

Reparación y refuerzo de puente histórico (proyecto de 1961 por José Antonio Torroja, sistema Barredo) mediante pretensado exterior y fibra de carbono

Repair and reinforcement of historic bridge (1961 project by José Antonio Torroja, with Barredo system) using external prestressing and carbon fiber.

David Calderón Sanz^a, Pablo Vílchez Motino^b, Rafael Echevarría Gonzalez de Echávarri^c, Juan Pablo Demetrio Moraleda^d

^a Ingeniero Civil. Freyssinet España S.A.U. Ingeniero Departamento Técnico. david_c@freysinet-es.com

^b Ingeniero Industrial. Freyssinet España S.A.U. Director Departamento Técnico. pablo_v@freysinet-es.com

^c Ingeniero Industrial. Freyssinet España S.A.U. Delegado Zona Centro. rafael_e@freysinet-es.com

^d Ingeniero Geólogo. Freyssinet España S.A.U. Jefe de obra. juanpablo_d@freysinet-es.com

RESUMEN

Freyssinet España realizó en 2021 la reparación y refuerzo de las vigas pretensadas del viaducto sobre el río Fresnedoso, estructura es del año 1961 proyectada por D. José Antonio Torroja con vigas pretensadas mediante el sistema patentado Barredo. Previamente al inicio de las obras se llevó a cabo una inspección especial para conocer el estado global de la estructura (resistencia hormigón y tensión actual de los cordones mediante el método de la ballesta). Los trabajos de reparación y refuerzo de la estructura consistieron en reemplazo de apoyos existentes con ménsulas y pilastras metálicas, refuerzo activo/pasivo de vigas (pretensado exterior + bandas de TFC), sustitución de pretilas y cambio de juntas de dilatación.

ABSTRACT

In 2021, Freyssinet España carried out the repair and reinforcement of the prestressed beams of the viaduct over the Fresnedoso River. This structure dates back to 1961 and was designed by Mr. José Antonio Torroja with prestressed beams using the patented Barredo system. Prior to the start of the works, a special inspection was carried out to determine the overall condition of the structure (concrete strength and current tension using the crossbow method). Repair and reinforcement works on structure consisted of replacing existing supports with metal corbels and pilasters, active/passive reinforcement of beams (external prestressing + TFC bands), replacing parapets and changing expansion joints.

PALABRAS CLAVE: Reparación, refuerzo, Barredo, pretensado exterior, fibra carbono, Torroja.

KEYWORDS: Repair, reinforcement, Barredo, external prestressing, carbon fiber, Torroja.

1. Descripción estructura original

La estructura objeto del estudio es un viaducto formado por 5 vanos isostáticos, teniendo una longitud total de 188,9 m entre estribos, siendo los vanos extremos de 28,35 m, mientras que los tres vanos centrales tienen una longitud de 37,4 m.

La plataforma tiene un ancho total de 6,20 m, estando constituida por una losa de 15 cm de espesor y por dos aceras laterales de 0,60 m de ancho, siendo por tanto la calzada de 5 m. Dicho tablero apoya sobre cuatro vigas prefabricadas pretensadas, constituidas por dovelas, las cuales tienen un canto total de 2,10 m y un interje de 1,55 m (figura 1).

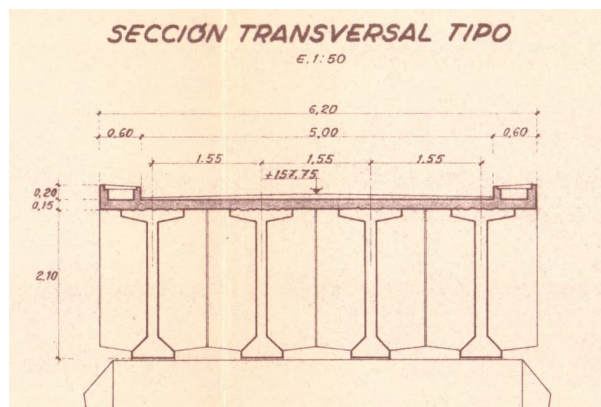


Figura 1. Sección transversal de tablero.

