

# VIADUCTO SOBRE EL RÍO JÚCAR

**Carlos SIEGRIST FERNÁNDEZ**

Dr. Ingeniero de Caminos

SIEGRIST Y MORENO S.L.  
csiegrist.sym@ciccp.es

**Miguel Ángel UTRILLA ARROYO**

Ingeniero de Caminos

SIEGRIST Y MORENO S.L.  
utrilla.sym@ciccp.es

**Guillermo SIEGRIST RIDRUEJO**

Ingeniero de Caminos

SIEGRIST Y MORENO S.L.  
gsiegrist.sym@ciccp.es

## Resumen

El Viaducto sobre el río Júcar está ubicado en el Tramo Puebla Larga-Alcira, del Nuevo Acceso Ferroviario de Alta Velocidad de Levante. Se trata de un viaducto de tres vanos de luces 32-80-32 metros con una longitud de 144 metros. El canto de la sección es variable, con la singularidad de aumentar por encima de la rasante del tablero, de un valor máximo de 8.50 metros sobre pilas a 2.75 metros en estribos y centro de vanos.

**Palabras Clave:** viaducto, hormigón pretensado, encofrado, empuje.



*Fig. 1 Vista general del viaducto*

## 1. Introducción

La Línea de Alta Velocidad de Madrid a Valencia, en su paso sobre el río Júcar en el tramo Puebla Larga-Alcira, discurre paralela al actual trazado del Ferrocarril Madrid-Valencia, a una distancia de quince metros entre ejes de ambos trazados y, prácticamente, a la misma cota de altura.

El viaducto actual de Renfe, es una viga triangulada metálica, de 69 metros de luz, con tablero inferior, ya que la cota de inundación del río es la 21.10, por lo que no hay posibilidad de disponer la estructura debajo de la vía. Este mismo condicionante se plantea en el viaducto a construir para la Línea de Alta Velocidad. El paramento inferior del tablero se dispone a la cota 22.469, cumpliendo con la Declaración de Impacto Ambiental, que impone un resguardo mínimo de un metro sobre la cota de máxima avenida.



Fig. 2 Puente existente de Renfe

Por otro lado, con el vano central de 80.00 metros se consigue un doble objetivo: se libra el cauce normal del río de cualquier apoyo definitivo, al igual que el actual puente de RENFE, y se respeta el ancho de protección de vegetación de ribera indicado en la Declaración de Impacto Ambiental.

Asimismo la solución planteada deja 14 metros de gálibo mínimo horizontal entre paramentos interiores de estructura.

El trazado en planta se desarrolla en alineación recta, y en alzado es horizontal.

## 2. Descripción

La solución adoptada consiste en un puente continuo de hormigón pretensado de tres vanos, de luces 32-80-32 metros y canto variable.

