

EL VIADUCTO MIXTO SOBRE EL RÍO TAJO EN TALAVERA DE LA REINA

THE COMPOSITE STEEL-CONCRETE VIADUCT OVER THE RIVER TAJO IN TALAVERA DE LA REINA.

**Francisco MILLANES
MATO**

Dr. Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Presidente
general@ideam.es

Luis MATUTE RUBIO

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director General
luis.matute@ideam.es

Miguel ORTEGA CORNEJO

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director de Ingeniería
miguel.ortega@ideam.es

**Daniel MARTÍNEZ
AGROMAYOR**

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Director del Departamento
de Puentes
daniel.martinez@ideam.es

Pablo SOLERA PÉREZ

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Jefe de Proyectos
pablo.solera@ideam.es

**Juan Luis MANSILLA
DOMINGUEZ**

Ingeniero de Caminos
IDEAM S.A.
Jefe de Proyectos
juanluis.mansilla@ideam.es

RESUMEN

El Viaducto sobre el río Tajo pertenece a la Variante Suroeste de Talavera de la Reina, tramo enlace actual con la N-V hasta el P.K. 122.5 (aproximadamente) de la N-502 al sur de Talavera. El tramo principal continuo del viaducto es el resultado de un proyecto modificado realizado por IDEAM para la empresa constructora SACYR mediante una estructura híbrida de 4 vanos y luces 27.75 + 56.25 + 114.00 + 55.75 m, salvando su vano central el cauce del río Tajo con un vano principal mixto de 114 m de luz.

ABSTRACT

The Viaduct over the river Tajo belongs to Southwest Diversion of Talavera de la Reina, current connection with the N-V until the PK 122.5 of the N-502 on the south of Talavera. The main continuous cross section of the viaduct is the result of a project carried out by IDEAM for the contractor SACYR by an hybrid structure with 4 spans and lengths of 27.75+56.25+114.00+55.75m, overcoming its central span the river Tajo with a main composite span of 114 m.

PALABRAS CLAVE: Estructura metálica, puente mixto, doble acción mixta, celosía, pretensado

KEYWORDS: Steel structure, composite steel-concrete bridge, double composite action, truss, prestressing

1. Introducción

El Viaducto sobre el río Tajo pertenece a la Variante Suroeste de Talavera de la Reina, tramo enlace actual con la N-V hasta el P.K. 122.5 (aproximadamente) de la N-502 al sur de Talavera. El tramo principal continuo del viaducto es el resultado de un proyecto modificado realizado por IDEAM para la empresa constructora SACYR mediante una estructura híbrida de 4 vanos y luces $27.75 + 56.25 + 114.00 + 55.75$ m, salvando su vano central el cauce del río Tajo con un vano principal mixto de 114 m de luz (Figura 1).

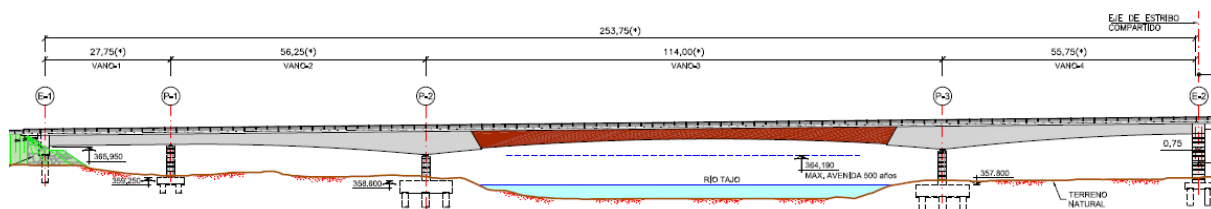


Figura 1. Alzado

Los vanos 1, 2 y 4 junto con los 9.75 m de cada extremo del vano central (vano 3) se ejecutan con una sección cajón de hormigón pretensado, al poder cimbrarse directamente al terreno, mientras que el tramo central del vano 3, de 94.5 m de longitud total, se ejecuta con una sección bijnácena mixta en cajón estricto, materializada por dos vigas laterales armadas con almas inclinadas y canto variable, con un cierre inferior no estructural en la zona a flexión positiva para hacer el tablero visitable para inspección y mantenimiento, y con doble acción mixta en la zona a flexión negativa cercana a las pilas (Figuras 2 y 3). El cajón mixto estricto es distorsionable frente a acciones excéntricas, cerrándose el circuito de torsión únicamente en las zonas con doble acción mixta.

El ancho de la sección es de 11,00 m para disponer:

- 2 barreras de 0.50 m + 2 arcenes de 1.50 m + 2 carriles de 3.50m.