Cada uno de los 5 vanos que componen el viaducto tiene una serie de diafragmas rígidos transversales de 14 cm de espesor (figura 2), destinados a favorecer el reparto de cargas transversal. Los vanos extremos tienen un diafragma en cada zona de apoyos, además de otros dos diafragmas interiores, todos ellos equidistantes. Para los vanos interiores el número de diafragmas interiores pasa a 3, existiendo de la misma manera los diafragmas en apoyos, y siendo igualmente equidistantes todos ellos.

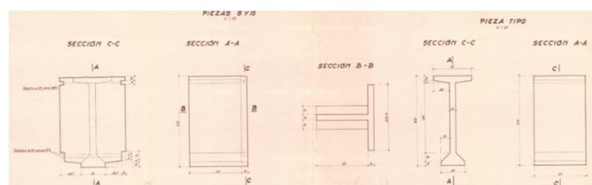


Figura 2. Geometría de dovelas.

El apoyo de las vigas en sus extremos, tanto sobre pila como sobre estribo, se realiza mediante dos mecanismos diferentes. Los apoyos orientados hacia Navahermosa se han resuelto mediante bielas ejecutadas con dados de hormigón armado de 84 cm de altura con placas de plomo en su base y coronación, por lo que estos apoyos se considerarán deslizantes. Los apoyos situados en el otro extremo apoyan directamente en planchas de plomo, siendo apoyos fijos (figura 3).

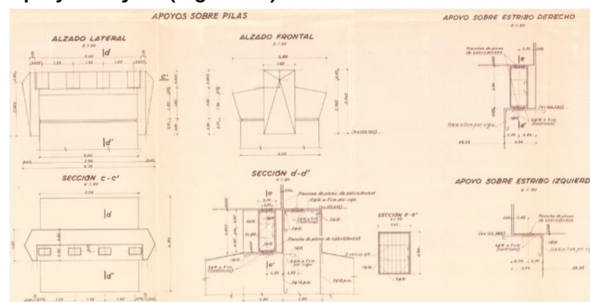


Figura 3. Detalles de apoyos de proyecto 1961.

En los planos de proyecto de ejecución de 1961 se detalla la geometría y distribución de tendones, representando las 16 familias de cordones siendo su distribución de anclajes en culata de viga (figura 4):

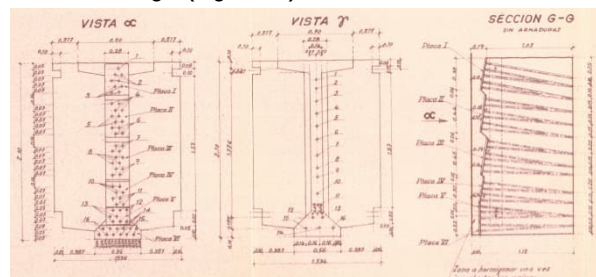


Figura 4. Detalles de cabezas de vigas pretensadas.

2. Documentación histórica

El primer proyecto fue aprobado por Orden Ministerial el 8 de abril de 1954, siendo el proyecto final de ejecución firmado por Don Jose Antonio Torroja en 1961. Las obras fueron ejecutadas por la misma empresa contratista para la construcción de la presa; Helma, S.A.

Para la ejecución de vigas pretensadas se empleó el sistema Barredo (figura 5) desarrollado

en la década de los 60, basado en el sistema Freyssinet con patente de 1928. Este sistema está encuadrado dentro de los anclajes por cuñas (figura 6), en los que no existe ningún contacto entre cuñas y el cono hembra exterior, pues se introducen entre las armaduras apoyándose sólo en ellas.

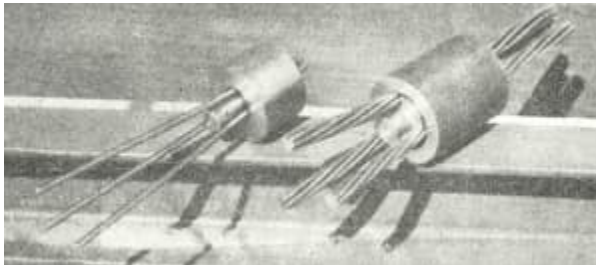


Figura 5. Anclaje tipo de 3 alambres y cordones sistema Barredo.

