

Construcción del Viaducto del Quisi

Quisi Viaduct construction

Rafael Jiménez Aguilar ^a, Álvaro Argany García ^b

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FCC Construcción S.A. Jefe del departamento de puentes II. rjimenez@fcc.es

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FCC Construcción S.A. Ingeniero del departamento del Puentes. aargany@fcc.es

RESUMEN

FCC Construcción, junto con CHM Obras e Infraestructuras, ha construido en UTE el viaducto sobre el barranco del Quisi para el paso de una vía única de la red del metro de Alicante. El viaducto tiene una longitud de 370 m y está formado por 8 vanos continuos (35 m+6 x 50 m+35 m). El tablero tiene una sección en cajón de hormigón de 8.00 m de ancho y 2.754 m de canto constante.

El tablero se construye por fases con cimbra cuajada en los vanos de poca altura y con cimbra porticada en los vanos más elevados.

ABSTRACT

FCC Construcción, in a joint venture with CHM Obras e Infraestructuras, has built the Quisi viaduct to carry a single track of the Alicante metro network. The viaduct is 370 m long and consists of 8 continuous spans (35 m+6 x 50 m+35 m). The deck is a concrete box-girder section with a width of 8.00 m and a constant depth of 2.754 m.

The deck was constructed in phases using continuous shoring when piers are not a great height above the ground and gantry falsework in the higher spans.

PALABRAS CLAVE: Construcción por fases, Viaducto, Metro, Cimbra Porticada.

KEYWORDS: Construction by phases, Viaduct, Metro, Frame shoring system.

1. Introducción y descripción general

El Viaducto sobre el barranco del Quisi es un paso de vía única para la línea 9 de la red del metro de Alicante en el término municipal de Benissa. Este viaducto sustituye al de Santa Ana, que dejó de estar en servicio con la apertura del nuevo viaducto.

El viaducto tiene una longitud de 370 m. y está formado por 8 vanos continuos con luces de 35 m + 6 x 50 m + 35 m. La geometría en planta es fundamentalmente recta excepto en los vanos laterales que se desarrollan en curva con un radio mínimo de 279.97 m en el estribo 1 y 315.69 m en el estribo 2.

El tablero es una sección cajón de 8.00 m de ancho y 2.754 m de canto constante con una relación canto luz de 1/18.2.

Las pilas 1 a 3 tienen 7 m de altura con una sección transversal maciza. Las pilas 4 a 7 son huecas de sección y alturas variables entre 17.4 m y los 33 m de altura. La sección es hexagonal de 4 m constantes en transversal y variable en longitudinal.

Las cimentaciones de los estribos y las pilas 1, 5 y 6 son profundas y directas las pilas 2 a 4 y 7. Todos los pilotes son de 1800 mm.

Para evitar el levantamiento de los apoyos del estribo 2 se pretensa verticalmente el tablero contra el estribo 2 aprovechando que el punto fijo longitudinal está en ese estribo.

El tablero se ha construido en 8 fases. Las cinco primeras fases se realizan con cimbra porticada porque el tablero está a una altura más

elevada, y las tres últimas fases con cimbra cuajada por la escasa altura



Figura 1. Vista general del viaducto construido delante del antiguo viaducto de Santa Ana.

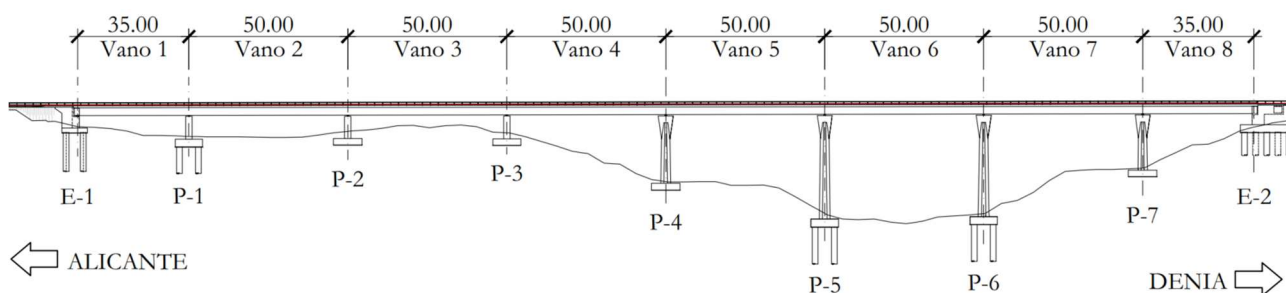


Figura 2. Alzado del viaducto.

