

II CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

Realizaciones, Puentes



Viaducto de La Acebosa

Javier Sánchez del Río, Antonio Vázquez Salgueiro

VIADUCTO DE LA ACEBOSA

NUEVA SOLUCIÓN EN LA PREFABRICACIÓN DE PUENTES

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA

En el P.K. 106+300 del tramo Lamadrid-Unquera de la Autovía del Cantábrico, muy próximo a San Vicente de la Barquera, Dragados, dentro de la U.T.E. SAN VICENTE, ha construido el Viaducto de La Acebosa. El Proyecto del mismo ha sido realizado por Javier Manterola de Carlos Fernández Casado, S.L. – Oficina de Proyectos. La obra consiste en dos estructuras gemelas de 208,60 m de longitud, con luces de $36,8 + 3 \times 45,0 + 36,8$ y anchos de calzada de 13,60 m, en las que DRACE ha construido los tableros con elementos prefabricados.

Cada puente es un dintel continuo de cinco vanos, cuya sección transversal está formada por una viga longitudinal prefabricada, de directriz curva con radio 1.500 m, de 2,15 m de canto y 4,43 m de anchura. Su forma es trapecial con borde inferior curvo de 7,50 m de radio. Las almas son de 0,25 y 0,35 m de espesor. Longitudinalmente existen dos tipos de vigas, una correspondiente al apoyo, de 14,95 m y otra, situada en el centro de los vanos, de 29,95 m. La continuidad de ambas unidades se produce por medio de una armadura pasiva y un ligero postensado con barra, a fin de obtener una viga continua.



Para completar la anchura total del tablero, se disponen células transversales prefabricadas, de 5,55 m de voladizo y 2,48 m de anchura, aligeradas. Sobre la viga central se coloca una losa prefabricada, de 0,07 m de espesor, que permite situar la armadura pasiva y el hormigón que solidariza el conjunto. Las células, llevan en su parte inferior dos resaltes semicilíndricos que se alojan en los correspondientes negativos, existentes en las vigas.

Esta unión a hueso, trabajando a compresión, en la zona inferior, se completa con otra superior donde dos barras de $\varnothing 25$ lo hacen a tracción, unidas a la viga longitudinal en unos cajetines dispuestos en la misma.



El pretensado longitudinal de las vigas principales de apoyo en estribo, (extremas), está formado por 139 $\varnothing 0.6$ " inferiores y 4 $\varnothing 0.6$ " superiores, y las intermedias por 155 $\varnothing 0.6$ " y 4 $\varnothing 0.6$ ", respectivamente. El de las de 14,95 m, situadas sobre las pilas, tiene dos fases, una en fábrica con 26 $\varnothing 0.6$ " superiores y 4 $\varnothing 0.6$ " inferiores, y otra, en obra, formada por 4 tendones de 9 $\varnothing 0.6$ ". El postesado se realizó con la pieza en el suelo antes de ser izada.

La unión de continuidad entre las distintas vigas se produce, básicamente, con una armadura pasiva formada por 48 $\varnothing 25$ AEH 500S, y el postesado "in situ" de 4 barras $\varnothing 40$ (85/105), que garantizan un estado de compresión mínimo inicial.

A continuación, se coloca la armadura pasiva que formaliza la continuidad del tablero tanto en dirección longitudinal como transversal. En la zona de la losa, correspondiente a la unión entre elementos, se efectúa otro postesado, exactamente igual al de unión 4 $\varnothing 40$ (85/105).

Las pilas tienen una sección curva apuntada con 2,00 m de espesor y 2,75 m de canto, el cual se ensancha en la parte superior, hasta 4,90 m, para recibir el dintel. La altura es variable siendo la máxima de 26,58m y la mínima de 14,17 m.



En cabeza, se han dispuesto dos apoyos de neopreno de 900 mm de diámetro y la cimentación está constituida por zapatas rectangulares de 9,00 x 8,50 m y 2,20 m de espesor, apoyando directamente en el terreno.

Por último, los estribos están formados por dos cuchillos transversales de 1 m de espesor, con una altura aproximada de 12,20 m y canto variable entre 1,80 y 3,00 m. Los dos tabiques están separados entre sí 5,60 m, apoyándose sobre una zapata corrida de 9,60 m de largo, 9,40 m de ancho y 1,50 m de canto. Para recoger el tablero sobre los cuchillos, se disponen unas vigas transversales de sección en "L" de 3,75 m de canto y 1,80 m de ancho. En la parte superior, se sitúa la losa de transición, sobre un peto transversal de 0,5 m de espesor.