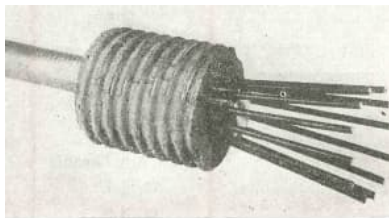


Figura 6. Anclaje tipo de sistema Freyssinet.

Tanto la cuña como el cono exterior son metálicos, y se escogió el número de tres alambres por anclaje (figura 7) para conseguir un anclaje isostático, sin posibilidad de que apretada la cuña contra los tres primeros pudiese realizarse menos esfuerzo de retención sobre el cuarto alambre y los sucesivos.

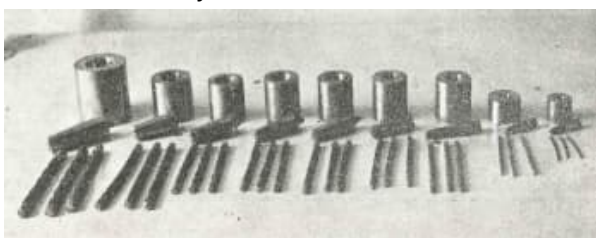


Figura 7. Gama de anclajes para 3 alambres.

El inconveniente que este pequeño número de alambres por anclaje suponía, al ser pequeños los esfuerzos de tensión por cada unidad, quedó resuelto con el empleo de cables trenzados, siempre en número de tres por anclaje para mantener las características del sistema.

El puente se construyó por dovelas, colocándolas bastante próximas (separaciones de 2 ó 3 cm) y rellenando el espacio con un

mortero de cemento suficientemente seco para que se mantenga sin desprenderse, realizándose el tesado buscando un equilibrio total entre las tensiones de los tres alambres o cables que llegan a un anclaje, compuesto en realidad por tres gatos hidráulicos (figura 8) independientes conectados a la misma bomba de presión hidráulica, y así se transmite el mismo esfuerzo a cada alambre, aunque, para alcanzar este equilibrio, tenga que ser diferente el recorrido de cada uno de ellos.

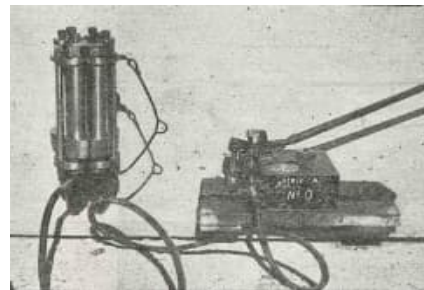


Figura 8. Gato de tesado.

En estas condiciones, no son precisos separadores ni elementos de distribución de las armaduras dentro de su vaina, pues, aunque, al colocarlos, no tengan los alambres exactamente la misma longitud, el gato se encarga de equilibrar las tensiones.

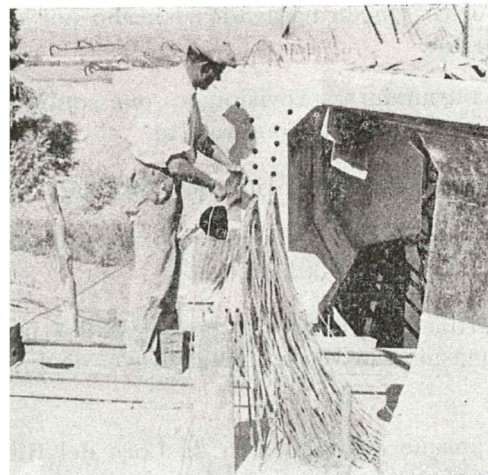


Figura 9. Tesado de cables en viga.

Como procedimiento constructivo se emplearon vigas de lanzamiento y puente de vigas de dovelas prefabricadas (figura 10). Ambos de especial interés por la fecha de ejecución (1960-1970) con respecto al uso de dichas técnicas.