2. Descripción de la subestructura

Ambos estribos son cerrados con cimentación profunda. El estribo 2 es el punto fijo longitudinal, con una altura de 6.2 m y 13 m en longitudinal sobre 8 pilotes de 1.80 m de diámetro. En el estribo 1 se sitúa el aparato de dilatación de vía con una altura de 6.70 m sobre 4 pilotes de 1.80 m de diámetro.

Las pilas 1 a 3 son pilas bajas de 7.15 m de altura con sección maciza de 3.60 x 2.00 m con los lados laterales redondeados.

Las pilas 4 a 7 son huecas de sección hexagonal con alturas entre 17 m y 33 m de sección variable. El espesor de los tabiques es de 0.4 m. La dimensión transversal es constante de

4 m y la longitudinal es variable entre 3.40 y 2.60 m.

Las pilas altas, 4 a 7, tienen un capitel de 4.80 m de altura con forma de cono con un foso para la inspección de los apoyos con acceso desde el tablero.



Figura 3. Armadura del capitel de pila. Incluye foso para inspección en el interior.



Figura 4. Encofrado trepante para fuste de pila.

La tipología de cimentación de las pilas se resuelve en función de la cota a la que se encuentre el techo del estrato competente. La cimentación es profunda en las pilas 1, 5 y 6 con pilotes de 1.80 m de diámetro.

Las pilas 2 a 4 tienen cimentación directa con tensiones admisibles entre 500 y 600 kPa.

En la pila 7 se usa cimentación directa sobre un pozo de cimentación de hormigón ciclópeo para llegar al estrato competente como alternativa a la cimentación profunda.

Los apoyos del tablero sobre la subestructura son tipo POT libres longitudinalmente.



Figura 5. Apoyo POT en pila.

3. Descripción del tablero

La sección cajón de tablero es de canto constante de 2.754 m y se ejecuta en dos fases con un ancho de 8.00 m con espesor de losa superior de 0.275 m de espesor y bombeo del 2%. Todas las aristas exteriores se han redondeado.

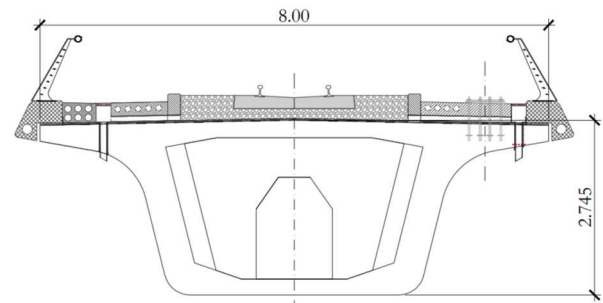


Figura 6. Sección transversal del tablero.

La losa inferior tiene un ancho de 3.92 m y espesor de 0.25 m. Las almas tipo son 0.50 m a excepción de los frentes de fase que pasa a 0.80 m para los anclajes de pretensado.

Los diafragmas de pilas son de 2 m de espesor con un paso de hombre. El diafragma de estribos es de 2.75 m.

El pretensado del tablero está compuesto por 6 tendones continuos de 31 cordones de 16 mm de diámetro y 2 tendones de 4 cordones de 16 mm en la losa superior sobre pilas.

El punto fijo del viaducto se materializa con un cosido del diafragma al estribo 2 mediante 6 tendones de 37 torones de 16 mm en vainas de 140 mm rellenas de cera.

