

## VIADUCTO DE RAJADELL EN EL EIX DIAGONAL (C15/C27) EN MANRESA

### Luis MATUTE RUBIO

Ingeniero de Caminos, C. y P.

IDEAM, S.A.

Director General

[luis.matute@ideam.es](mailto:luis.matute@ideam.es)

### Francisco MILLANES MATO

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.

IDEAM, S.A.

Presidente

[general@ideam.es](mailto:general@ideam.es)

### Jorge NEBREDÁ SÁNCHEZ

Ingeniero de Caminos, C. y P.

IDEAM, S.A.

Ingeniero de Proyectos

[jorge.nebreda@ideam.es](mailto:jorge.nebreda@ideam.es)

**Materia:** Realizaciones. Puentes

### RESUMEN

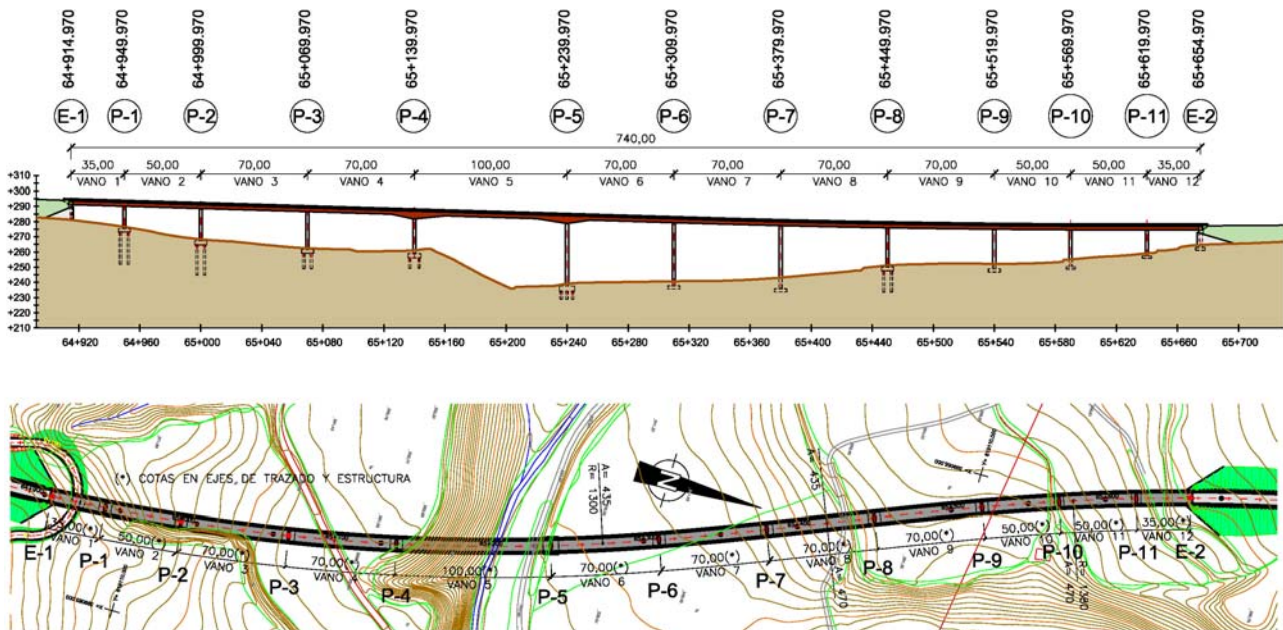
El artículo describe los aspectos específicos relativos al diseño y dimensionamiento del tablero y subestructura del viaducto de Rajadell, correspondiente a la estructura 65.1 del Eix Diagonal. Nova Carretera C-37, en Manresa (Barcelona).

El viaducto, construido a lo largo de 2011, une a unas cuantías de material competitivas una tipología de sección altamente industrializable, con cuidado en los detalles de forma que se pueda reducir el coste de fabricación, y la posibilidad de simultanear actividades para permitir ajustar los plazos de construcción.

**PALABRAS CLAVE:** Viaducto mixto, grandes luces, bijácena, industrialización, Cataluña

### 1. Descripción general de las estructuras

El viaducto, de 740 m de longitud, tiene una distribución de vanos de 35+50+70\*2+100+70\*4+50+35. En planta el trazado es en curva-contracurva, cambiando el centro de curvatura del interior al exterior, con radios de 1300 m y 1380 m respectivamente. El ancho es constante de 10.30 m, repartidos en dos carriles de 3.50 m, sendos arcenes de 1.00 m y barreras de 0.65 m. El tablero está formado por dos vigas metálicas de 2.45 m de canto y losa de 0.25 m. en el vano de 100 m se dispone un cartabón sobre pilas, con un máximo de 4.95 m de canto de metal.