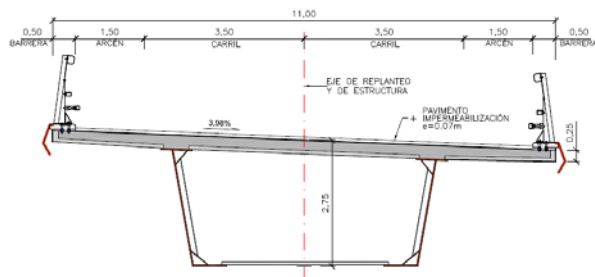


Figura 2. Sección mixta del tramo central

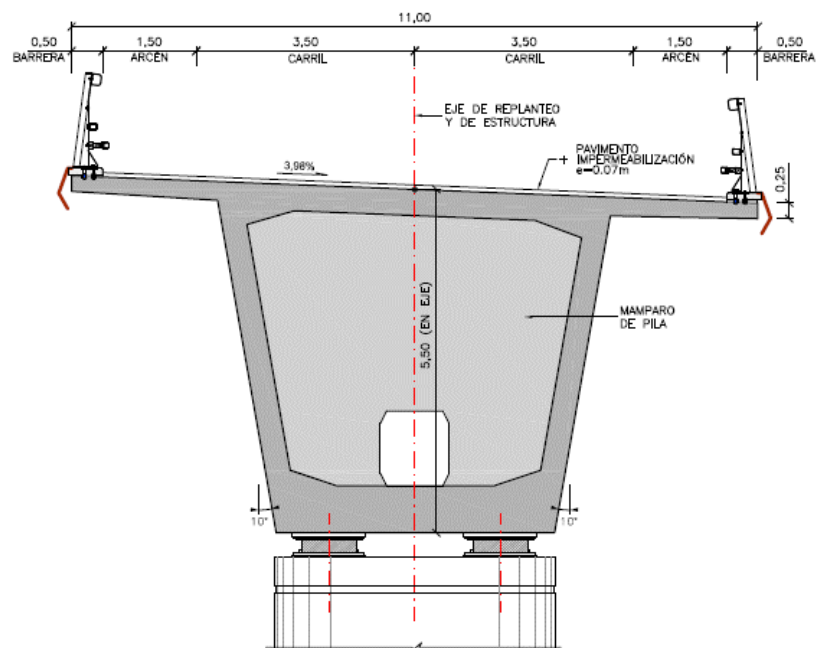


Figura 3. Sección Cajón de hormigón

El empleo del tramo central del vano principal mixto facilita notablemente la ejecución sobre el río Tajo, al poder montarse la estructura metálica con grúas, evitando así el empleo de carros de avance por voladizos, que presentan un coste relativo muy importante.

El tramo mixto del viaducto se ha concebido considerando que las dos vigas mixtas trabajan separadas con un comportamiento como sección bijácena abierta, hasta la zona dónde se dispone hormigón de fondo inferior (mamparo tipo 2) (Figura 4).

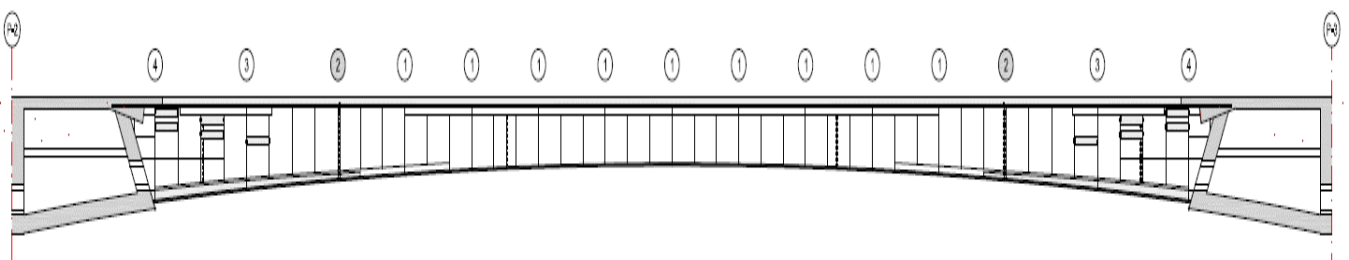


Figura 4. Alzado tramo central

2. Unión del tramo central mixto al cajón de hormigón.

Una de las peculiaridades del Viaducto radica en emplear una zona de mono-cajón de hormigón pretensado y otra zona de sección mixta. Esta disposición permite aprovechar las ventajas de cada una de las secciones. En la zona fuera del cauce se realiza una sección mono-cajón pretensada la cual puede cimbrarse fácilmente al terreno. Mientras, en la zona sobre el cauce del río Tajo se realiza una sección mixta, que se monta con grúas produciendo la menor afección posible al cauce.

