

Obras de reparación y sustitución parcial del tablero del viaducto de Ruitelán en el PK 424+000 de la A-6

Repair and partial deck replacement of the Ruitelán viaduct at KP 424+000 of the A-6 road.

Ignacio PULIDO SÁNCHEZ^a, Santiago SALAS FERNÁNDEZ POLANCO^b, Beatriz GONZÁLEZ DEL RIEGO^c, Marcos SÁNCHEZ CARRICOBA^d,

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TYLin Spain. Desarrollo de Negocio. ignacio.pulido@tylin.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TYLin Mexico. Jefe de Proyectos. santiago.salas@tylin.com

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Jefe de Unidad de Carreteras de Lugo. bgdelriego@transportes.gob.es

^d Ingeniero Técnico de Obras Públicas. Unidad de Carreteras de Lugo. msscarricoba@transportes.gob.es

RESUMEN

El viaducto de Ruitelán es una importante estructura construida a principios de la década de los ochenta, permitiendo la variante de la antigua carretera N-VI. El viaducto presentaba una serie de importantes daños en el sistema de pretensado de las vigas isostáticas en forma de “V” que formaban los tres vanos finales del mismo, haciendo patente la clara carencia de capacidad resistente de estas. Tras el correspondiente estudio de alternativas, se optó por el desmontaje del tablero existente y su posterior reconstrucción. Asimismo, se repararon los daños existentes en el tramo central del tablero y en las pilas más afectadas por la circulación de agua con fundentes.

ABSTRACT

The Ruitelán viaduct is an important structure built in the early eighties, allowing the bypass of the old N-VI road. The viaduct presented a series of important damages in the prestressing system of the “V” shaped isostatic beams that formed the three final spans of the viaduct, making clear the lack of strenght capacity of these beams. After the corresponding study of alternatives, it was decided to remove the existing deck and built a new deck using a beam launcher. Likewise, existing damages caused by with salt fluxes in the central span and piers were repaired.

PALABRAS CLAVE: Reparación y refuerzo, pretensado, inyección, lechada, desmontaje tablero, lanzador de vigas, corrosión.

KEYWORDS: repair and reinforcement, prestressing, injection, grouting, deck removal, beam launcher, corrosion.

1. Introducción

El viaducto de Ruitelán es una importante estructura construida a principios de la década de los ochenta, permitiendo la variante de la antigua carretera N-VI. Posteriormente, cuando esta se duplicó, se procedió a la demolición y reconstrucción de los tres vanos iniciales con el fin de adaptar el trazado en planta a los parámetros de autovía. Dichos nuevos vanos se

resolvieron mediante vanos isostáticos formados por dos vigas artesas. Los tres siguientes vanos están formados por un cajón de hormigón de canto variable que se empotra en las pilas, construido por la técnica de voladizos sucesivos, mientras que, los tres finales, nuevamente isostáticos, estaban formados por cuatro vigas con forma de “V”.

El viaducto presentaba una serie de importantes daños en el sistema de pretensado de las vigas isostáticas en forma de “V”, haciendo patente la clara carencia de capacidad resistente de estas. Tras el correspondiente estudio de alternativas, se optó por el desmontaje del tablero existente, y la posterior reconstrucción de un nuevo tablero mediante el uso de un lanzador de vigas. En este artículo se describen los trabajos de inspección que se llevaron a cabo en la estructura y que permitieron detectar importantes daños en el sistema de pretensados asociados a una deficiente inyección de las vainas. Asimismo, se aborda el planteamiento de alternativas de reparación inicialmente estudiado y se presenta la solución finalmente adoptada y ejecutada consistente en el desmontaje del tablero y su sustitución por un nuevo tablero de vigas.

2. Descripción de la estructura

El viaducto de Ruitelán se encuentra en el Pk 424+000 de la autovía A-6 perteneciente al tramo Ambasmestas – Piedrafita, permitiendo a dicha vía salvar la vaguada del arroyo del Real en la localidad de Ruitelán. En la actualidad, da servicio a la calzada izquierda de la autovía A-6.