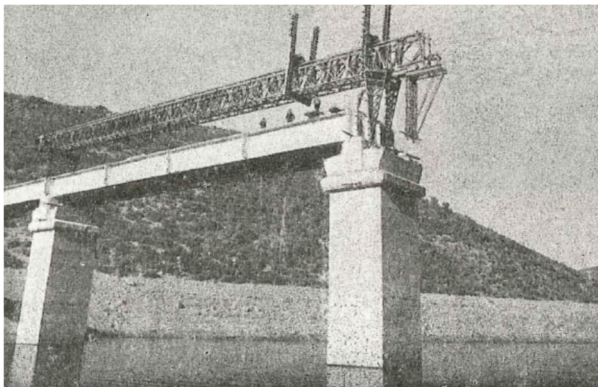


Figura 10. Lanzadera para colocación vigas.

3. Inspección especial

Previo a la redacción del proyecto de refuerzo, se propuso por parte de Freyssinet la realización de una Inspección especial sobre el viaducto, de tal manera que se obtuvieran los datos necesarios para el estudio y planteamiento del refuerzo más adecuado para la estructura.

Los principales puntos que identificar en la realización de esta inspección fueron:

- Geometría general del viaducto, y más concretamente geometría de vigas y del tablero.
- Se realizó un levantamiento geométrico en detalle de vigas, diafragmas, apoyos, losa.
- Inspección de Tecnología del pretensado existente. Para ello se llevó a cabo el repicado en culatas de vigas y catas en zona cercana a apoyo y centro de vano.
- Armado que componen las vigas, principalmente pretensado en centro de vano y armado de cortante en catas cerca de apoyos.
- Estado de juntas de dovelas de vigas.
- Geometría de apoyos actuales.
- Catas para ver estado de pretensado.
- Probetas de hormigón para conocer:
 - o Resistencia.
 - o Existencia de cloruros.
 - o Carbonatación.
- Catas en losas y vigas para conocer cuantía y distribución de armado pasivo (figura 11).
- Ensayos para conocer resistencia de armadura pasiva y activa.

Especial relevancia tenían las vigas pretensadas, por lo que se planteó una propuesta de ensayos a realizar sobre ellas, indicando tanto las vigas a ensayar como el tipo y número de ensayos a realizar en cada una de ellas, valorando a su vez los resultados obtenidos tras la caracterización de cada una de las muestras ensayadas.



Figura 11. Catas de inspección del pretensado.

Para poder realizar el estudio y diseño del refuerzo de vigas, era indispensable conocer su estado tensional actual. Para ello, se empleó el “ensayo de la ballesta” (figura 12), ya que no se conocía la fuerza de tesado original a la que se ejecutaron las vigas.

El principio del funcionamiento de la ballesta se basa en el hecho de que cuanto mayor sea la tensión longitudinal de la armadura activa, mayor deberá ser el esfuerzo F transversal necesario para provocar una desviación de su eje con una flecha f importante.

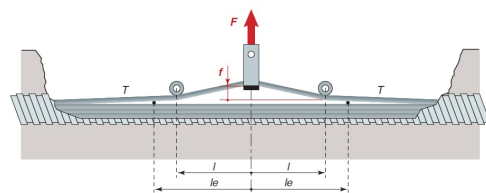


Figura 12. Esquema funcionamiento método ballesta.

Una ballesta de medición de tensión de armadura activa está compuesta por (figura 13):

- Ballesta propiamente indicada, formada por un marco rígido de acero donde se ubica, en

la parte inferior, dos rodillos espaciados entre ejes una distancia de 30 cm.

- Cilindro hidráulico y célula de carga: El cilindro está montado sobre el chasis descrito y unido al pretensado mediante una barra de tiro y horquilla, en medio existe una célula de carga que permite medir la fuerza con precisión.

- Unidad de medida: de aproximadamente 25 mm, de forma que mide los desplazamientos transversales según las cargas ejercidas por el gato en el alambre o cordón estudiado.



Figura 13. Elementos de ballesta.

En primer lugar, debe realizarse la calibración de la ballesta (figura 14). Para ello se reproduce al máximo en laboratorio las condiciones a las que estarán sometidas las armaduras activas. Se debe aislar el tramo a ensayar con la ballesta del resto del alambre o cable a ensayar para evitar que la fricción parasitaria perturbe el ensayo. Para ello, se coloca un bastidor alrededor del cable a ensayar.

