







# Viaducto del Sot de l'Ullar (o del Torrent de Can Bosc)

Sot de l'Ullar viaduct (or Torrent de Can Bosc viaduct)

## Manuel Reventós Rovira<sup>a</sup>, Jaume Guàrdia Tomàs<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Administrador e ingeniero de caminos, canales y puertos. Enginyeria Reventós, S.L. <sup>b</sup> Jefe departamento de estructuras e ingeniero de caminos, canales y puertos. Enginyeria Reventós, S.L.

#### RESUMEN

El viaducto del Sot de l'Ullar (o del torrent de can Bosc) forma parte de la variante de Sant Feliu de Codines de la C-59; es un pórtico mixto de 515 m de longitud con la rasante a 50 m de altura sobre el fondo del valle. El viaducto está resuelto con 5 luces de 60 + 118,5 + 158 + 118,5 + 60 m, con 2 pilas verticales y 4 inclinadas formando 2 uves. El tablero tiene 7 luces de 60 + 5x79 + 60 m y está formado por dos vigas de acero y losa superior de hormigón (o también inferior sobre pilas) conectadas (doble acción mixta). Es un ejemplo de empleo de tecnologías usuales en luces medias para resolver una gran luz.

#### **ABSTRACT**

The viaduct of Sot de l'Ullar (or Torrent de can Bosc) is part of the Sant Feliu de Codines ring road in the C-59; it is a frame bridge with inclined legs of 515 m long with the profile at 50 m high above the valley. The viaduct is 5 spans of 60 + 118.5 + 158 + 118.5 + 60 m, with 2 vertical piers and 4 inclined legs forming two 'V'. The deck is 7 spans of 60 + 5x79 + 60 m and is formed by two steel girders and a top concrete slab (and bottom slab on piles) connected (double mixed action). It is an example of the use of usual technologies in medium lights to solve a great light.

PALABRAS CLAVE: puente, viaducto, pórtico, mixto, gran luz, singular. KEYWORDS: bridge, viaduct, frame, composite, great span, singular.

# 1. Emplazamiento y trazado

La variante de Sant Feliu de Codines de la C-59 rodea la población por el oeste y el norte, la orografía es muy accidentada, subiendo 175,5 m de cota en 4.054 m de longitud con una pendiente media del 4,33%. El viaducto está situado en el extremo sur y es muy visible desde la población que está situada a nivel algo más alto.

El trazado en la zona del puente tiene planta sinuosa con 6 alineaciones (recta, clotoide, círculo de radio 700 m, clotoide, las tres a izquierdas, recta y clotoide final a derechas). El peralte se ajusta a esta definición en planta y varía con ella. La pendiente longitudinal es constante del 2,4% excepto en los 67 m iniciales y en los 54 m finales que están en acuerdo vertical, ambos cóncavos.

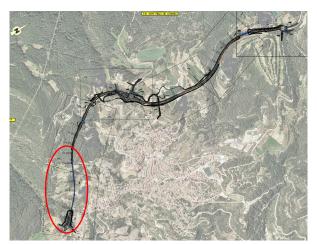


Figura 1. Planta de la variante. Situación el viaducto.

# 2. Impacto visual. Estudio de alternativas y paisajístico

En la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se hacía hincapié especialmente en el impacto paisajístico del viaducto; a tal fin se realizó un estudio de alternativas con 12 variantes de las cuales se escogieron 3 para un análisis técnicopaisajístico más depurado.

El estudio acabo concluyendo que "se considera que la alternativa de pilas inclinadas es

la más adecuada ya que tiene equilibrio correcto entre su mucho mejor impacto paisajístico y mejor mantenimiento y robustez frente al coste adicional respecto a la alternativa de 6 pilas verticales". [La alternativa de 15 pilas, la del Estudio Informativo original, se había descartado antes por coste, impacto ambiental y paisajístico].

## 3. Descripción del puente

# 3.1 Descripción general

El puente tiene 515 m de longitud entre ejes de apoyo extremos.

Las características básicas del puente son:

- Distribución de luces: 60 m + 118,5 m + 158 m + 118,5 m + 60 m. (medido sobre el eje en planta)
- Anchura de la plataforma: 11,20 m

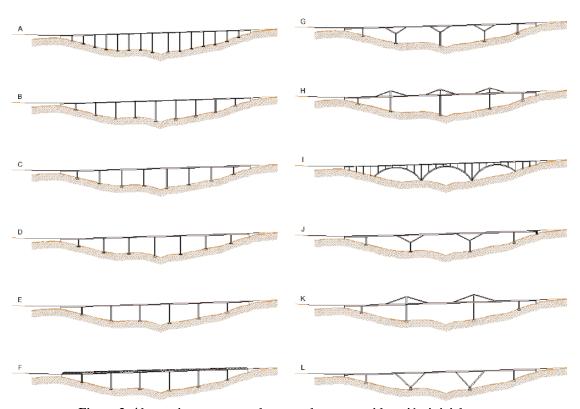


Figura 2. Alternativas estructurales tomadas en consideración inicialmente.