2. PREFABRICACIÓN DE PIEZAS

Las vigas de esta estructura, tipo artesa, tienen un ancho en cabeza de 4,43 m y un canto de 2,15 m. La base es de 3,70 m, con un fondo curvo de radio 7,50 m, coincidente con la tangente de la pendiente de las ménsulas de los voladizos laterales.

La sección transversal de estas últimas es triangular, con 5,10 m de longitud, 1,92 m de altura, estando moduladas en elementos de 2,50 m de ancho y aligeradas con unos rehundidos, en forma de bañera, por su cara inferior.

El número de unidades diferentes prefabricadas fue el siguiente:

- 8 vigas sobre pila de 14,95 m de longitud y 150 t de peso
- 6 vigas de vanos intermedios de 29,95 m de longitud y 170 t de peso:
- 4 vigas de vanos extremos de 29,95 m de longitud y 190 t
- 336 ménsulas para voladizos laterales de 5,55 m de longitud y 11 t de peso
- 336 placas de encofrado perdido de 3,50 x 1,25 m
- 840 m de defensa rígida en módulos de 7,50 m

La prefabricación de las vigas, debido a la curvatura en planta del viaducto (radio 1.500 m), obligó a construir un encofrado metálico especial de longitud 35,00 m y con una flecha en planta de 102 mm.



La holgura entre células era de 0,01 m, lo que exigió un diseño muy delicado de todos los encofrados para evitar que cualquier error superior a 1 cm en las dimensiones de las piezas influyese negativamente en los trabajos de montaje.

Para las ménsulas se construyeron dos encofrados distintos ya que, debido a las formas trapezoidales de las mismas, eran diferentes en función de su situación externa o interna respecto a la curvatura. Los elementos externos de estos encofrados son fijos, con la

geometría del aligeramiento y laterales articulados en todos los contornos, para permitir el desencofrado.

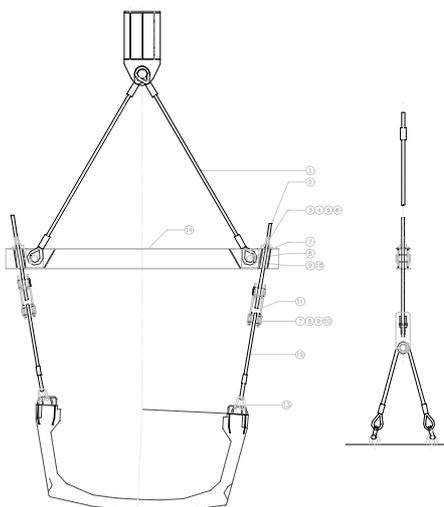


3. MONTAJE

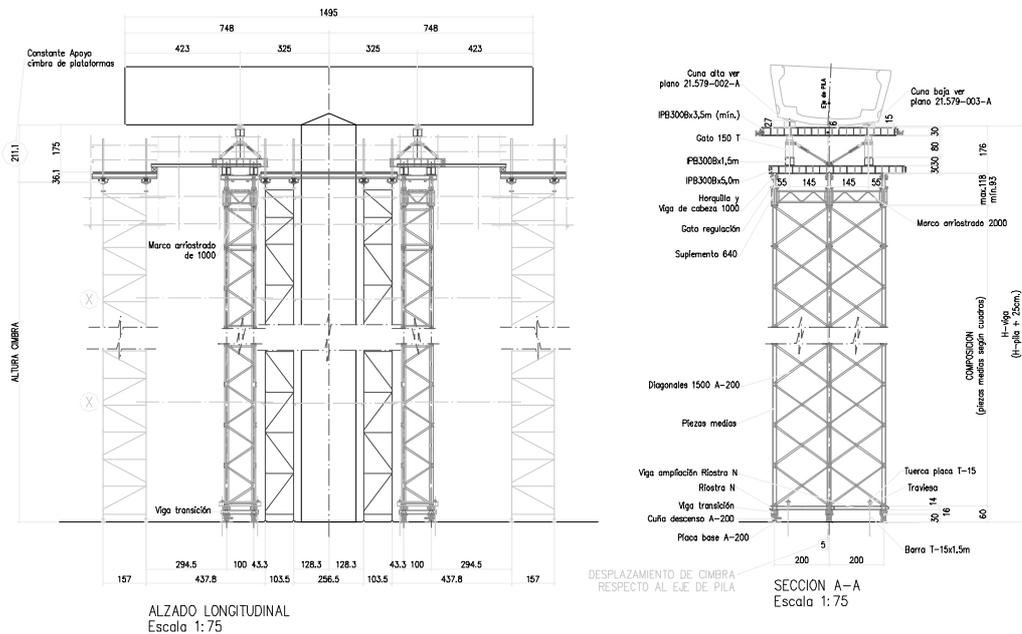
Las vigas de pila se acopiaron provisionalmente para realizar un postesado y efectuar la maniobra de izado con pendiente transversal del 4.80%.