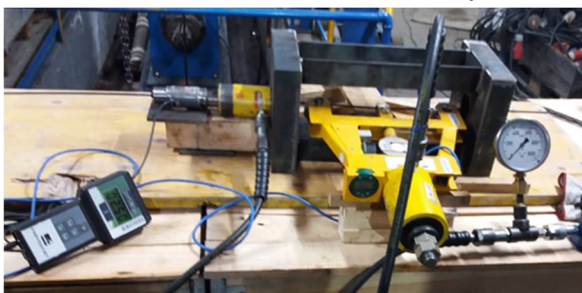


Figura 14. Calibración de ballesta.

Para la realización de la calibración se tomaron tres muestras de alambres de la obra, realizándose la operación en dos ocasiones en cada alambre, por lo que el número total de ensayos completos realizados ha sido de seis ensayos (dos por alambre).

Tras la calibración de ballesta realizada en laboratorio, se procedió a la realización del ensayo in situ sobre las rozas preparadas a tal efecto. Para una mayor precisión en la medida, se colocó la ballesta colgada de un polipasto con anclajes al alma de viga (figura 15), de tal manera que se aseguraba la correcta colocación del alambre entre rodillos y la medida del desplazamiento sin distorsiones.



Figura 15. Colocación de ballesta en obra.

A partir del momento en el que se registran valores de desplazamiento del alambre en la célula de medición, comienza en sí el ensayo, realizando los 4 escalones de carga estimados. En cada uno de esos 4 escalones marcados se registran los datos (esfuerzo, deformación) en tiempo real.

Con cada uno de los alambres estudiados se realizaron dos operaciones, registrando las parejas de valores en cada operación. En el momento en el que los valores obtenidos de ambas operaciones son homogéneos, se considera por concluido el ensayo sobre el alambre estudiado. En total se realizaron 16 operaciones.

Se obtuvieron los valores de deformación de cada alambre en función de la carga transmitida, los cuales se correlacionaron con las pendientes obtenidas.

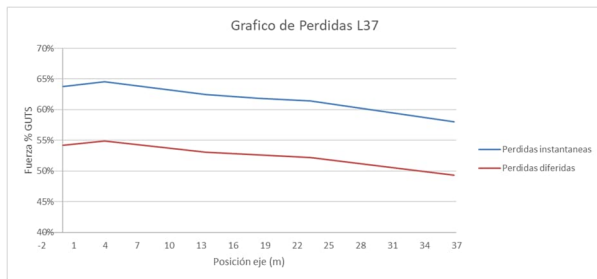


Figura 16. Gráfica de pérdidas.

Pérdidas máximas por fricción

u	0,24	rad ⁻¹	
alpha1	0,110	rad	
alpha1+2	0,2199115	rad	
K	0,007	rad/m	
x	36,76	m	
ΔP1=	6,80	kN	11,5%
P0-ΔP1=	52,59	kN	88,55%

Pérdidas acortamiento elástico hormigón

σ _{cp} =	6,26	MPa	
Ag =	473000	mm ²	
ApT =	3594,12	mm ²	
Ep =	200	Gpa	
Ecj =	24,2	Gpa	
n=	61	tendones	
ΔP3 =	1,50	kN	2,5%

Pérdidas fluencia lenta hormigón (CR)

δ _{cr} (10000)	0,346	mm/m	
σ _{cr}	69,2	MPa	
Ap	58,92	mm ²	
ΔP4 =	3,6081982	KN	6,1%

Pérdidas retracción del hormigón (CS)

δ _{cs} (10000)	0,376	mm/m	
σ _{cr}	75,2	MPa	
Ap	58,92	mm ²	
ΔP5 =	3,9210478	KN	6,6%

Pérdidas diferidas relajación acero (RE)

σ _{re}	16,55	MPa	
Ap	58,92	mm ²	
ΔP6 =	0,975126	KN	1,6%

Pérdidas diferidas relajación acero (RE)

