

VIADUCTO SOBRE EL RIO EBRO EN EL CUARTO CINTURÓN DE ZARAGOZA

José Antonio LLOMBART JAQUES

Ingeniero de Caminos

EIPSA

Director general

jallombart@eipsa.net

Jordi REVOLTÓS FORT

Ingeniero de Caminos

EIPSA

Director técnico

jrevoltos@eipsa.net

Juliana FERNÁNDEZ VEGA

Ingeniera Civil

EIPSA

jfernandez@eipsa.net

Resumen

El Cuarto Cinturón de Zaragoza en el tramo entre la N-232 y la A-2 cruza el Río Ebro mediante un viaducto de 396.0 m de longitud. El tablero está formado por una viga continua de hormigón pretensado dividida en 5 vanos de 60.0 – 92.0 – 92.0 – 60.0 m. Se ha proyectado un tablero único para las dos calzadas de 26.6 m de ancho superior. El cajón central del tablero se ha ejecutado en primera fase por avance en voladizos sucesivos y los voladizos laterales en segunda fase mediante carros que avanzan sobre el puente construido.

Palabras Clave: Cajón pretensado, voladizos sucesivos, jabalcones

1. Descripción del viaducto

1.1 Condicionantes de diseño

El diseño del viaducto del IV Cinturón ha tenido que cumplir con varios condicionantes estrictos que han limitado las posibles soluciones. Debido a la protección de distintos enclaves, situados en ambas riberas, el IV Cinturón se acerca al río Ebro con un fuerte esviaje y lo cruza con un trazado sinuoso en curva y contracurva (ver Fig. 1). Dichos esviajes y curvaturas condicionan la forma y ubicación de las pilas, con el fin de provocar las mínimas alteraciones posibles al curso del agua.



Fig. 1 Vista general superior

En efecto, se ha diseñado un viaducto con la premisa de limitar al máximo el impacto ambiental en el río, disponiendo el mínimo número de pilas en el cauce con un sobrecoste económico asumible.

Para épocas de crecida, se ha provisto de un resguardo de 2.0 m entre la lámina de agua de máxima avenida y la fibra inferior de tablero. Este punto ha limitado el canto del tablero a menos de 5.0 m. La necesidad de independizarse de dichas crecidas ha seleccionado también los sistemas constructivos planteados.

Si bien desde un principio, el objetivo final del proyecto del viaducto se alejaba del carácter emblemático que tienen sus homólogos de la zona de la Expo, estos condicionantes lejos de abocar en una solución meramente funcional se han aprovechado para realizar un diseño respetuoso con el medio ambiente, económico y con una estética cuidada que realza las posibilidades que le confiere el trazado curvo.

1.2 Descripción general

El puente sobre el río Ebro está formado por un tablero único en sección cajón de hormigón pretensado de canto variable con jabalcones. Tiene una longitud total de 396.0 m, repartidos en 5 vanos de 60.0 – 92.0 – 92.0 – 92.0 – 60.0 m. El trazado es curvo en planta con $R=700$, clotoide y contraclotoide y tiene un esviaje de 60° con respecto al río. La plataforma del tablero está constituida por 3 carriles de 3.5 m por sentido, dos arcenes interiores y exteriores de 1.0 m, una barrera central de 0.6 m y dos pretilas metálicas en los extremos, hasta constituir los 26.6 m totales.