**Fig. 1 Planta y alzado general del viaducto**

La sección bi-jácnica se compone exclusivamente de dos vigas unidas por un travesaño transversal en zona de flexión positiva, mientras que en zona de flexión negativa se cierra con una losa de hormigón inferior. La cuantía media de acero estructural es de  $173 \text{ kg/m}^2$ , quedando por debajo de  $200 \text{ kg/m}^2$  incluso el vano de 100 m de luz. Se han combinado uniones atornilladas y soldadas para optimizar la fabricación y el montaje.

La losa se compone de una prelosa semirresistente a todo ancho, completo, de tipo celosía, sobre la que se hormigona el resto de la losa in situ.

Las pilas, de 41 m de altura máxima, son de dimensiones constantes  $2.20 \times 6.00 \text{ m}$ . Las fuerzas horizontales se transmiten mediante neoprenos en las 7 pilas centrales y neoprenos-teflón en las pilas extremas. La cimentación es indirecta, mediante pilotes de 1200 mm en pilas 1, 2, 3, 5 y 8 y directa en el resto.



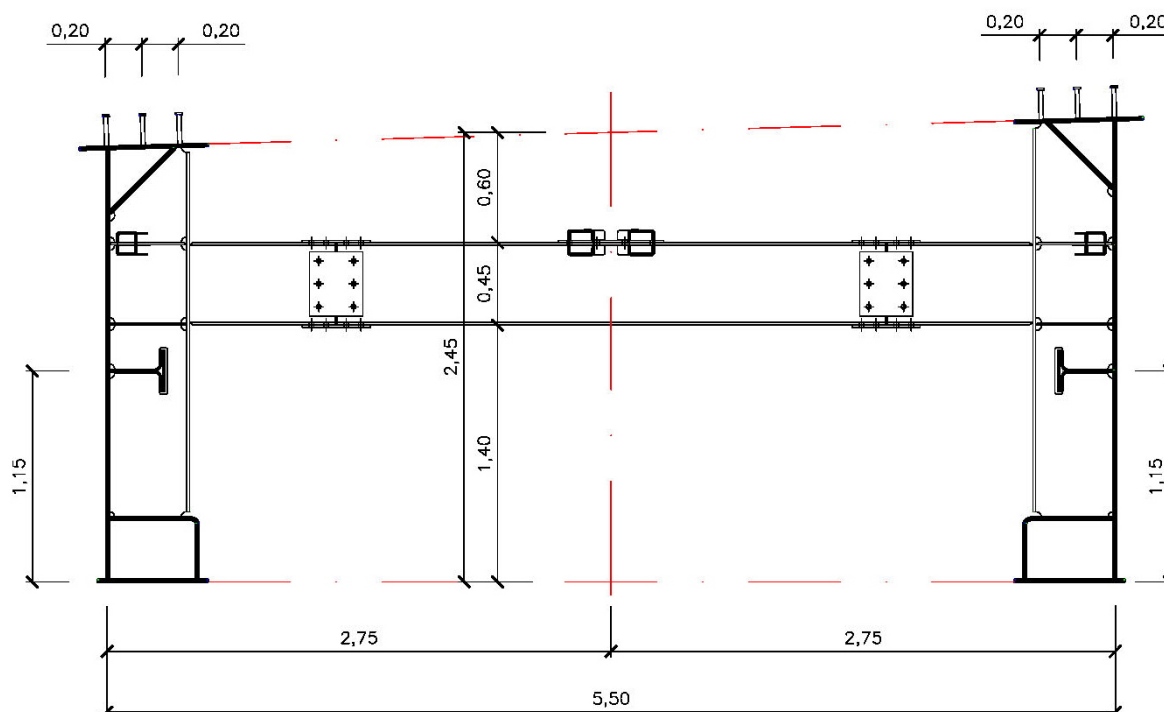
**Fig. 2 Vista general del viaducto**

## 2. La sección transversal

La sección transversal se ha diseñado de acuerdo a las necesidades de los talleres involucrados en la ejecución. Por necesidades de la obra, han intervenido dos talleres diferentes con diferentes filosofías de montaje.