σ _{re}	28,223014	MPa	
Ap	58,92	mm ²	
ΔP6 =	1,6629	KN	2,80%

4. Bases de cálculo

Tras los ensayos de laboratorio, se obtuvieron los siguientes resultados de propiedades de materiales (figura 17) existentes en el viaducto:

- El hormigón de vigas prescrito en el proyecto tenía una resistencia mínima de 25 Mpa, sin embargo, los ensayos realizados sobre probetas de viga han dado por lo general valores inferiores de resistencia (entre 15,1MPa y 23,1 MPa).
- Respecto al hormigón en losa, mamparos y estribos, no se indicaba ninguna resistencia en proyecto. La rotura de probetas realizada a cada elemento ha resuelto:
 - o Losa: resistencias entre 20,1 MPa y 26,9 MPa.
 - o Mamparos: en los dos ensayos realizados se han obtenido 20,1 MPa y 24,8 MPa.
 - o Estribos: dos probetas en cada estribo.
 - Estribo 1 (apoyo móvil): 15,2 MPa y 16,4 MPa.
 - Estribo 2 (apoyo fijo): 28,2 MPa y 31,5 MPa.
- El armado activo de proyecto se marcaba con una tensión de rotura de 1500 Mpa, siendo este valor coherente con los 4 ensayos a tracción realizados (1578 MPa el menor).
- En el caso del armado pasivo únicamente se indica que es acero dulce, sin indicar sus propiedades. En los ensayos de tracción se han obtenido resistencias de 352,8 MPa en el peor caso a 378,51 MPa.

Figura 17. Propiedades materiales.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de la Inspección especial realizada respecto a la caracterización de materiales y geometría de la estructura, se definieron las propiedades de materiales a adoptar en el diseño, (figura 18) revisada y aprobada por AT y DO:

- **Características del hormigón:**
 - Resistencia hormigón de vigas: 15 mPa
 - Resistencia hormigón de losa : 20 mPa.
 - Resistencia hormigón de mamparos : 20 mPa.
- **Características del acero:**
 - Límite elástico acero pasivo existente: 240 mPa.
 - Tensión de rotura acero activo existente: 1500 mPa.
- **Consideraciones para el pretensado actual:**
 - Fuerza de pretensado existente, dos consideraciones:
 - Mínimo : 40% GUTS
 - Máximo: 60% GUTS

Figura 18. Propiedades materiales.

5. Comprobaciones iniciales estructura

Previo al dimensionamiento del refuerzo, se llevó a cabo unas comprobaciones iniciales en la estructura, más concretamente para conocer la capacidad actual del tablero, las cuales sirvieron como base para conocer el estado actual en ese momento, y así también poder diseñar el refuerzo idóneo.

De las comprobaciones realizadas sobre la estructura en su estado actual (figura 19) previo

al refuerzo resultó las siguientes capacidades o deficiencias:

		Carril 1 IAP-11	Carril 2 IAP-11	Carril 3 IAP-11
Viga vano 28,35 m	Momento	✗	✗	✓
	Cortante	✗	✗	✗
Viga vano 37,40 m	Momento	✗	✗	✗
	Cortante	✗	✗	✗
Losa tablero	Flexión	✗	✓	✓
	Cortante / punzonamiento	✗	✓	✓
Juntas hormigonado	Viga-losa	✓	✓	✓
	Juntas dovelas	✗	✓	✓

Figura 19. Resumen comprobaciones.

Tras estos resultados, se observaron incumplimientos de más de 50% para un nivel de carga conforme al carril 2 de la IAP-11. Se acordaron con AT y DO unas premisas de diseño de refuerzo y niveles de carga a considerar en el diseño. De forma resumida, la carga permitida de diseño es acorde al Carril 3 de la IAP-11 a niveles de comprobaciones.

6. Operaciones realizadas

6.1 Sustitución de apoyos

El apoyo de las vigas existentes en sus extremos, tanto sobre pila como sobre estribo, se realizaba mediante dos mecanismos diferentes. Los apoyos orientados hacia Navahermosa estaban resueltos mediante bielas ejecutadas con dados de hormigón armado de 84 cm de altura con placas de plomo en su base y coronación, por lo que estos apoyos se consideraron deslizantes.