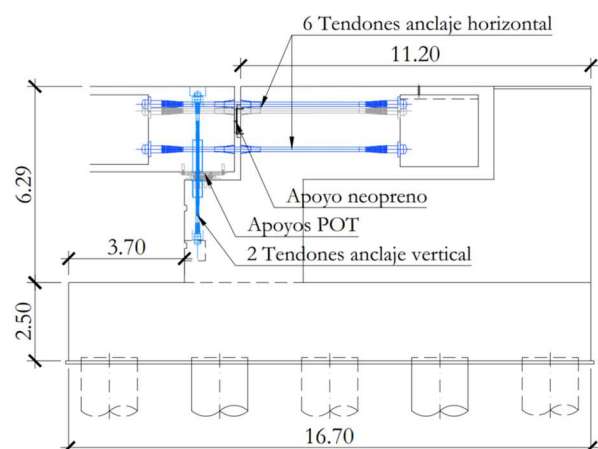


Figura 7. Sección longitudinal del estribo 2, punto fijo del tablero. Anclajes horizontales y verticales.

La curva en planta del vano final provoca el levantamiento de uno de los aparatos de apoyo del estribo 2, por lo que se disponen dos tendones verticales entre tablero y el estribo de 15 cordones de 16 mm rellenos de cera.

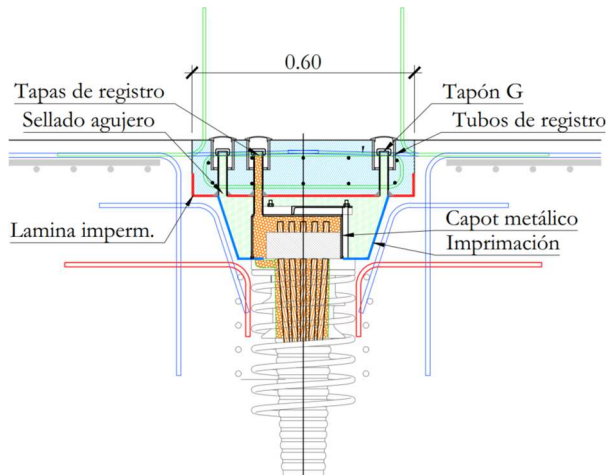


Figura 8. Detalle cajetín del anclaje vertical.

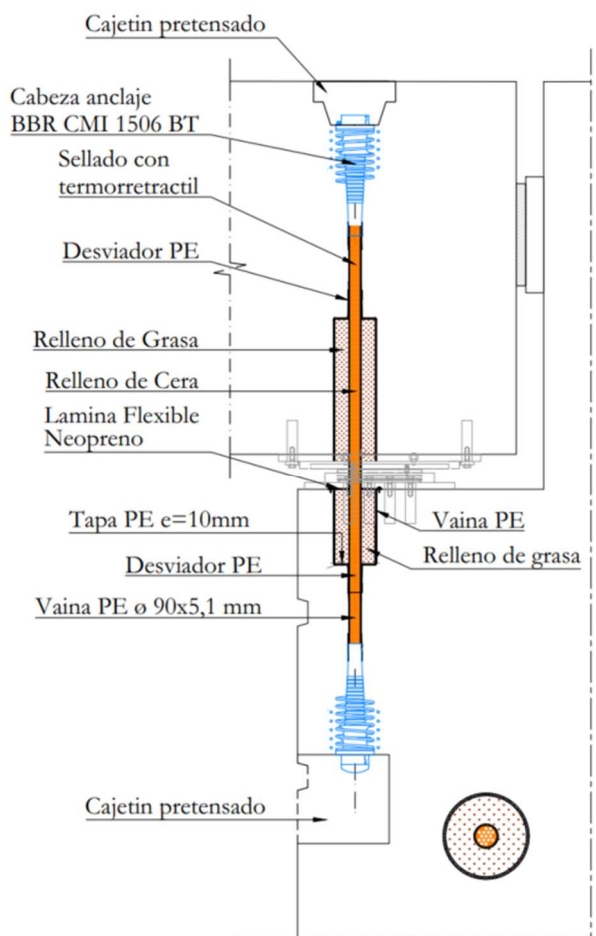


Figura 9. Detalle Anclaje vertical en estribo 2.