Figura 1 Vista general de la estructura (Viaducto de Ruitelán al frente y Viaducto de Sanprón al fondo)

El viaducto fue construido a principios de la década de los ochenta permitiendo la variante de la antigua carretera nacional N-VI. Posteriormente dicha carretera fue desdoblada y el viaducto de Ruitelán fue ampliado pasando a dar servicio únicamente a la calzada izquierda.

El viaducto, de unos 422 m de longitud, está formado por 9 vanos ($3 \times 27,0 + 65,0 + 130,0 + 65,0 + 3 \times 27,0$) de diferente tipología. Los tres vanos iniciales y finales están formados por un tablero de vigas, mientras que los tres centrales están formados por un cajón de hormigón de canto variable ejecutado mediante voladizos sucesivos.

Como se ha comentado originalmente la estructura daba servicio a ambas calzadas de la N-VI, posteriormente, cuando se desdobló la carretera se demolieron los tres vanos iniciales con el fin de modificar el trazado en planta y se reconstruyeron mediante un tablero de vigas y se ensancharon los vanos restantes.

Actualmente los vanos 1, 2 y 3 son vanos isostáticos formados por dos vigas artesas prefabricadas y una losa de compresión ejecutada “in situ”.

Los tres vanos siguientes (vanos 4, 5 y 6) están formados por una sección cajón de canto variable que se empotra en las pilas. Inicialmente la sección tenía 10 m de anchura y, tras la ampliación ejecutada al desdoblamiento la calzada, pasó a tener una anchura de 11,20 m.

Los vanos finales de la estructura (vanos 7, 8 y 9) está formada por un tablero de vigas. Cada vano está formado por 4 vigas en forma de “V” sobre las que se ejecutó una losa de 0,20 m de canto. Al igual que en los vanos anteriores, dicha sección originariamente tenía 10 m de anchura y fue ampliada pasando a tener un ancho total de 11,20 m. Dichas vigas cuentan con apoyos a media madera sobre las pilas y estribo E-2.

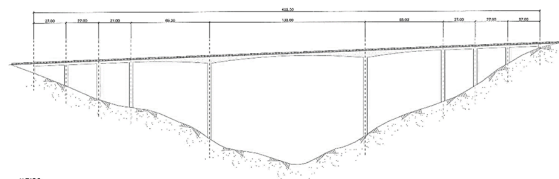
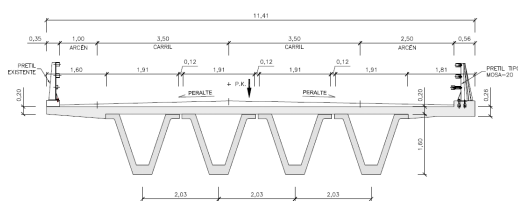


Figura 2. Alzado general de la estructura



Los tres vanos siguientes (vanos 4, 5 y 6) están formados por una sección cajón de canto variable que se empotra en las pilas. Inicialmente la sección tenía 10 m de anchura y, tras la ampliación ejecutada al desdoblamiento de la calzada, pasó a tener una anchura de 11,20 m.

Los vanos finales de la estructura (vanos 7, 8 y 9) están formados por un tablero de vigas. Cada vano está formado por 4 vigas en forma de “V” sobre las que se ejecutó una losa de 0,20 m de canto. Al igual que en los vanos anteriores, dicha sección originariamente tenía 10 m de anchura y fue ampliada pasando a tener un ancho total de 11,20 m. Dichas vigas cuentan con apoyos a media madera sobre las pilas y estribo E-2.

3. Descripción de daños

Se describen a continuación los principales daños detectados en la estructura que, de forma general, se concentran en las pilas P-3 y P-6, en el tablero construido mediante voladizos sucesivos (vanos 4, 5 y 6), las vigas en “V” que forman los vanos 7, 8 y 9 y, a nivel de plataforma en el sistema de contención.