Los apoyos situados en el otro extremo apoyan directamente en planchas de plomo, siendo apoyos fijos. Ante el estado en el que se encontraban los apoyos de las vigas, donde las chapas de plomo en muchos casos totalmente desplazadas y degradadas, fue necesario el cambio y restitución de estos elementos.

Para los apoyos en estribo, fue necesaria la disposición temporal de ménsulas metálicas ancladas al fuste de este (figura 20), sobre las cuales se colocaron los cilindros hidráulicos para llevar a cabo el levantamiento del tablero. La colocación de los cilindros sobre la ménsula se

realizó de dos formas diferentes función del tipo de apoyo a sustituir:



Figura 20. Ménsulas metálicas sobre estribo.

En el caso de los apoyos en pila, también de manera temporal fue necesario para ambas tipologías de apoyos la inclusión de un enano metálico en cabeza de pila a ambos lados (figura 21), y así poder conseguir la cota deseada para la colocación del cilindro hidráulico.



Figura 21. Pilastras sobre pilas.

6.2 Refuerzo de vigas

Para el planteamiento del refuerzo óptimo a ejecutar en la estructura, se siguieron las hipótesis de diseño acordadas previamente con A.T. y D.O. y basadas tanto en la inspección especial realizada como en unas comprobaciones del estado previo al refuerzo de la estructura llevadas a cabo por Freyssinet, donde se pudo corroborar la necesidad de su refuerzo.

En base a los requerimientos de proyecto, Freyssinet realizó las siguientes actuaciones de reparación y refuerzo:

- Refuerzo de las vigas prefabricadas mediante la ejecución de un pretensado exterior no adherente (figura 22,23) que refuerce las vigas en ELU o capacidad y, además, al ser activo, mejore el estado tensional de las vigas en

ELS, comprobando a su vez que este refuerzo no compromete a la sección en vacío.



Figura 22. Refuerzo mediante anclaje 1R15.

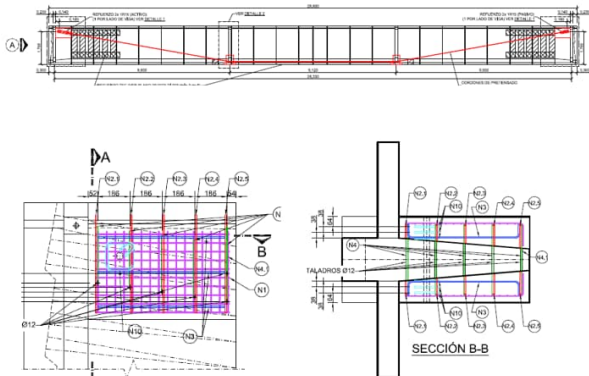


Figura 23. Geometría de refuerzo exterior.

- Colocación de un refuerzo a flexión en vigas mediante TFC en cara inferior de ala (figura 24), con el cual conseguir coeficiente de aprovechamiento y seguridad apropiados en ELU.



Figura 24. Colocación de TFC a flexión.

- A modo de refuerzo a cortante de las vigas, junto a la ejecución del pretensado exterior anteriormente citado, se ejecutaron bandas de TFC verticales (figura 25) anexas al alma de las vigas en el primer tramo de estas.



Figura 25. Colocación de TFC a cortante.

- Se realizaron ensayos de pull off (figura 26) en cara inferior de viga para comprobar la tensión mínima antes y después de colocar el refuerzo de fibra.



Figura 26. Dowels para ensayo de pull-off.

Tras la ejecución de los refuerzos anteriormente descritos, se consigue una mejora en la funcionalidad y la resistencia del tablero importante en ambas tipologías de vano incrementando considerablemente las cargas admisibles de tráfico sobre el mismo (figura 27), respecto a las cargas admisibles sobre el puente previas a su reparación y refuerzo.