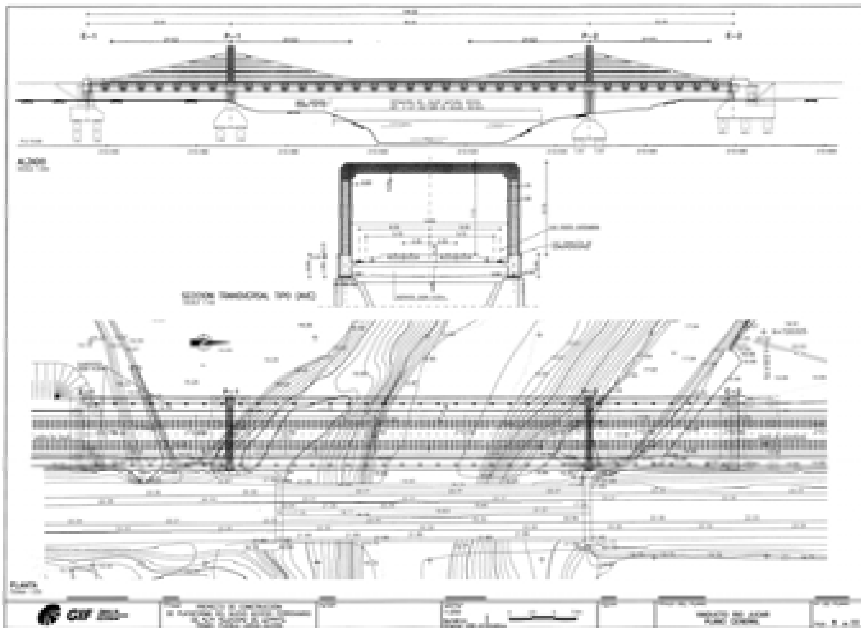


Fig. 3 Plano general

## 2.1 Tablero

El tablero se compone de dos vigas laterales de hormigón pretensado de 1.00 metro de espesor y 2.00 metros de canto, a todo lo largo de la estructura. La separación transversal entre ejes es de 15.00 metros, resultando un ancho total del tablero de 16.00 metros. La longitud de las vigas es de 146.00 metros, como resultado de sumar a la distancia entre ejes de estribos de 144.00 metros, dos entregas de 1.00 metro.

Sobre las vigas anteriores y en una longitud de 26.625 metros a ambos lados de cada pila, se disponen unas "velas" triangulares de hormigón de 0.70 metros de espesor y altura variable linealmente de 0.75 a 6.50 metros, de esta forma se consigue un canto superior suficiente para salvar la luz central de 80.00 metros. En el resto de longitud de las vigas las velas se prolongan en una altura constante de 0.75 metros. El canto resultante es variable de 2.75 a 8.50 metros en una longitud de 26.625 metros a ambos lados de las pilas, y constante de 2.75 metros en el resto de las vigas longitudinales.



*Fig. 4 Empuje (2ª fase). Apoyos provisionales para ejecución de tablero*

En los ejes de pilas se dispone un pórtico transversal de rigidez, de sección rectangular de 1.50 metros de ancho y 1.00 metro de canto y una altura de 8.15 metros sobre paramento superior de las vigas longitudinales. En los hastiales del pórtico se empotran las "velas" triangulares.

Para una mejora estética del alzado del puente en los paramentos triangulares de las "velas" anteriores, se disponen rehundidos longitudinales de 2 centímetros de profundidad y 10 de altura, separados 1.00 metro en vertical.

Para formar el tablero se disponen unos nervios transversales cada 4.00 metros, en vientre de pez, de canto variable parabólicamente de 0.60 a 0.96 metros. y un ancho de 0.75 metros. Los nervios coincidentes con los ejes de pilas y estribos de disponen de canto constante de 0.969 metros y ancho de 2.00 metros. Sobre los nervios se hormigona una losa de 20 cm de canto en el extremo y 34 cm en el centro. La ejecución de la losa se realiza en dos fases. En primer lugar se colocan, apoyándose en los nervios, unas prelasas autorresistentes que sirven de encofrado y a la vez son colaborantes, llevan incorporada la armadura longitudinal inferior de la losa y la armadura de conexión con el hormigón puesto en obra. Sobre estas prelasas se coloca la ferralla adicional del tablero. Y en segundo lugar, se hormigona el resto de la losa hasta conseguir su dimensión definitiva.



*Fig. 5 Ejecución nervios transversales*

Coincidentes con los nervios y en los paramentos exteriores de las vigas laterales se sacan unos recrecidos de 0.17 metros de espesor, en una altura igual al canto de las vigas menos los 0.30 metros inferiores.

Debido a la descompensación entre luces de vanos extremos, 32.00 metros y luz del vano central 80.00 metros, es necesario anclar verticalmente el tablero a los estribos. Para ello se materializan, coincidiendo con los extremos de las vigas longitudinales laterales, unas medias maderas de 1.40 metros de canto que encastran en los estribos.



*Fig. 6 Media madera del anclaje del tablero al estribo*

El pretensado se compone de las siguientes familias:

- *Pretensado longitudinal:*
  - Pretensado de lanzamiento: 4 cables de 31 torones de  $\phi 0,6''$  por cada viga longitudinal.
  - Pretensado de continuidad: 6 cables de 31 torones de  $\phi 0,6''$  por cada viga longitudinal de estribo 1 a estribo 2, más 3

cables de 31 torones de  $\phi 0,6''$  por cada viga longitudinal dispuestos en el vano central.