No obstante, el empleo de una sección mixta en conjunción con una sección mono-cajón de hormigón pretensado obliga a realizar una unión entre los dos tipos de secciones (Figura 5). Dicha unión se realiza a 9,75 m de la pila, por lo que se produce en una sección con predominancia de flexión negativa.

Para coser la tracción superior debido a la flexión negativa se dispone:

- Armado superior de losa que continúa a través de ambos tipos de secciones.
- Conexión del pretensado parabólico del cajón a las almas del metal
- Un armado pasivo soldado a la platabanda superior que a su vez entra 3.50 m en la sección cajón.

Asimismo, para resistir la compresión:

- El hormigón de fondo de la sección mixta se continúa con la tabla inferior de la sección de hormigón pretensado.
- Al final de las platabandas inferiores metálicas se dispone una basa inferior que transmite la compresión existente en las mismas a la tabla inferior de la sección pretensada.

Por último, para permitir el paso del cortante proveniente de las almas metálicas se dispone una conexión a rasante en las almas mediante pernos conectadores tipo Nelson.

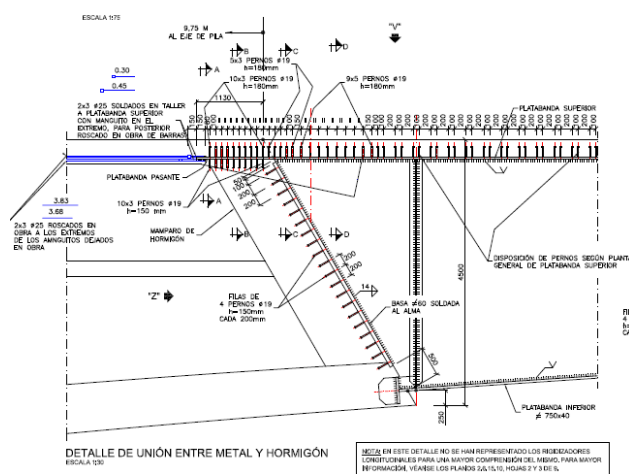


Figura 5. Sección de conexión sección de hormigón con sección metálica



Figura 6. Baza de conexión platabanda inferior y conexión a rasante de almas

Respecto a la conexión mediante pretensado, 10 de las 18 unidades de pretensado del cajón de hormigón pasan al tramo central mixto, y se anclan 2 en cada alma en el primer anclaje, 2 en cada alma en el segundo anclaje y una en cada alma en el tercer anclaje.

Cada unidad de pretensado se tesa a 4800 kN. La carga localizada del anclaje, se transmite al alma mediante dos rigidizadores longitudinales en una longitud de 2.0 metros, igual a la separación entre rigidizadores verticales. La excentricidad de 0.28 m del anclaje respecto del alma, introduce un par que es necesario recoger mediante dos fuerzas perpendiculares a los rigidizadores verticales, de valor $F(\text{kN}) \approx 750 \text{ kN}$ por cada unidad de pretensado en E.L.S.

Dada la magnitud de las fuerzas transversales se disponen dos tubos uniendo los dos rigidizadores verticales, en la posición de las fuerzas que equilibran el par. Así el tubo dispuesto en el eje de la placa de anclaje reacciona a esa excentricidad comprimiéndose con la fuerza F , y el del extremo opuesto se tracciona con la misma fuerza (Figura 7).

Este mecanismo funciona con las unidades de ambos lados tesadas en posición definitiva, ya que las fuerzas de desvío en los rigidizadores arriostrados por los tubos en cada extremo son iguales, pero si se tesa la unidad de un alma sin tesar la simétrica, la excentricidad de la carga introduce una fuerza en los tubos, que no se equilibra con la opuesta y sería necesario un trabajo exclusivamente de flexión de los dos rigidizadores unidos por los tubo entre platabandas superior e inferior para resistir esa excentricidad.

Para evitar esta situación, y no penalizar los rigidizadores verticales durante la fase de tesado, en el proyecto se planteó un tesado simultáneo de las unidades de pretensado simétricas del viaducto, mediante el empleo de dos gatos de tesado sincronizados conectados a una central.