Las pilas cuyo estado de conservación es más deficiente son las pilas P-3 y P-6 donde la circulación de agua por los paramentos de hormigón es importante debido al agua que se filtra desde la plataforma a través de las juntas de dilatación. En dichas pilas es posible observar numerosos desconchones que dejan la armadura al descubierto en un avanzado estado de oxidación, lajaciones, fisuración superficial generalizada y pérdida de la pintura protectora. Estos daños son mucho más acusados en las cabezas de las pilas, así como en la cara frontal de la pila P-3 y la cara izquierda de la pila P-6, donde se observa una importante degradación del hormigón, especialmente en la coronación de

Figura 3. Sección transversal tipo tras la ampliación (vanos 4, 5 y 6)

la pila P-3 bajo uno de los apoyos a media madera del tablero.



Figura 4 Detalle de la cabeza de la pila P-3

En cuanto al tablero, los tres vanos centrales presentan de forma generalizada lajaciones, desconchones y zonas con armaduras vistas en avanzado estado de oxidación debido, probablemente, a un escaso recubrimiento y a la circulación de agua desde el tablero.



Figura 5 Deterioros en el voladizo

La zona que presenta un peor estado de conservación se corresponde con el ensanche del voladizo ejecutado durante las obras de ampliación del viaducto. En dichas zonas se han detectado numerosos desconchones, principalmente en las zonas donde se ubican los imbornales, lajaciones y armaduras vistas en un avanzado estado de oxidación. La junta entre el hormigón nuevo y el antiguo, siempre zonas delicadas desde el punto de vista de la durabilidad, presenta a todo lo largo de la misma lajaciones, desconchones y una “ceja longitudinal de hormigón” que recorre la junta. Además, posiblemente dicha junta suponga una

de las vías de entrada al agua de la plataforma. Otra de las posibles vías de entrada de agua son los taladros ejecutados para el anclaje del sistema de contención y del propio carro de dovelas, que posiblemente no se trataron adecuadamente para asegurar su estanqueidad.

En cuanto a los vanos finales de la estructura, formados por vigas con forma de “V”, destacar las importantes fisuras longitudinales detectadas tanto en las almas como en la cara inferior de las mismas. Dada la relevancia de esta patología en otros puntos del artículo se detallarán los trabajos de inspección desarrollados en estos elementos, así como el análisis de patologías desarrollado.

Junto a lo anterior, los extremos de estas vigas, que cuentan con un apoyo a media madera, presentan un fuerte grado de degradación.



Figura 6. Degradación de las zonas de apoyo de las vigas

4. Inspección en vigas de vanos 7, 8 y 9

Como se ha comentado, los vanos de vigas en V del viaducto presentaban una serie de fisuras longitudinales que, en mayor o menor medida, se reproducían de manera sistemática a lo largo de las 12 vigas, siendo el número de fisuras significativas en almas entre 4 y 5 por alma y 1 o 2 fisuras en mitad de la tabla inferior corrida en toda la longitud. Las fisuras longitudinales se propagan en la longitud completa de las vigas.

Con el fin de investigar las fisuras longitudinales del alma y determinar su profundidad se realizaron varias calas. La realización de las calas permitió descubrir que, en las zonas próximas a las pilas (donde la fisuración era más acusada),

tras las fisuras aparecían, alineadamente, los cables de postesado de las vigas, que no se tenían caracterizados, pues no se disponían de los planos del proyecto original de este tramo del viaducto y, hasta la inspección se desconocía que las vigas fueran postesadas.



Figura 7. Fisuración longitudinal en vigas en V



Figura 8. Caracterización fisuras en almas.

Las primeras calas inicialmente realizadas pusieron al descubierto que, más allá de la patología señalada de la fisuración longitudinal de las vigas, algunas vigas presentaban cables de pretensado con falta parcial de mortero en su interior y cables con diferentes avances de corrosión. Dada la gravedad de esta patología encontrada se programó una segunda campaña de calas sistemática para tener un muestreo representativo que permitiera identificar y conocer la magnitud del problema.