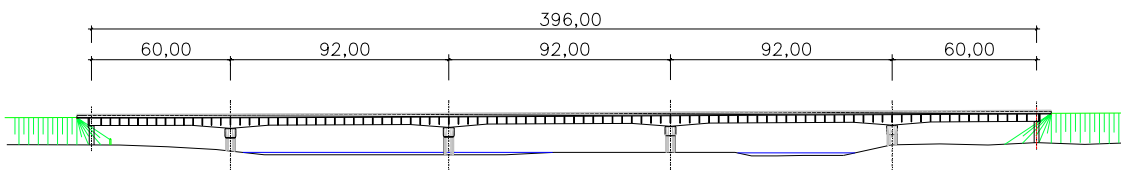


Fig. 2 Alzado

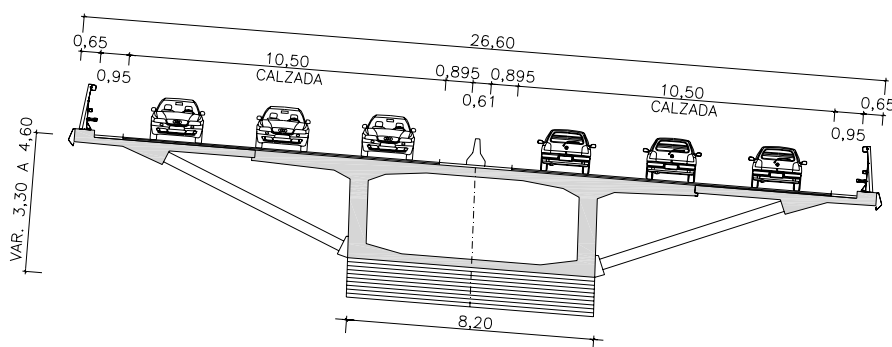


Fig. 3 Sección transversal



Fig. 4 Infografía del Viaducto

2. Tablero

La sección transversal tiene una anchura total de 26.6 m, con un cajón central de 8.2 m y voladizos de 9.2 m, apoyados sobre jабalcones puntuales dispuestos cada 4.0 m en sentido longitudinal (fig. 3). El canto del cajón se mantiene constante e igual a 3.3 m en la mayor parte del puente. Tan sólo se incrementa, en forma de leves cartelas, hasta los 4.6 m totales en las zonas de apoyo sobre pilas. El espesor de las almas es constante, de 0.6 m, en toda la longitud del tablero y el espesor de la losa inferior es variable en la zona de canto variable próxima a las pilas.

Se ha prestado especial atención a la forma de la sección transversal. La disposición de un canto prácticamente constante en toda la longitud del viaducto resulta muy favorable cuando se tiene un trazado en planta tan curvo como en este caso. Por otro lado, se ha procurado no separar excesivamente los jабalcones para que, con un ritmo de 4.0 m y con la curvatura del tronco, generen una superficie envolvente del tablero disimulando su canto. La sección de los jабalcones es rectangular (0.46 x 0.36) con su lado mayor en el plano de dicha superficie envolvente, con el fin de evitar la sensación de "palillo" que se tiene en algunos viaductos con jабalcones estrictos.

Se ha puesto especial cuidado en el detalle de unión del jабalcón con el voladizo, evitando llevar el jабalcón hasta el extremo del voladizo y estableciendo su conexión en un resalto continuo de dicho voladizo que actúa como una viga longitudinal. De este modo en la vista inferior del tablero quedan compensadas las zonas de paramentos lisos correspondientes a la tabla inferior y a los extremos de voladizos, dejando entre ellas el ritmo de los jабalcones.

La sección transversal se ha construido en dos fases (Fig. 5): La primera fase, el núcleo central que se corresponde con la losa inferior, las almas del cajón y la losa superior en una anchura de 14.6 m. Y la segunda, los voladizos laterales de 6.0 m apoyados sobre jабalcones, con los que se completa la anchura total del tablero.

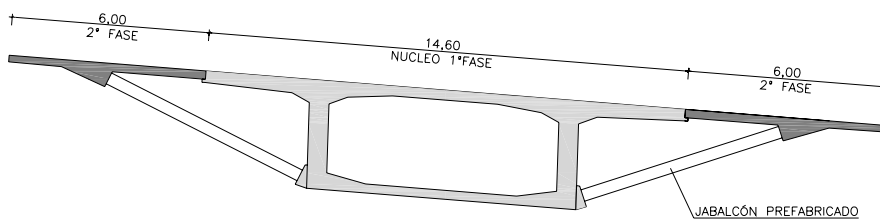


Fig. 5 Sección transversal: Fases de hormigonado

En cuanto al pretensado del tablero se han dispuesto cuatro tipos:

- Pretensado recto superior, compuesto por tendones de $15\phi 0,6''$ que se han puesto en tensión durante el avance en voladizos sucesivos.
- Pretensado recto inferior de continuidad, compuesto por tendones de $15\phi 0,6''$ tesados después de construir las dovelas de cierre.
- Pretensado exterior, compuesto por tendones de $31\phi 0,6''$ y tesado una vez construida la sección transversal completa.
- Pretensado transversal, compuesto por tendones de $4\phi 0,6''$ en vaina plana.

El pretensado se ha introducido progresivamente y el trazado de cada familia de tendones responde a los esfuerzos que se generan en los distintos esquemas estructurales.