Tanto el pretensado de lanzamiento como el de continuidad de extremo a extremo se anclan en el frente de las vigas laterales. El pretensado de continuidad del vano central se ancla en cuñas laterales que se sacan de las vigas longitudinales bajo la losa del tablero.

- *Pretensado transversal:*

El pretensado transversal se dispone en los nervios y consiste en dos cables de 24 torones de  $\phi 0,6''$  y tres cables de 24 torones de  $\phi 0,6''$  en los nervios de pilas y estribos.

En todos los nervios el pretensado se ancla en los recrecidos exteriores de las vigas longitudinales.

## 2.2 Pilas y estribos

Las pilas se componen de dos fustes cada una de sección rectangular de ancho transversal variable hacia el interior del tablero. La sección en coronación es de 1.80 metros en sentido transversal por 2.60 metros en sentido longitudinal, idéntica para los dos fustes de pilas. El ancho longitudinal se mantiene y el transversal es variable en función de la altura del fuste, con una inclinación de  $65^\circ$  con la horizontal. La sección se acartela en los cuatro vértices.

Los dos fustes se unen transversalmente mediante un tabique de 0.60 m de espesor.

Transversalmente se pretensan en coronación mediante cuatro cables de 19 torones de  $\phi 0,6''$ .

La cimentación es profunda mediante 8 pilotes de 1.80 metros de diámetro cada pila con un encepado de 8.50x16.80 metros de planta y canto variable en sentido longitudinal, entre 4 metros bajo fuste a 1.50 metros en el extremo. La longitud de los pilotes es de 40 metros en la pila 1 y 47 metros en la pila 2.

El apoyo del tablero se realiza mediante aparatos tipo "POT" de 2800t, disponiéndose, uno guiado y otro libre.

Los estribos son muros de hormigón armado de 2.50 metros de espesor el estribo 1 y 3.50 metros de espesor el estribo 2. El intradós de ambos estribos se hormigona con un acabado similar al de las pilas.

Su cimentación es profunda mediante pilotes de 1,80 metros de diámetro; 4 en el estribo 1 y 12 en el estribo 2, y encepados de 7.30x16.80x3.60 en el estribo 1 y 12.80x16.80x3.60 en el estribo 2. La longitud de los pilotes es de 38 metros en el estribo 1 y 56 metros en el estribo 2.

En ambos estribos se realiza el anclaje vertical del tablero mediante ménsulas de hormigón pretensadas, con barras  $\phi 47$  de acero de alta resistencia, en las que se encastra la media madera del tablero.

El anclaje longitudinal del tablero se materializa en el estribo 2 y se compone de seis barras  $\phi 47$  pretensadas por cada viga longitudinal. Se disponen en el interior del tablero y bajo la losa del mismo. Se anclan, en un extremo en el nervio transversal del estribo, y en el otro en el murete del estribo.

En el estribo 2 se dispone la galería de inspección del anclaje longitudinal.

El apoyo del tablero se realiza mediante aparatos tipo "POT" de 500t entre el tablero y la ménsula de anclaje vertical del tablero al estribo, y de 1300t entre el tablero y el altar del estribo, necesario para el empuje del tablero, que no se retira al finalizar el mismo.

## 3. Proceso constructivo

A continuación se describen los trabajos necesarios para la realización de la estructura del Viaducto sobre el río Júcar.

La estructura se realizará en dos mitades iguales conectándose entre ellas mediante el hormigonado de una dovola de cierre y el tesado de los cables de la última fase de pretensado. Las dos mitades se ejecutan en una posición retranqueada respecto de su posición final, trasladándose a ésta mediante operaciones de empuje.