Debido a que la distancia entre ejes de apoyo en la cimbra provisional era de 6.50 m (distancia que impedía su transporte desde la factoría de Sagunto) hubo que realizar un postesado in situ. Cada viga de pila (14.95 m) tenía cuatro cables formados por 9 \varnothing , 0.6 pulgadas que fueron tesados y posteriormente inyectados. El tesado se realizó con gato unifilar del tipo alevín.

El izado de las vigas de pila se realizó con 2 grúas de 300 Tn y 250 Tn respectivamente, provistas de sendos balancines que garantizaban un giro de 2.75°, de forma que las cabezas de las vigas adopten una pendiente transversal del 4.8% .



Se apoyaban provisionalmente sobre las torres de apeo tipo A-200 separadas 6.50 m, que llevaban en su coronación cuatro gatos hidráulicos de 150 Tn que recibieron el conjunto de viga + cuna + perfiles soporte de cunas. La posición de los gatos estaba perfectamente replanteada en planta y en alzado.

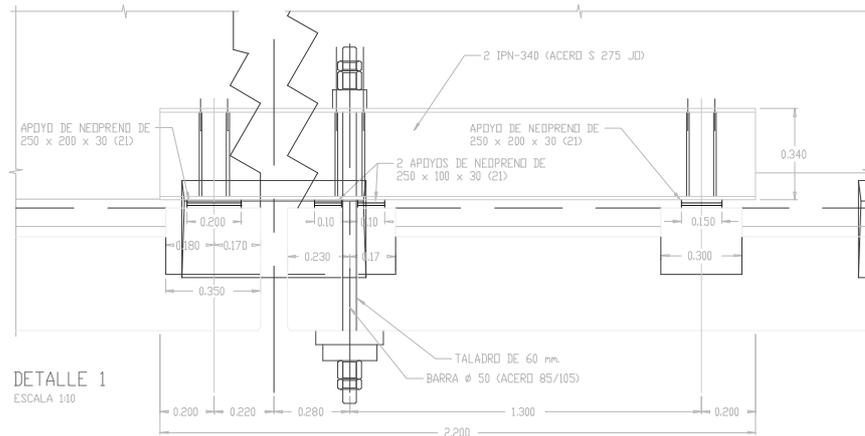


De esta forma la viga no apoyó en ningún momento sobre los apoyos definitivos de pila. Posteriormente mediante control topográfico, se reajustó con los gatos hidráulicos la posición definitiva de la viga en alzado y se realizó la inyección del hueco entre el aparato de apoyo definitivo y la viga.

Una vez colocadas todas las vigas de pila (14.95 m), se procedió al montaje de las vigas de 29.95 m. El montaje fue de forma secuencial, comenzando por la viga de estribo.

Para evitar problemas de inestabilidad (vuelco) al apoyar la viga de 29.95 m., se fabricaron contrapesos de 20 Tn que se colocaron sobre la viga de pila al lado opuesto de la viga de 29.95 m a montar. Una vez montada la viga de vano se retiraban los contrapesos.

Las vigas de 29.95 m tenían unos perfiles metálicos desplegados que actuaban como pescantes, permitiendo el apoyo de las vigas de vano sobre las de pila; así como la inclinación adecuada para su correcto posicionamiento.