En las figuras 6 y 7 se presentan las secciones de pretensado sobre pilas y en centro de vano.

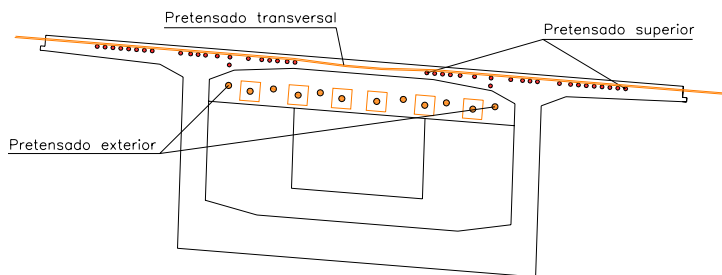


Fig. 6 Pretensado. Sección en dovela 0

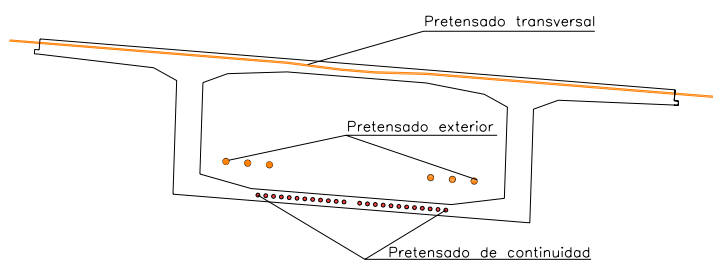


Fig. 7 Pretensado. Sección en centro de vano

3. Pilas

Las pilas son de fuste único con sección circular de 4.5 m de diámetro. Debido a la curva y al esviaje del cruce del IV cinturón, ésta es la forma que mejor comportamiento hidráulico presenta. En cabeza de pilas se ha dispuesto un capitel con forma de tronco de cono, cortado por planos verticales. Su forma sencilla y clara enlaza con los paramentos de las cartelas.

Debido a la escasa altura de las pilas, el tablero está simplemente apoyado en los capiteles mediante parejas de aparatos de apoyo. La cimentación de las pilas es profunda, habiéndose dispuesto en cada pila 9 pilotes de 2,0 m de

diámetro y 40,0 m de longitud. Los pilotes y encepados se ha ejecutados dentro de recintos de tablestacas hincados en penínsulas artificiales que se han construido alternativamente desde cada margen del río.

Se han dispuesto aparatos de apoyo de neopreno zunchado en las 2 pilas centrales y apoyos tipo pot en las pilas laterales y en los estribos.

4. Estribos

Los estribos son simples cargaderos de hormigón armado apoyados en pilotes de 2,0 m de diámetro y 40.00 m de longitud. En sus frentes, llevan una protección de escollera.

5. Proceso constructivo

El núcleo central del tablero se ha construido por voladizos sucesivos con dovelas hormigonadas "in situ" mediante carros de avance (Fig. 8), excepto en las zonas próximas a los estribos en donde se ha construido sobre cimbra apoyada en el suelo. Dado que las pilas no se empotran en el tablero, ha sido necesario disponer unas pilas provisionales para garantizar la estabilidad del tablero durante el avance en voladizo.



Fig. 8 Avance en voladizo: Pila y tabique provisional

Se ejecutó inicialmente la dovela cero sobre cada una de las cuatro pilas con cimbra apoyada en el terreno. A partir de éstas, se ejecutaron el resto de las dovelas en voladizo, hasta llegar al centro de los vanos y construir las dovelas de cierre.

Una vez construido todo el núcleo del tablero, se completó la sección transversal con sendos voladizos laterales contruidos mediante carros de encofrado que avanzaban sobre el tablero construido en tramos de 12.0 m (Fig. 10). Estos carros para la construcción de los voladizos, además de servir de encofrado tenían la capacidad de sostener los jabalcones prefabricados.

Una vez construida la sección completa, se puso en tensión el pretensado exterior.



Fig. 9 Vista general del viaducto en construcción (Núcleo central)



Fig. 10 Vista general del viaducto en construcción (voladizos laterales)



Fig. 11 Carro para construcción de voladizos laterales.

6. Realización

Propiedad: Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón

Dirección de obra: D. Rafael López Guarga

Empresa Constructora: UTE Ronda Este. (OHL y Construcciones Mariano López Navarro S.A.)

Proyecto y asistencia técnica a la dirección de Obra: Eipsa

Pretensado: CTT