5. Análisis de las patologías detectadas en las vigas de los vanos 7, 8 y 9

Tal y como ha quedado de manifiesto en los párrafos anteriores, estudiando la posible causa de la fisuración longitudinal de las vigas, se han descubrieron dos graves patologías ocultas: falta de lechada en las vainas de pretensado y cables de pretensado con corrosión

Ambas patologías están relacionadas entre sí, pues el hecho de que las vainas estén vacías implica que, si la humedad/agua llega a las vainas, fácilmente pasará dentro de éstas, afectando a los cables de pretensado. Por otra parte, las fisuras longitudinales en el alma coinciden en su trazado con el de las vainas, por lo que la entrada de agua es directa. Esto explica que las vainas se encuentren en mayor o menor medida con corrosión, y que en el caso de las

vainas que están vacías, la corrosión ha llegado en todos los casos a los cables de pretensado dentro de las vainas.

En lo que respecta al problema resistente, la pérdida de capacidad del pretensado por corrosión de los cables podría acabar produciendo el colapso de la estructura, según el nivel de corrosión de los cables y el número de cables afectados en cada caso. Puesto que la sección de la viga es postesada, la mayor parte de la resistencia a flexión de la sección se deberá a los cables de pretensado, por lo que no se podría garantizar su integridad si el nivel de la corrosión en cables se amplifica.

En la búsqueda de causas por las que el estado de la inyección de lechada en las vainas no es el adecuado, así como de la caracterización del pretensado existente, se picó la culata de una de las vigas intentando dejar a la vista las placas de pretensado que pudieran mostrar el número de torones, tamaño y su tipología.

Se observó que el pretensado existente no era el habitual de placa multicable, formado habitualmente por bloques macizos de acero (“quesos”) y cuñas individuales por torón, sino que el anclaje de pretensado dispuesto se trata de un sistema de pretensado, ya obsoleto, formado por un cilindro de hormigón de altas prestaciones en el que queda embebido una hélice de armadura de gran densidad y una única cuña, también de mortero de alta resistencia, la cual dispone de una serie de hendiduras perimetrales por donde se enfilan los cables (que no torones) y que se anclan todos mediante ese sistema ‘macho-hembra’ que forman cilindro-hélice y cuña. El pretensado existente son cables con 12 alambres de 7 mm.



Figura 9 Detalle del sistema de pretensado existente

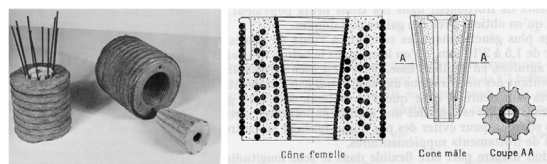


Figura 10 Sistema de pretensado existente

A la vista de la geometría del anclaje de pretensado empleado, y sobre todo de por dónde se inyecta la lechada, que es por el centro de la pieza en cono (Cone male) se puede entender cuál podría ser el origen, al menos en parte, de la mala inyección de la lechada. El sistema de anclaje forma un haz con los alambres de cada cable/tendón que se unen dentro del macizo (hélice) de anclaje, es decir formarían una especie de “embudo”. Es por ese embudo/estrangulamiento por el que debe entrar la lechada y rellenar completamente la vaina. Si las bombas de inyección no tienen una capacidad de presión muy elevada o la lechada no tiene una consistencia suficientemente fluida, el sistema de anclaje/inyección podría provocar que no se realice su correcta inyección.

Comentar que esta patología, la deficiente inyección de las vainas, se ha dado en diferentes países con anterioridad en puentes pretensados, que han llevado incluso a producir ciertos colapsos súbitos en el pasado que, incluso, conllevaron la prohibición de la construcción de puentes postesados en ciertos periodos de tiempo en el siglo pasado. Posteriormente se investigó y descubrió que las lechadas empleadas en esa época no llegaban a endurecer adecuadamente, sino que se disgregaban, quedando el agua por un lado y el cemento y áridos por otro, de modo que las vainas quedaban parcialmente vacías, como en nuestro caso.