En general, se ha buscado la mayor sencillez posible en los detalles. En esta línea cabe reseñar las siguientes soluciones:

- Sección doble viga, de forma que se eviten las grandes chapas de fondo altamente rigidizadas.
- Espesores máximos de 50 mm, evitando chapas excesivamente gruesas
- El peralte (de -2.86% a 2.84%) se consigue con variación de altura de almas, de forma que la sección transversal es siempre vertical.
- De este modo, el ala inferior es siempre horizontal y perpendicular al alma y sólo el ala superior va cambiando su inclinación, alineadas entre los extremos superiores de las almas
- Arriostramientos tipo marco en zona de flexión positiva, con soluciones atornilladas y soldadas en función de las preferencias de cada uno de los talleres (Fig 3 y 4)



**Fig. 3 Sección transversal metal: Marco atornillado**



**Fig. 4** Detalle de marco atornillado y de solución soldadas de una pieza

- Sección doble viga también en zona de negativos, con arriostramientos en celosía para evitar pandeo del cordón comprimido y doble acción mixta con prelosa semirresistente
- Arriostramientos horizontal en K para permitir espacios amplios que permitan la colocación de las prelosas inferiores



**Fig. 5** Vista de los arriostramientos superiores

### 3. Proceso constructivo

La construcción de la estructura ha tenido como objetivo la máxima simultaneidad de actuaciones, dada la longitud del viaducto.

En este sentido, se han considerado las siguientes actividades:

- Montaje en paralelo desde los dos estribos, con cierre final en el vano 5, de 100 m, condicionado por la no afección a la vegetación de ribera del arroyo Rajadell. Puntos de unión siempre situados en punto de inflexión.
- Colocación de prelasas de fondo y hormigonado de fondo con un decalaje de 1 vano con respecto a montaje de la estructura metálica.
- Colocación de placas superiores y hormigonado de losa superior con un decalaje de 1,5 vanos respecto al montaje de la estructura metálica.

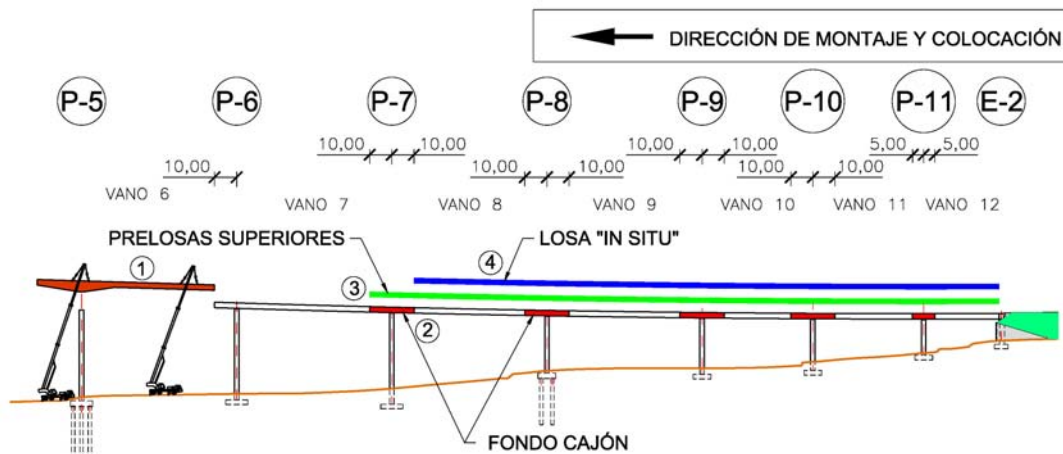


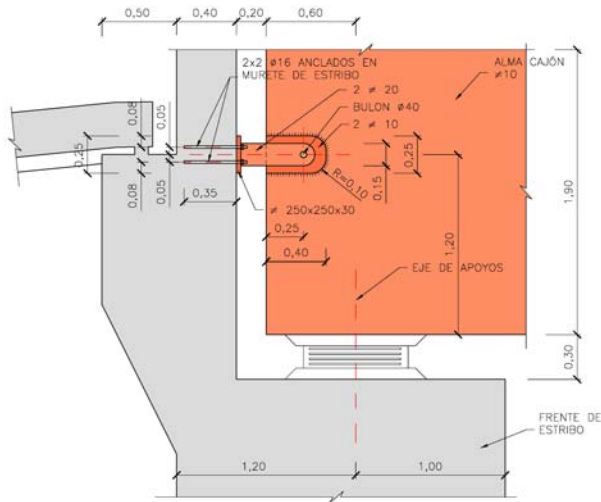
Fig. 6 Labores a simultaneizar durante el montaje

De esta forma, en el momento de colocar el último tramo metálico ( 60 m centrales del vano 5) se tendrán completados las losas superiores de los vanos 1,2 y 8 a 12, lo que supone algo más del 50% de las labores a realizar en el tablero.