Cabe destacar que, aunque el tablero se bloquee longitudinalmente en el estribo 2, se produce un giro en el tablero que conlleva el desplazamiento longitudinal de la fibra inferior respecto al estribo. El detalle utilizado permite este desplazamiento longitudinal entre estribo y tablero.

4. Procedimiento constructivo del tablero

El tablero se construye por fases que incluyen un 25 % del vano siguiente. Se comienza la construcción por el lado del estribo 2. El hormigonado se realiza sobre una cimbra porticada que se apoya en las pilas y en torres provisionales. Una vez que se completa el hormigonado de la sección transversal completa se procede al tesado del tramo de tablero y se avanzan las torres y la cimbra al vano siguiente para la próxima fase.



Figura 10. Construcción del vano tipo con cimbra porticada.



Figura 11. C cimbra porticada.

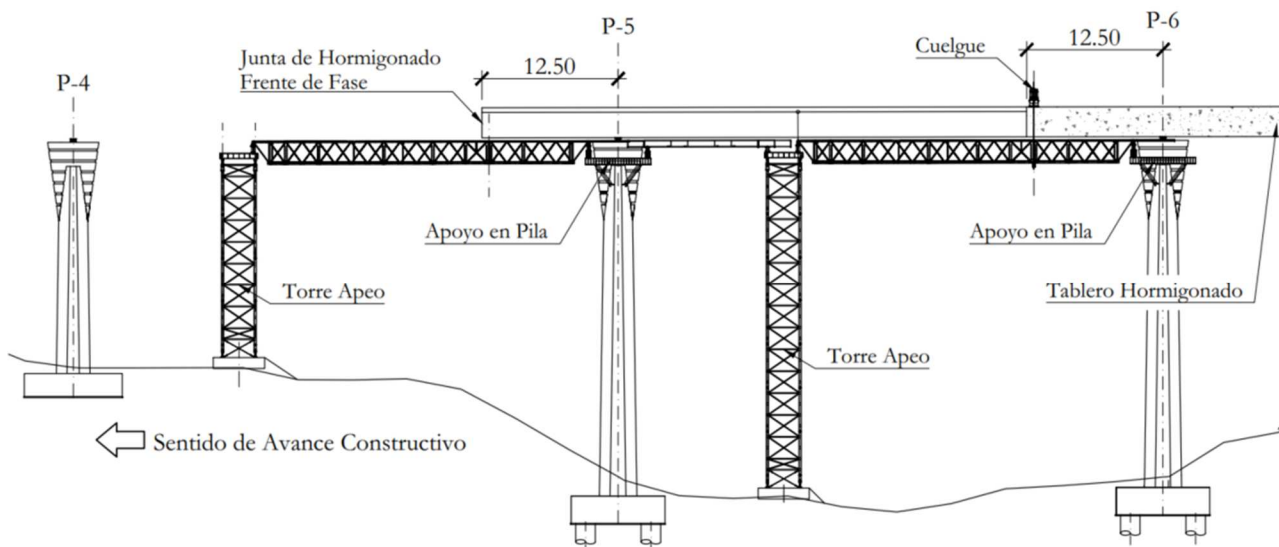


Figura 12. Esquema constructivo del vano tipo con cimbra porticada.

La compleja geometría de la cabeza de las pilas 4 a 7 dificultó la colocación de las ménsulas para el apoyo de la cimbra. El apoyo vertical de las ménsulas se hizo sobre una la superficie horizontal plana localizada en la interfaz entre fuste y dintel que tiene una reacción vertical elevada en una superficie reducida y cerca del recubrimiento de hormigón del fuste. Si se producen incrementos de recubrimiento en la colocación de la jaula de armadura, que se premonta en el suelo, se pueden producir la rotura del recubrimiento del hormigón.