Figura 3. Alternativas seleccionadas en primera instancia. Estudio paisajístico.



Figura 4. Alternativas seleccionadas en primera instancia. Estudio paisajístico.

#### • Tablero:

- O Tipología: mixto con dos vigas metálicas, losa superior de hormigón y losa inferior entre almas en las zonas de pilas. Tiene marcos transversales de rigidización cada 4 m.
- O Distribución de apoyos: 60 m + 5 x 79 m + 60 m. (medido sobre el eje en planta)

- o Canto: constante de 3,10 m, vigas metálicas canto constante de 2,8 m.
- Separación entre vigas: superior 6,30 m, inferior 6 m. Almas inclinadas con una relación: 0,15/2,8.
- o Espesor de las losas de hormigón: superior 0,30 m, inferior 0,40 m.





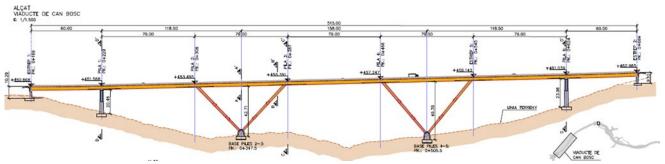


Figura 5. Alzado del viaducto.

#### • Pilas:

- 2 pilas de hormigón armado de 20 y 23,50 m de altura. Están formadas por un fuste de 3,40x2,80 m en la cara superior y de 5x3,40 m (P1) y 5,28x3,50 m (P6) en la sección inferior. A 10 m de la cara superior del fuste hay dispuestos dos triángulos laterales de 1,5 m de espesor y altura de 10,46 m que soportan una superficie de 2x1,50 m que es la que recibe los aparatos de apoyo del tablero.
- Estribo sur. Es un estribo cerrado clásico de 9,85 m de altura total y 1,84 m de espesor en el pie. Tiene dos aletas.

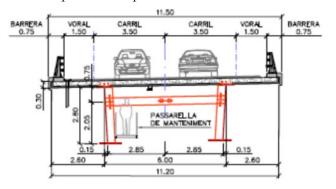


Figura 6. Secciones tipo del tablero en centro de vano.

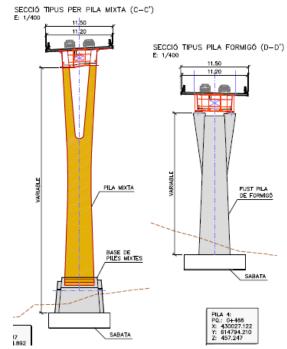


Figura 7. Pilas.

- Todos los cimientos son directos con zapatas hormigonadas directamente contra la roca, también lateralmente, sin encofrar. De las zapatas de las pilas inclinadas, P2-3 y P4-5, sobresale un plinto trapezoidal que recoge ortogonalmente cada una de las pilas.
- Los aparatos de apoyo de pilas y estribos son tipo POT, libre y guiado por parejas.

#### • Acabados:

- o Pavimento de 8 cm de MBC.
- o Imposta prefabricada de hormigón.
- o Barrera metálica tipo PMC2/10e
- Se disponen lateralmente sobreespesores en relieve en todos los plintos trapezoidales de las pilas inclinadas.
- El encofrado de las partes a la vista de las pilas de hormigón, plintos y estribos es de tablero machihembrado.

#### • Servicios:

- O Plataforma interna de mantenimiento donde no hay losa inferior con pasos de hombre en las secciones de pila.
- o Bandeja para paso de servicios.

# 3.2 Geometría de las pilas inclinadas

Las pilas inclinadas mixtas son de geometría compleja. La necesidad de que las chapas laterales de las pilas inclinadas concuerden con las de las almas del tablero hace que la geometría de las pilas inclinadas sea peculiar, sus características son:

- Las pilas siguen la tangente al tablero en el punto donde intersecan con este, de forma que los puntos de apoyo sobre el terreno se desplazan ligeramente de la proyección en planta del trazado del punto medio entre pilas.
- En el caso de las pilas 2 y 3, al estar los puntos superiores de ambas pilas sobre la alineación de radio 700, la definición hace que el desplazamiento transversal del punto de apoyo inferior sea el mismo en ambos (a 1,116 m de la proyección en planta del punto medio entre pilas); coinciden en el punto inferior.