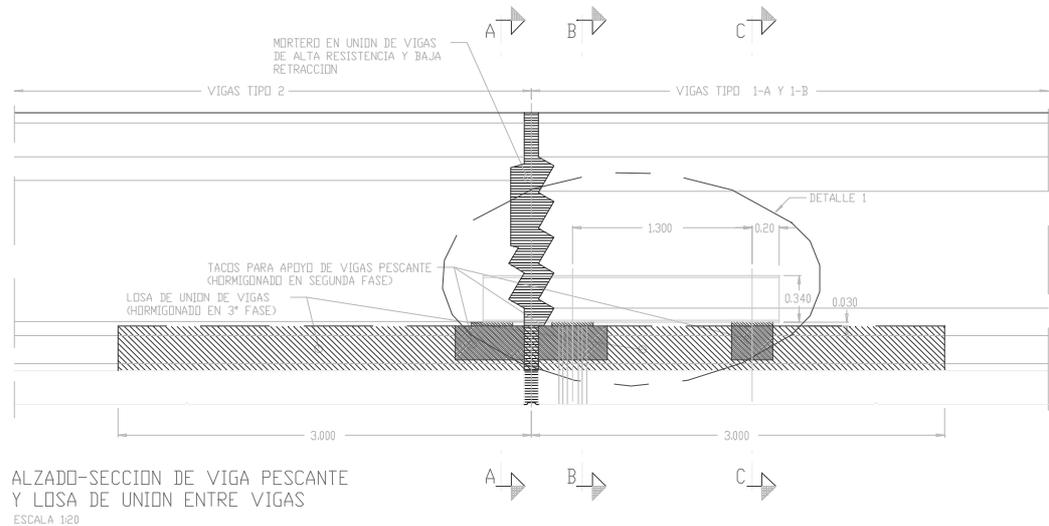
El montaje de las vigas de vano se realizó con dos grúas de 400 Tn y 250 Tn desde los puntos de cogida preparados al efecto.



La junta entre vigas fue aproximadamente de 10 cm lo que exigió una gran precisión en la colocación de éstas. Su posición definitiva se consiguió roscando las tuercas que regulan la posición en altura de estos perfiles metálicos (pescantes) hasta que se lograba una perfecta alineación de las huellas de la rótula.



Terminada la colocación de las vigas de vano y con la aprobación del control de topografía se procedió a realizar las juntas de continuidad e inyección de mortero de alta resistencia entre neoprenos y vigas de pila.



El proceso de ejecución de cada junta fue el siguiente:

- 1°.- Colocar encofrado exterior e interior
- 2°.- Verter el grout de solera
- 3°.- Colocar la ferralla de la unión y vainas y anclajes de postesado
- 4°.- Vertido del grout lateral
- 5°.- Soldar las chapas de unión entre vigas contiguas
- 6°.- Hormigonado de la unión
- 7°.- Postesado (cuatro barras $\varnothing 40-85/105$) e inyección



Una vez realizadas las juntas de continuidad y la inyección de mortero de alta resistencia se procedió al desapeo de la estructura, para ello, simplemente se bajaron los gatos

hidráulicos, quedando las vigas apoyadas sobre los apoyos definitivos retirándose a continuación las torres de apeos provisionales.

A continuación se procedió a la realización de la losa, ejecutándose primero la zona de momentos negativos y, una vez hormigonada, se completaba la zona de momentos positivos.



Por ello, el montaje de las células transversales (5.55 m de voladizo x 2.48 m de ancho) se realizó con grúa de 160 Tn, acoplándose a la viga mediante sus dos salientes que penetraban en las huellas impresas en ésta y efectuándose su fijación mediante dos barras Gewi de diámetro 25 mm, con sus respectivas tuercas y contratuercas. Las placas de encofrado perdido de 3.50 m x 1.25 m se montaron con grúas de 60 Tn.



Una vez colocadas las células transversales y las placas de encofrado perdido correspondiente a la zona de momento negativo, se procedió a la colocación de ferralla, así

como a la colocación de cuatro barras $\varnothing 40-85/105$, situadas sobre las zonas correspondientes a la juntas de continuidad, a continuación se hormigonaba in situ con HA-35.

Una vez el hormigón del tablero tenía una resistencia adecuada, se procedió al tesado e inyección de las barras $\varnothing 40-85/105$. A continuación se colocaron las células transversales y las placas de encofrado perdido en el resto de la estructura. Posteriormente se colocó la ferralla y se hormigonó in situ.

4. ASPECTOS A RESALTAR

Consideramos que como aspectos más significativos de esta estructura, conviene resaltar las uniones entre elementos prefabricados:

- **Uniones entre vigas.** En esta unión se invirtieron muchas horas de estudio, lográndose simplificar notablemente la unión inicial que requerías un postesado de 6 tendones de 15 $\varnothing 0.6$ por una unión a base de armadura pasiva y cuatro barras de $\varnothing 40-85/105$.
- **Uniones de ménsulas a vigas.** El sistema formado por los resaltes semicilíndricos trabajando a compresión y las barras-tendones $\varnothing 25$ superiores, forman en sistema de fácil montaje (partiendo de una cuidada ejecución de los elementos).