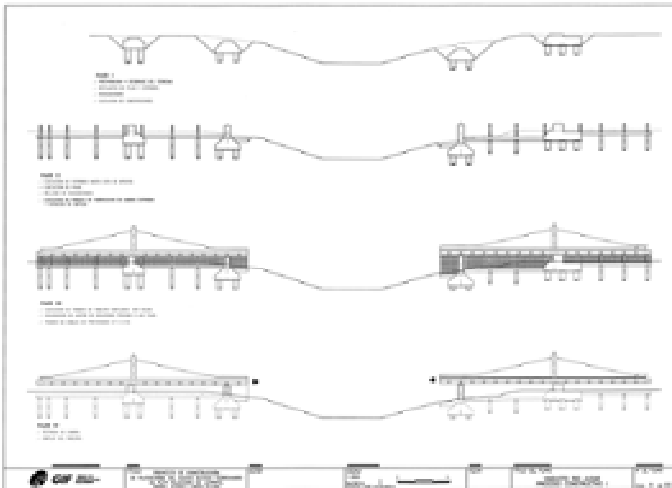


Fig. 7 Proceso constructivo I

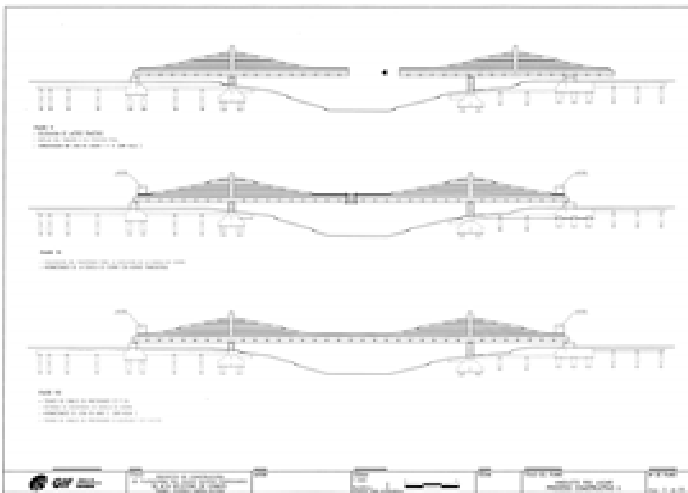


Fig. 8 Proceso constructivo II

El procedimiento para la ejecución de las dos mitades es similar en todos los trabajos, Así que, lo indicado a continuación para la mitad de estribo 1 a pila 1, es de aplicación a la correspondiente de pila 2 a estribo 2.

### 3.1 Cimentaciones y vigas de cimbrado

Previamente a la ejecución de las cimentaciones se realizará el desbroce y preparación del terreno, así como los trabajos de replanteo necesarios.

Posteriormente se realizarán los pilotajes del estribo 1 y de la pila 1, y de las vigas zuncho sobre las que se apoya la cimbra para el hormigonado de las vigas principales del tablero.

Terminado el pilotaje, se procede a la realización de las excavaciones necesarias para la ejecución de las vigas zuncho de cimbrado y de los encepados del estribo 1 y de la pila 1.

Se ejecutan las vigas zuncho y los encepados

En los encepados se dejarán dispuestas las armaduras en espera para el hormigonado de los alzados de estribos y pilas.

### 3.2 Alzado de estribos y pilas, pilares provisionales

Los estribos se ejecutan en dos fases. En la primera se levantan los muros alzados de los estribos hasta la meseta de apoyo del tablero, necesarios para el empuje del tablero, y en la segunda se ejecuta el resto del estribo y se materializa el anclaje vertical del tablero.

Sobre el encepado de la pila 1 se levanta su alzado en una sola fase, realizándose el tesado de los cables superiores.

Sobre los pilotes de las vigas zuncho de cimbrado se levantan pilares provisionales de 0.60x0.60 metros, para el apoyo de las vigas principales durante el hormigonado de los nervios transversales y velas.

### 3.3 Colocación de cimbra

Se dispone la cimbra necesaria para el hormigonado de las vigas principales correspondientes a la mitad del tablero entre estribo 1 y pila 1, y los nervios transversales correspondientes a dicha mitad.

### 3.4 Ejecución semitablero

La mitad del tablero a ejecutar corresponde a una longitud de 70.50 metros; 32.00 metros del vano 1, más 38.50 metros del vano 2, más 1.00 metro de entrega en el estribo 1.

Los 3.00 metros centrales del vano 2 son los correspondientes a la dovela de cierre.