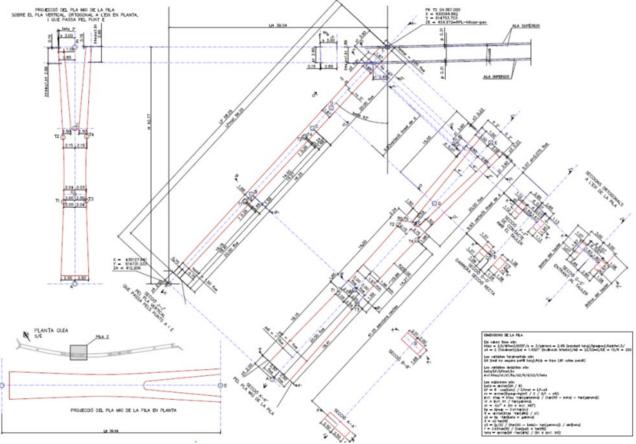


Figura 8. Plano de definición geométrica de una pila inclinada.



# VIII Congreso de la Asociación Española de Ingeniería Estructural ACHE



- En el caso de las pilas 4 y 5, al estar los puntos superiores sobre una clotoide, el desplazamiento es diferente por cada pila y los puntos de apoyo inferior no coinciden en planta (están respectivamente a 0,770 y 0,176 m de la proyección en planta del punto medio entre pilas).
- La longitud metálica de las pilas varía entre 54,87 y 60,50 m. (Dimensiones medidas en verdadera dimensión, no proyectadas sobre el perfil longitudinal).
- El ángulo del eje las pilas con la vertical varía entre 44 y 39°. (Ángulos medidos en verdadera dimensión, no proyectados sobre el perfil longitudinal).
- Tienen cnato variable entre 1,5 m (en el cimiento) y 2 m (en el tablero), simétrico respecto al plano medio de la pila.
- La anchura del plano medio de la pila es variable, 5 m en el punto inferior, pasando a medir unos 4 m a 20 m del punto inferior (inclinación hacia el interior 1/40) para tener 6 m en el punto superior donde tiene una inclinación hacia el interior que depende del peralte, la pendiente longitudinal, la inclinación de las almas y la inclinación de la pila. Los radios de acuerdo laterales son de 250 m y no son simétricos respecto el plano vertical que contiene el eje de la pila. A una distancia de 20 m del punto superior, la pila se subdivide transversalmente en dos pilas, variando la anchura de ambas ramas entre 1,5 m (inferior) y 1 m (superior).
- Las secciones transversales de la pila son rectas hasta a 15 m del punto superior, entre este punto y el de contacto con el tablero, ya en la zona de dos ramas, se

hacen linealmente romboédricas con un pequeño desplazamiento respecte el plano medio de la pila (hacia afuera la parte superior y hacia adentro la inferior), es así para que en el contacto con el tablero las chapas laterales de la pila sean coplanares con las almas del tablero.

### 4. Procedimiento constructivo

El procedimiento constructivo es como sigue:

- Desbroce y acondicionamiento del terreno. Movimiento de tierras. Caminos de Desvío plataformas obra. provisional del torrente de can Bosc (ver figura 10).
- Cimientos. Excavación, ferrallado y hormigonado, incluidos los de los puntales provisionales.
- Plintos pilas de las inclinadas. Encofrado, ferrallado y hormigonado.
- Alzados 1. Pilas de hormigón y Estribos.
  - Pequeñas Encofrados. cimbras. Ferrallado y hormigonado.
  - o Colocación de los aparatos de apoyo.
- Alzados. Pilas inclinadas mixtas (ver figura 9):
  - Montaje de puntales provisionales.
  - o Prefabricación en taller y transporte a la obra.
  - Ensamblaje de piezas en obra (si procede a causa del transporte).
  - o Izado de piezas a la posición definitiva con grúa, conexión o soldadura con el cimiento o la pieza Pesos precedente. aproximados entre 15 y 80 T.
  - o Atirantamiento horizontal provisional entre pilas.





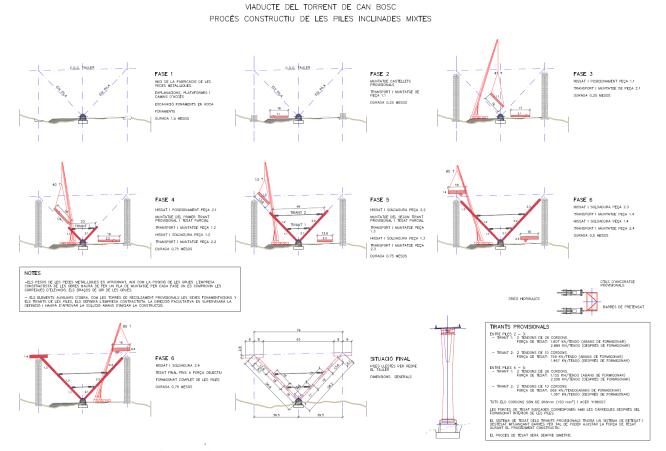


Figura 9. Plano del proceso constructivo de las pilas inclinadas.