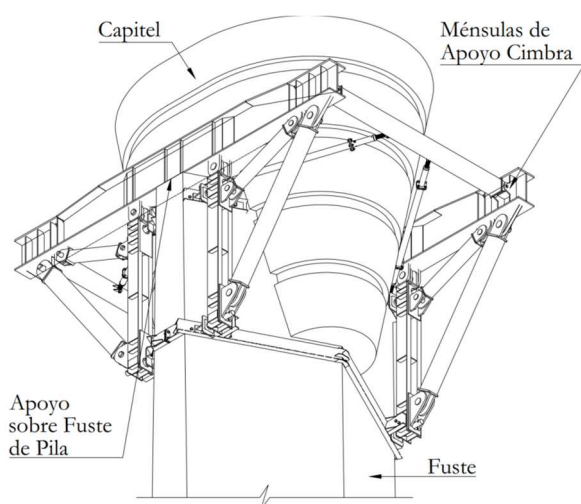
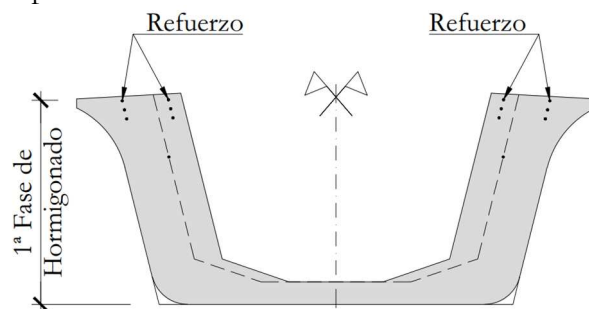


Figura 13. Esquema de las ménsulas y consolas junto en pila (Fuente TecoZam).

La sección transversal del tablero se hormigonó en dos fases: en la primera se hormigona la losa inferior y las almas (sección en U) y en la segunda fase se hormigona la losa superior.



SECCIÓN 2-2

Figura 14. Hormigonado de la primera fase de la sección en U.

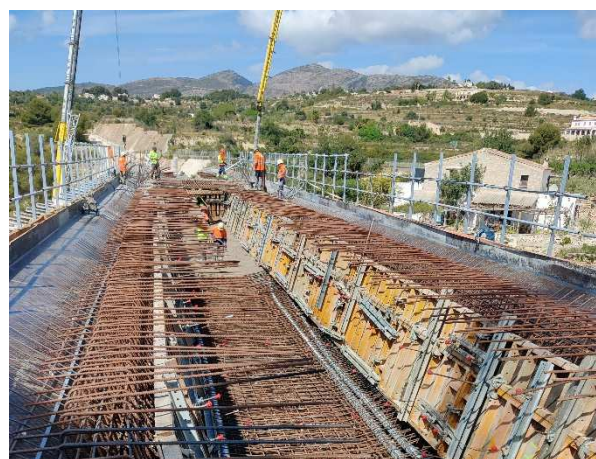


Figura 15. Primera fase constructiva de la sección en U del tablero.

Este sistema permite extraer fácilmente el encofrado interior de la primera fase al no tener hormigonada la losa superior, y reduce el encofrado necesario en el interior del cajón para la segunda fase, que se aplica únicamente a la losa superior. El encofrado del interior del cajón de la segunda fase se extrae por el paso de hombre de los diafragmas.

La U inferior se refuerza para resistir como hormigón armado los esfuerzos que aparecen al hormigonar la segunda fase de la sección transversal, la losa superior, ya que colabora a resistir su peso junto a la cimbra

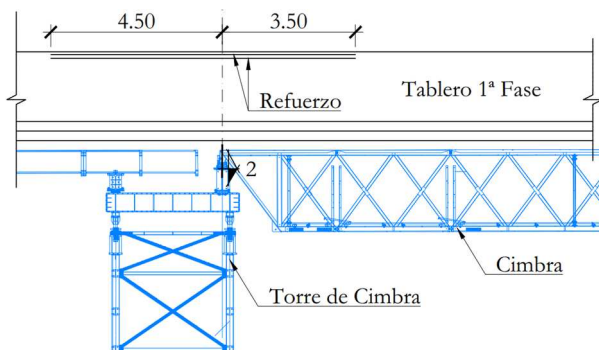


Figura 16. Refuerzo de la primera fase por el hormigonado de la segunda fase.

La cimbra se cuelga del frente de la fase anterior para evitar un salto en la cara inferior en la junta entre fases con barras pretensadas entre el frontal del tablero concluido y la cimbra de la siguiente fase.