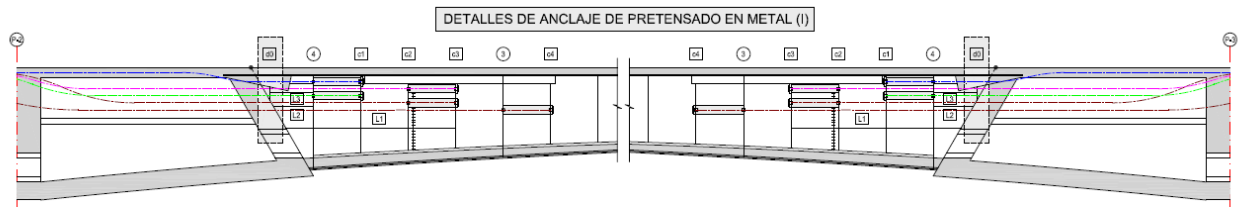


Figura 7. Detalle anclaje de pretensado en metal

3. Proceso constructivo

El proceso constructivo ha sido planteado para producir la menor afección posible al río Tajo. Las fases principales del mismo han sido:

1. Ejecución de los vanos laterales de hormigón con cimbra cuajada. En esta fase se procedía al cimbrado de los vanos de hormigón pretensado (figura 8), la colocación apeada de la estructura metálica inicial en cada extremo del tramo central, hormigonado de fondo de la sección mixta y tesado de conexión con el cajón pretensado (Figura 9).

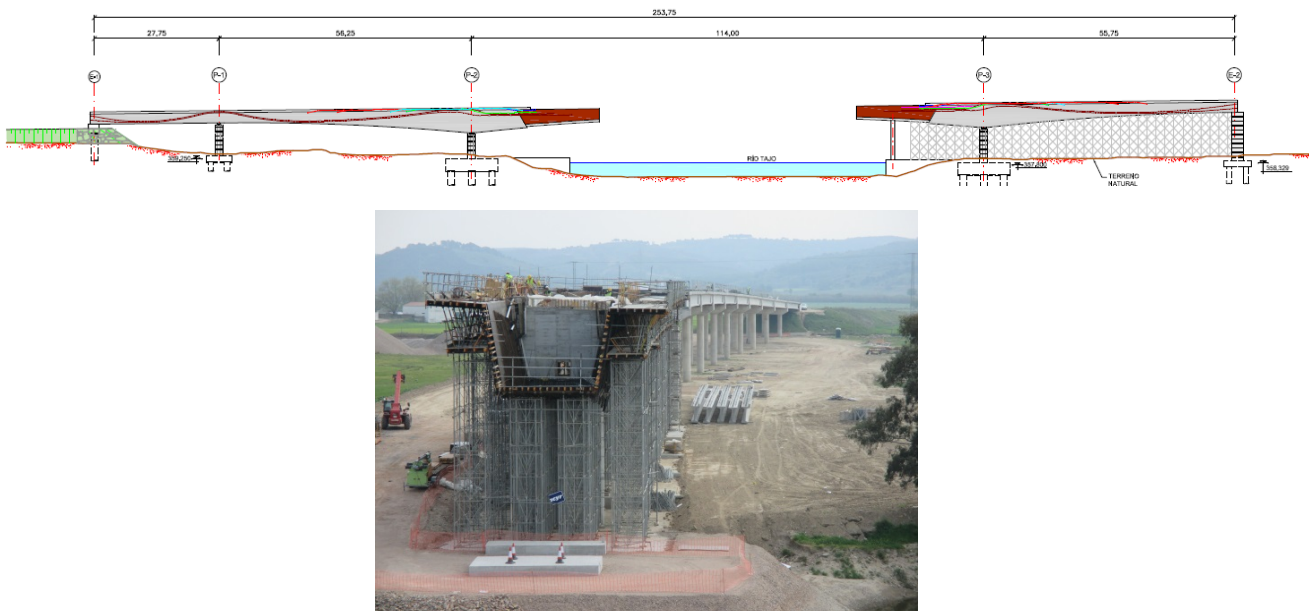


Figura 8. Montaje zona de cajón pretensado sobre cimbra





Figura 9. Colocación de estructura metálica de conexión con el sección de hormigón pretensado.

2. Descimbrado y colocación con grúas del tramo central metálico de 57.40 m de longitud. Durante esta fase, ayudado de dos grúas situadas cada una en una margen, se procedía al izado del tramo central sobre el río Tago (Figuras 11 y 12). Previamente a esta operación se procedía a la retirada de la cimbra y los apeos provisionales utilizados en la fase anterior (Figura 10).