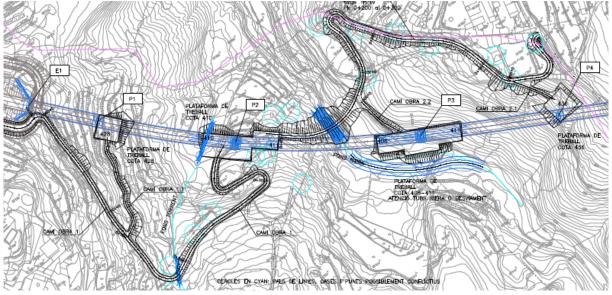


Figura 10. Plano de caminos y plataformas de trabajo provisionales de obra, incluye desvío del torrente.

#### PROCÉS CONSTRUCTIU DEL TAULER

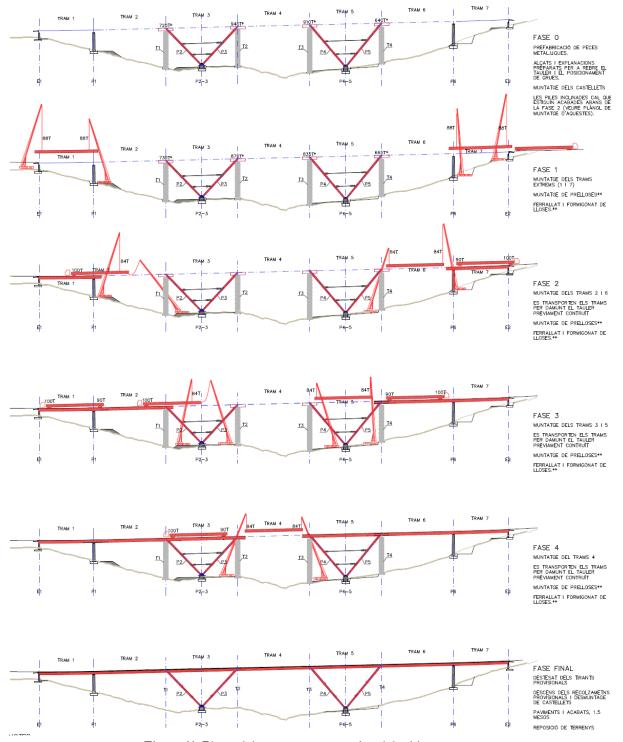


Figura 11. Plano del proceso constructivo del tablero.

- o Repetición del ciclo de montajeatirantamento (y retesados) hasta la pieza que lleva incorporada parte del tablero (capitel) apoyada en el puntal
- provisional correspondiente. Esta es la pieza que más pesa 80 T.
- o Hormigonado de la pila.
- Tablero (ver figura 11):

- Prefabricación en taller y transporte a la obra.
- o Ensamblaje de piezas en obra (si procede a causa del transporte).
- o Montaje de los tramos extremos.
- Montaje de prelosas prefabricadas de los tramos extremos.
- Soldeo de conectores.
- Ferrallado y hormigonado de la losa inferior y la losa del tablero del tramo recién montado.
- Con el hormigón endurecido, transporte del tramo metálico casi completo por los tramos de tablero previamente construido. Alimentación por ambos extremos del puente.
- o Izado, lanzamiento y montaje del tramo metálico con grúas. Peso aprox. 170 T.
- O Soldadura con el tramo precedente (excepto los tramos extremos).

- Montaje de prelosas prefabricadas del tramo reci\u00e9n montado.
- o Soldeo de conectores del tramo recién montado.
- Ferrallado y hormigonado de la losa inferior y la losa del tablero del tramo recién montado.
- Repetición del ciclo de ensamblajetransporte-montaje-soldadura del tramo metálico y prelosasconectores-ferrallado-hormigonado del tramo de tablero hasta cerrar el tablero completo.
- o Liberación del atirantamento provisional de las pilas.
- Desmontaje de los puntales provisionales y demolición de sus cimientos.
- Acabados. Está previsto hacerlos desde la superficie del tablero.
  - Reposición de terreno a su situación original.

# 5. Infografías del viaducto



Figura 12. Vista Implementada sobre fotografía.



Figura 13. Vista Implementada sobre fotografía.



Figura 14. Vista Implementada sobre topografía digital