Figura 17. Vigas metálicas sobre el tablero que recogen el cuelgue de la cimbra.



Figura 18. Cimbra tras el cuelgue del tablero ya hormigonado.

Para poder acelerar la construcción se añade un nuevo encofrado sobre cimbra cuajada en los vanos de menos altura de pila. Esta duplicidad de medios permite trabajar en dos fases al mismo tiempo, pero requiere que no se ejecute la zona dorsal en la junta entre tableros para que haya espacio para solapar armadura y para montar los gatos de tesado del pretensado. Esta solución se aplica en dos ocasiones en los vanos finales como se observa en los croquis siguientes:

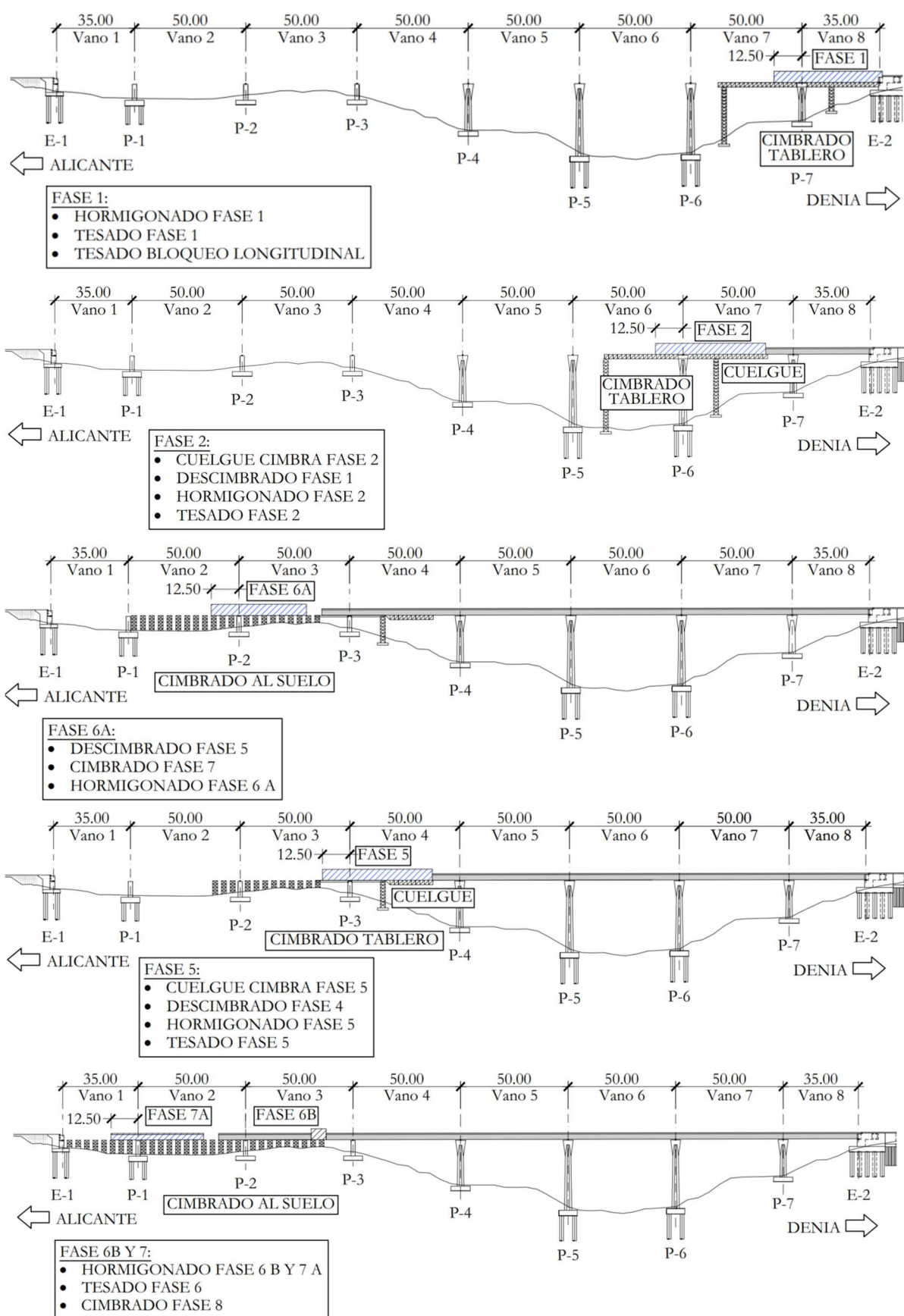


Figura 19. Fases constructivas del tablero.