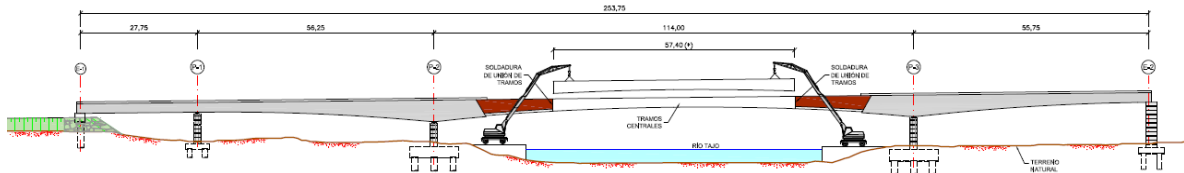


Figura 10. Descimbrado vanos laterales y retirada de apeo provisional para montaje de primer tramo metálico



Figura 11. Aproximación tramo central al cauce



Figura 12. Elevación del tramo central mediante grúas situadas en ambos márgenes del cauce

3. Soldadura en continuidad de estructura metálica. Con las grúas aún posicionadas se procede a soldar las almas. Posteriormente, una vez retiradas las grúas, se procede a soldar las platabandas superior e inferior (Figuras 13 y 14).



Figura 13. Posicionamiento del tramo central para su unión con el resto

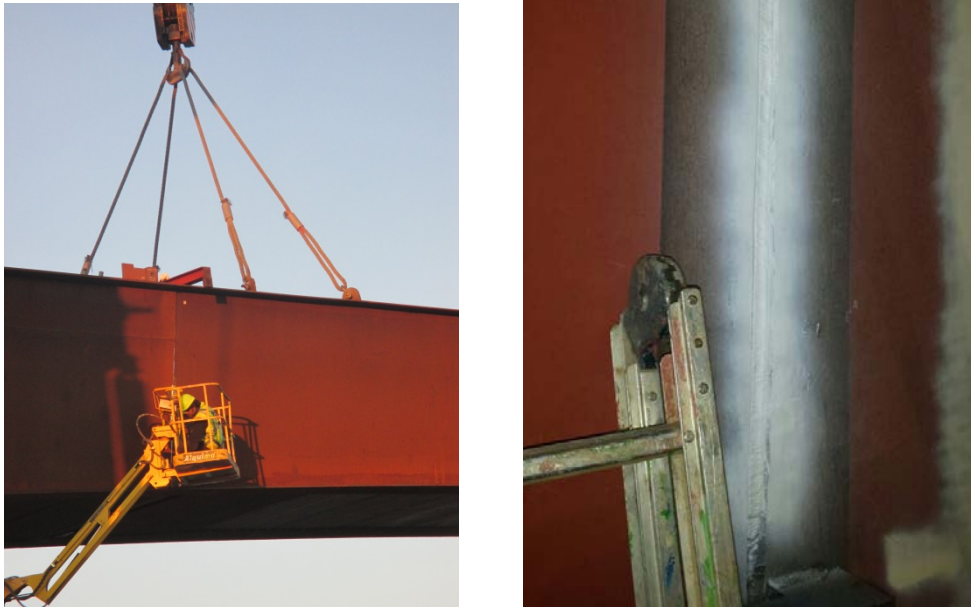


Figura 14. Soldadura de las almas antes de retirada de las grúas

4. Colocación de prelosas, ferrallado y hormigonado de losa superior (Figura 15). En esta fase se colocaban las prelosas superiores del cajón y se homigonaba la losa superior situada sobre el cauce.



Figura 15. Colocación de prelosas

5. Acabados. Finalmente, se procedía al montaje de barreras, impermeabilización y pavimento. Por último se realizaron las pruebas de carga dinámica y estática (Figura 16).



Figura 16. Puente finalizado

4. Principales participantes en el proyecto y obra

Cliente: Dirección General de Carreteras. Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla la Mancha. Ministerio de Fomento.

Director de Obra: José Manuel Barrena de Valenciano

Constructora: SACYR CONSTRUCCIÓN, S.A.

Jefes de Obra: Jose Maria Saiz Aguado y José Antonio Valera de Andrés

Dirección Técnica: Raquel Caballero Jaraíz, Diana Macho Martínez-Casario, Rüdiger Spengler.

Proyectistas: IDEAM S.A.

Francisco Millanes Mato

Luis Matute Rubio

Daniel Martínez Agromayor

Pablo Solera Pérez

Asistencia técnica: IDEAM S.A.

Miguel Ortega Cornejo

Daniel Martínez Agromayor

Juan Luis Mansilla Domínguez