En la posición de hormigonado anterior al comienzo del empuje del semitablero, el eje de la pila 1 coincide con el eje del estribo 1.

Las fases de ejecución son las siguientes:

- Ejecución de las vigas principales del tablero y de los nervios transversales de estribos, pilas y el situado sobre la pila en la posición de fabricación del semitablero.



*Fig. 9 Nervios transversales y encofrado de velas*

- Tesado de los cables de pretensado de los nervios transversales.
- Descimbrado de las vigas principales y de los nervios transversales ejecutados.
- Ejecución del resto de los nervios transversales y retirada de la cimbra. Tesado de sus correspondientes cables de pretensado.
- Sobre las vigas principales se levantan las velas y el pórtico transversal en el eje de la pila.

- Tesado de los cables de pretensado denominados C7 y C8, para el empuje.
- Liberación del apoyo de las vigas principales sobre los pilares provisionales.

### 3.5 Empuje del semitablero

Se realiza el empuje del semitablero hasta su posición definitiva en dos fases, hasta completar los 32 metros de recorrido total.

- Empuje parcial del semitablero ejecutado con un recorrido de 28 metros.
- Hormigonado de la losa sobre nervios transversales en el vano 1:
  - Colocación de prelosas
  - Ferrallado adicional
  - Hormigonado resto de la losa



*Fig. 10 Losetas semirresistentes*

- Tesado de los cables de pretensado C9 y C10.
- Realización del resto del empuje, recorrido de 4.00 metros, hasta colocar el semitablero en su posición final.
- Tesado de las barras de anclaje provisional vertical del tablero al estribo 1.





*Fig. 11 Proceso de empuje*

### 3.6 Ejecución del resto del tablero. Cierre de la estructura

Una vez finalizado el empuje, las fases hasta el cierre de la estructura son las siguientes:

- Ejecución de la dovela de cierre del vano 2 y del nervio transversal central del vano 2. El sistema de encofrado necesario para el hormigonado del cierre se lanza colgado del extremo del voladizo de uno de los semitablero. Posteriormente se gira y se cuelga del extremo del voladizo del otro semitablero.



*Fig. 12 Encofrado de dovela de cierre*

- Tesado de los cables de pretensado C3 y C4.
- Colocación del lastre de seguridad en estribos 1 y 2.
- Retirada del encofrado para la ejecución de la dovela de cierre.
- Hormigonado de la losa sobre nervios transversales en el vano 2:  
Colocación de prelasas

Ferrallado adicional

Hormigonado resto de la losa

- Tesado de los cables de pretensado denominados C1, C2, C5, C6 y C11 a C13. Para poder tesar los cables denominados C11 a C13 no se dispondrán las prelosas coincidentes con sus anclajes.
- Cierre de los huecos para tesado de los cables denominados C11 a C13.

### **3.7 Hormigonado segunda fase de alzado de estribos. Retirada anclaje provisional**

- Se ejecuta la segunda fase del alzado de los estribos 1 y 2. Se hormigonan las ménsulas que materializan el anclaje vertical del tablero a estribos, y se tesan las barras pretensadas.

Se retiran los anclajes y lastres provisionales de los estribos 1 y 2.

### **Ficha Técnica**

ADMINISTRACIÓN: ADIF, Administrador de Infraestructuras Ferroviarias  
Gerente del Tramo: José Ogayar Martos  
Director de Obra: Raúl Miranda Miguel  
AUTORES DEL PROYECTO: Miguel Angel Utrilla Arroyo, Carlos Siegrist Fernández  
(SIEGRIST Y MORENO, S.L.)  
CONSTRUCCIÓN: ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A.  
Delegado de zona: Guillermo Rey Gómez  
Jefe de Obra: Tomás Camero Uclés  
Jefe de Oficina Técnica: Gerardo Hurtado Chinchilla  
Jefe de Producción: Fernando Juan Dolz  
SISTEMA DE EMPUJE: MEKANO4, S.A.  
Director de Proyectos Especiales: Raimon Rucabado  
Departamento de Obras: Germán Barés  
ASISTENCIA TÉCNICA A LA  
DIRECCIÓN DE OBRA: U.T.E. SENER-ELSAMEX