ELU		Carril 1 IAP-11	Carril 2 IAP-11	Carril 3 IAP-11
Viga vano 28,35 m	Momento	✗	✗	✓
	Cortante	✗	✗	✗
Viga vano 37,40 m	Momento	✗	✗	✗
	Cortante	✗	✗	✗
ELS		Carril 1 IAP-11	Carril 2 IAP-11	Carril 3 IAP-11
Viga vano 28,35 m	Fisuración	✗	✗	✗
Viga vano 37,40 m	Fisuración	✗	✗	✗

ELU		Carril 1 IAP-11	Carril 2 IAP-11	Carril 3 IAP-11	Camión 40t	2 camiones 20t IAP-11
	Viga vano 28,35 m	✗	✓	✓	✓	✓
	Cortante	✗	✗	✓	✓	✓
	Viga vano 37,40 m	✗	✗	✓	✓	✓
ELS		Carril 1 IAP-11	Carril 2 IAP-11	Carril 3 IAP-11	Camión 40t (carril 3-uno)	2 camiones 20t IAP11 (carril 3-dos)
	Viga vano 28,35 m	✗	✓	✓	✓	✓
	Fisuración	✗	✗	✓	✓	✓
	Viga vano 37,40 m	✗	✗	✓	✓	✓

Figura 27. Comparativa estado inicial-final.

6.3 Sustitución de pretils

La actuación de reparación que llevó cabo Freyssinet, siguiendo lo marcado en la memoria de proyecto, consistió en la adecuación del sistema de contención de la vía, lo cual se traduce en la retirada de la barandilla y bionda existentes y la posterior colocación de un pretil metálico tipo H2 con anclaje químico al tablero.

Se dispuso entonces el pretil Ape-13 de ASEBAL. Dicho pretil, además de marcado CE, tiene un nivel de contención H2/W5/B y una deflexión dinámica de 1,1m acorde a lo solicitado en proyecto.

Todas las operaciones se realizaron sobre un andamio deslizante apoyado en tablero (figura 28).



Figura 28. Andamios sobre tablero.

7. Estado final

A continuación, se presentados dos fotografías con el estado inicial y final de la estructura una vez llevadas a cabo todas las operaciones de reparación y refuerzo proyectadas.



Figura 29. Estado inicial.



Figura 30. Estado final.

Agradecimientos

Freyssinet queremos transmitir nuestro más sincero agradecimiento por la confianza prestada y por el incansable esfuerzo, compromiso y dedicación en su trabajo, que hicieron posible la realización de rehabilitación del presente puente histórico, en especial, queremos reconocer a:

- Confederación Hidrográfica del Guadiana en particular a: Miguel Angel Carrasco Bermejo y a Carlos Rey Barrantes
- Invenio Consultores S.L., en particular a Juan Miguel Vega y Juan Pedro Cortes Perez
- UTE Cijara (PROVIAS y Freyssinet)

Referencias

- [1] Artículo: "Viga de Lanzamiento - procedimiento constructivo V Fresnedoso" revista *Hormigón y Acero* n80 - año1967
- [2] Artículo: "Sistema Barredo (postensado)" revista *Hormigón y Acero* n80 - año1967
- [3] Artículo: "Materiales utilizados en la técnica del pretensado" revista *Hormigón y Acero* n80 - año1967
- [4] "Viaducto sobre el rio Fresnedoso" Documentos y planos originales de ejecución del viaducto, así como memoria, comprobaciones, pliego y cubicaciones, proporcionados por el archivo del CEDEX:
 - 6 planos con la descripción de la estructura fechados en agosto de 1961.
 - Memoria justificativa de la solución adoptada, fechada en enero de 1961.

- *Memoria de proyecto y cubicaciones, con fecha de noviembre de 1960.*
- *Comprobaciones, sin fechar.*

[4] *Planos de Liquidación de la variante de la C.L. de Navahermosa al portillo de Cíjara. Trozo 1º fechados en 1978.*

[5] *IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.*

[6] *EHE-08: Instrucción de hormigón estructural.*

[7] *FOREVA TFC, Avis Technique 3-07-540.*

[8] *FIB Bulletin 14.*

[9] *ETAG 013 - Post Tensioning Kits for prestressing of structures*

[10] *ACI 318 – 14: Building Code Requirements for Structural Concrete*

[11] *ACI 440.2R-08, Guide for Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems.*

[12] *EN-1317-2: Sistemas de contención para carreteras.*

[13] *OC 35/2014: Orden circular sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos*