42 elementos de la máxima longitud y peso permitidos para su traslado por carretera a la obra, realizado mediante transportes especiales. Una vez en la plataforma de trabajo, se soldaron tramos completos de tablero metálico de 50 metros de longitud y 358 toneladas de peso, como paso previo a su izado por las grúas hasta el lugar predeterminado. La secuencia constructiva se inició con la colocación de los tramos de tablero sobre los dinteles, seguida del montaje de los vanos centrales (2 y 3) y, finalmente, de los vanos laterales (1 y 4), estos últimos realizados desde la plataforma de la autovía. El encaje preciso de estas piezas en las alturas y su posterior soldadura a los tramos contiguos ha

## En plena ejecución

*El tramo Caldearenas-Lanave —donde se ubica el viaducto sobre el río Guarga— es uno de los cinco segmentos en que se divide la obra del cruce del alto de Monrepós (1.280 metros de altitud), punto más alto en el recorrido de la autovía A-23 y escenario de gran complejidad constructiva. De ellos hay dos en servicio (Nueno-Congosto de Isuela y Arguis-Alto de Monrepós), con 8,2 kilómetros abiertos al tráfico en 2014, y otros tres en obras, que suman 21,6 kilómetros: uno en la cara sur del puerto (Congosto de Isuela-Arguis), otro que cruza el puerto a media altura con un túnel de 2,8 kilómetros ya perforado (Alto de Monrepós-Caldearenas) y un tercero que recorre la cara norte (Caldearenas-Lanave). Este último es, con 12,6 kilómetros, el más largo del puerto y de todo el trazado de la A-23 hasta Jaca, así como el segundo de mayor presupuesto (cerca de 105 M€).*

*En este tramo, cuyas obras están en fase avanzada tras su reactivación en mayo de 2014, y con el objetivo de ponerlo en servicio en 2018, se desarrollan tres tipos de actuaciones: por un lado, la mejora del trazado de la carretera N-330 actual para su conversión en la calzada Jaca-Huesca de la futura autovía; por otro, la construcción de la nueva calzada Huesca-Jaca que recorre los últimos cinco kilómetros de bajada del puerto; y por último, la ejecución de un tramo de calzada única Huesca-Jaca. Esto supone la construcción de 9 kilómetros de calzada única y otros 5 kilómetros de calzada doble. Todo ello con una pendiente superior al 6%.*

*A lo largo del tramo se disponen dos enlaces: uno para conectar con la carretera a Caldearenas en la calzada Huesca-Jaca y otro, al final del tramo, para conectar con la carretera de La Guarguera. También se construyen 17 nuevas estructuras, la mayoría ya acabadas, para asegurar la permeabilidad de la autovía. Entre ellas destacan los viaductos sobre el río Guarga, sobre el barranco del Fontanal (estructura de planta curva y vigas prefabricadas de 465 metros, que corrige el trazado de la curva más cerrada del tramo, en ejecución muy avanzada) y sobre el arroyo Atos (105 metros), así como tres estructuras para los enlaces, una estructura de cruce de las calzadas de la autovía, tres pasos superiores, tres pasos inferiores y cuatro pasos de fauna. Hacia la mitad del tramo, en la calzada hacia Jaca, se ha construido, según el Nuevo Método Austriaco, el túnel Monrepós 8, unidireccional de 395 metros, y cerca del alto del puerto se ha renovado el túnel Monrepós 6, de 609 metros, con la construcción de una galería de evacuación de peatones y la adecuación de sus instalaciones a la normativa vigente, actuación que se está realizando sin interrumpir el tráfico en el túnel.*

constituido una de las fases más delicadas de la obra. Todas las soldaduras de los elementos metálicos se han verificado sistemáticamente para evitar fallos.

La última fase de la obra comprendió la ejecución de la losa de compresión de hormigón sobre el cajón metálico y la construcción de los voladizos laterales, ejecutados con el apoyo de un carro de encofrado. La transmisión de esfuerzos entre el hormigón y el acero del tablero se ha asegurado mediante la disposición de 50.000 conectadores metálicos. Por último, se ejecutó la barrera de hormigón que separa las dos calzadas y, en los laterales del tablero, las aceras y los correspondientes pretilos de defensa, además de diversos acabados. Con ello el tablero ha quedado preparado para recibir la capa de firme, que según el proyecto estará constituida por un paquete de 8 centímetros de espesor formado por una capa de regulación de 5 centímetros y una capa de microaglomerado de 3 centímetros.

## Prueba de carga

Con los trabajos ya finalizados, el pasado 5 de agosto se desarrolló la preceptiva prueba de carga de recepción del viaducto, cuyo objetivo es la comprobación, cuantitativa y cualitativa, antes de la puesta en funcionamiento, de la correcta concepción y ejecución de la estructura mediante la evaluación de su comportamiento empírico. Para ello se reproducen varios estados de carga sobre la estructura, representativos de las acciones a que va a estar sometida durante su vida en servicio, y se contrastan los resultados obtenidos con los valores calculados de forma teórica.

La prueba se llevó a cabo con la participación de 32 camiones de cuatro ejes, con un peso de 38 toneladas cada uno, que realizaron ensayos de tipo estático sobre la superficie del viaducto. El movimiento registrado por el tablero en diferentes puntos se midió con el apoyo de equipos topográficos de precisión, comparando estas medidas con los valores obtenidos en los cálculos previos. Los resultados de la prueba fueron satisfactorios, registrándose un descenso máximo en el viaducto de 3,5 centímetros para el total de la sobrecarga aplicada, cifra muy aproximada y algo inferior al valor teórico. La aprobación de esta reválida ha certificado la aptitud del viaducto sobre el río Guarga para soportar con seguridad el paso del tráfico rodado, quedando su puesta en servicio supeditada a la finalización y apertura del resto del tramo. ■