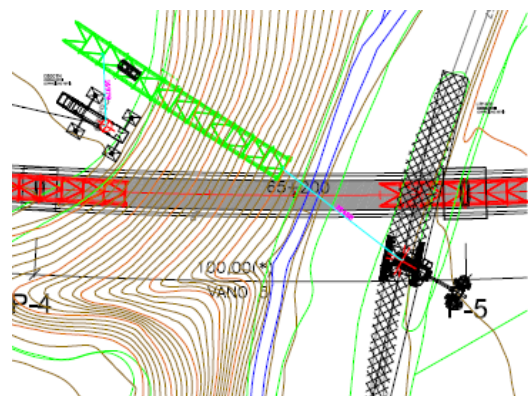
Fig. 7 Montaje del vano 10 y preparación de los vanos 1 a 3

Dado que la estructura está apoyada en neoprenos en sus pilas centrales y neoprenos-teflón en las laterales, ha sido necesario diseñar un sistema de punto fijo provisional en ambos estribos para las fases de montaje de estructura metálica



**Fig. 7 Detalle de apoyo neopreno teflón y fijación provisional en estribos**

El otro aspecto a considerar en el proceso constructivo es el montaje del vano 5, que debe respetar la vegetación de ribera del arroyo Rajadell. Esto obliga a una compleja operación de izado ubicando sendas grúas de gran capacidad, una en la parte superior junto a la pila 4 y otra en la parte inferior, delante de la pila 5, y a lanzar el tramo central desde arriba con un dolly, sujeta por la grúa superior, haciendo un cambio aéreo sobre los árboles para traspasar la pieza a la grúa inferior. Esta operación se efectuará previsiblemente en julio de 2011.



**Fig. 8 Zona a proteger en vano 5 (al fondo la pila 4) y posición de grúas**

Durante la operación se colocará la viga por encima de los árboles. Se han adoptado las precauciones oportunas (cuadrilla de bomberos, procedimientos de seguridad específicos) para evitar cualquier daño no previsto sobre la vegetación, máxime cuando la operación se llevará a cabo en pleno verano y se harán operaciones de soldadura en altura.



**Fig. 9 Montaje a principios de mayo de 2011**

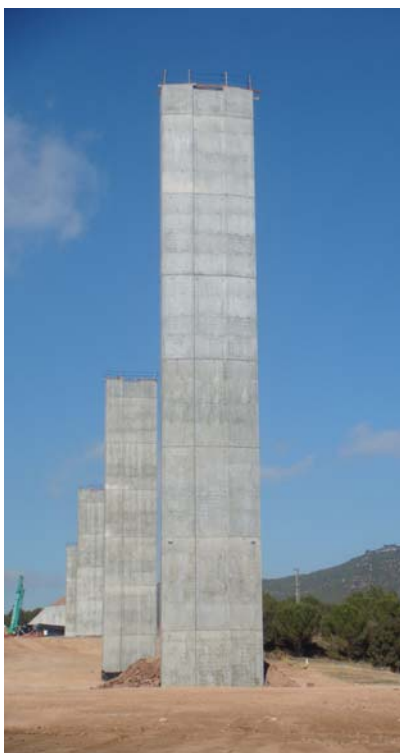
#### **4. Otros aspectos relevantes**

Se ha estudiado con especial cuidado el sistema de apoyos de la estructura, con dos objetivos básicos:

- Maximizar el número de pilas colaborantes a resistir esfuerzos longitudinales.
- Reducir la longitud de pandeo equivalente en las pilas, y minimizar los esfuerzos de segundo orden.
- Conseguir flexibilidades adecuadas como para que la hipótesis sísmica (reducida, con  $a_b = 0.04 g$ ) no condicione en ningún caso sobre las demás cargas horizontales (viento, reológicas, frenado)

La solución adoptada ha sido disponer apoyos de neoprenos, suficientemente altos como para poner en juego 7 pilas, entre las que llegan a estar algunas pilas de altura moderada, lo que mejora sensiblemente la resistencia a pandeo de las pilas centrales más altas. Sólo tienen teflón las dos pilas más extremas y los estribos, que en cualquier caso tiene un apoyo guiado, con movimiento transversal impedido.

En consecuencia, las cuantías de armado vertical y las cimentaciones se han optimizado, con cuantías interesantes para un viaducto de estas luces.



**Fig. 10 Pilas. Alzado de pila 5 y vista general**

### **5. Participantes en el proyecto**

Propiedad: Generalitat de Catalunya. Direcció General de Carreteres (GISA)

Director de Obra: Julián Mansilla

Proyecto y Apoyo Técnico a la Obra: IDEAM S.A.: Luis Matute, Jorge Nebreda, Jordi Pascual

Empresa Constructora: Dragados

Equipo de Producción de Dragados: Daniel García Collado, Juan Manuel Ruiz Gentil