Figura 20. Detalle anclajes punto fijo.



Figura 21. Detalle anclajes verticales punto fijo.

Los detalles del anclaje vertical del estribo 2 al tablero permiten la inspección del relleno de cera y del estado de los cordones de pretensado.

El pretensado de cada fase se une a la fase anterior mediante acopladores del sistema BBR CONA. Los tendones se tesan del lado del estribo 1.

Tras la construcción de tablero se procedió a la disposición de los elementos secundarios: juntas, barandillas, aceras y muretes; para acabar con la vía ferroviaria sobre balasto y los aparatos de dilatación sobre estribo 1.

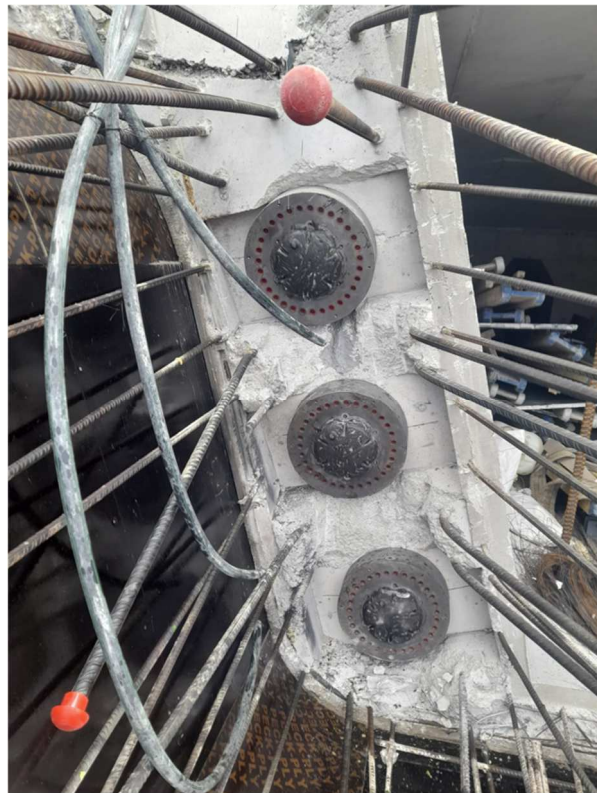


Figura 22. Frente de fase con acopladores en espera.



Figura 23. Prueba de carga.

Finalmente se repusieron los caminos, las zonas de cultivo afectadas y se adecuó el entorno a los criterios paisajísticos del proyecto.

Agradecimientos

Esta obra ha sido realizada en UTE por FCC Construcción junto con CHM Obras e Infraestructuras.

Los medios auxiliares tipo cimbra porticada y encofrados han sido dispuestos por TecoZam.

Los aparatos de apoyo son de MK-4.

El sistema de pretensado BBR.

Nuestro agradecimiento es para todos los que han participado, tanto los mencionados como los que por limitación de espacio no se han incluido:

Iván Pernía Polo, Director de Obra (Ingecid)

Juan Antonio García Cerezo, Director de contrato (FGV)

Fernando Ibáñez Climent, Asistencia técnica (DOF Engineers)

Antonio Marco Avendaño, Gerente UTE Do (A-Ingenia)

Roberto Cisternes Ferrer, Gerente de la UTE (FCC Construcción)

Salvador Pastor, Jefe de Obra (CHM)

Martín Veracruz Galvez, Adjunto al Gerente (FCC Construcción)

José Javier Ruipérez Alonso, Jefe de Producción (Fcc Construcción)

Juan Manuel Linero Moya (Fcc. Dpto. de pretensados)

David Fernández Sánchez (Fcc. Dpto. de pretensados)