En cuanto a las fisuras longitudinales que eran el punto inicial de estudio, éstas no responden a un tipo de fisura estructural concreto. Durante los trabajos de inspección del puente, a este respecto se pudieron constatar dos hechos:

- Recubrimiento de vainas estricto. La situación de las vainas respecto al paramento exterior de las vigas resulta

bastante somero en general, de apenas 5-6 cm de media.

- Armadura transversal de almas muy estricta. Si bien resulta sensiblemente variable en función de las diferentes secciones del puente, se ha podido constatar que, en general, la armadura pasiva de “piel” de las vigas es de cuantía muy baja, $\varnothing 6$ a 0,20 m, valor de cuantía bastante reducido y lejos de los mínimos que establecen las normativas actuales.

La suma de ambos efectos, recubrimiento de vaina y cuantía de armadura pasiva, explicarían un posible origen de las fisuras longitudinales a lo largo de las vigas. Durante la puesta en obra del hormigonado el espacio libre existente entre encofrado y vaina, como se ha comentado es de apenas 5-6 cm que, junto con la presencia de la armadura pasiva, habrían podido producir un efecto “barrera” que habrían impedido la entrada del hormigón fresco y producir secciones débiles de hormigón. Este hecho, nuevamente ligado a la baja cuantía de armadura vertical habría producido que, ante cualquier mínima sollicitación vertical del alma (difusión pretensado, cortante, transporte, efectos térmicos, retracción, etc) se produjera el estado de fisuración detectado.

6. Propuesta de actuaciones de reparación

Para restituir la capacidad de carga del tablero de vigas en “V” de cara a dejar la estructura dentro del marco de seguridad de la actual normativa y alargar la vida útil de la estructura que, con las actuales patologías, se podría afirmar que estaría fuera de servicio conforme a los estándares actuales, se plantearon varias alternativas:

- Sustitución del tablero
- Refuerzo de las vigas con un postesado exterior y ejecución de un recrecido de la losa.

- Refuerzo del tablero con vigas metálicas intermedias.

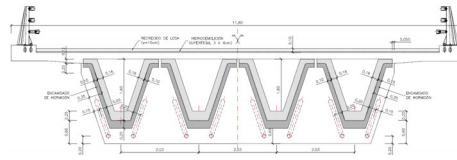


Figura 11 Sección transversal del tablero con refuerzo de postesado y encamisado de hormigón

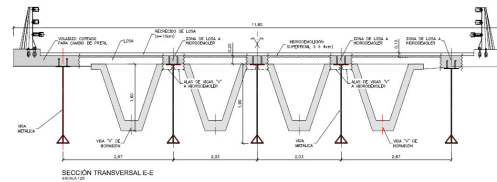


Figura 12 Sección transversal del refuerzo del tablero con vigas metálicas

7. Sustitución de los vanos 7, 8 y 9

Finalmente, tras el correspondiente estudio de alternativas se decidió desmontar el tablero existente y proceder a su sustitución por un nuevo tablero.

El nuevo tablero está formado por dos vigas artesas de hormigón prefabricadas sobre las que se ejecuta una losa de hormigón in situ. Tanto el desmontaje del tablero existente, como el montaje de las nuevas vigas de hormigón se realizó mediante el uso de un lanzador de vigas. Previo a la ejecución de pilastras de apoyo de dicho medio auxiliar se dimensionó un refuerzo en la cabeza de las pilas P7 y P8 que pudiera resistir los esfuerzos originados por el apoyo de este elemento durante las diferentes fases constructivas. El diseño del mencionado refuerzo contó con los siguientes condicionantes:

- Debía poder ejecutarse antes de la demolición del tablero ya que el lanzador iba a usarse para realizar la demolición.
- Debía dotar a las pilas de la capacidad suficiente para soportar los esfuerzos generados durante la construcción del viaducto.

- Debía ser compatible con la geometría y movimientos del nuevo tablero.

Este refuerzo se iniciaba con una hidrodemolición superficial hasta descubrir la armadura en la ubicación vertical de los futuros apoyos, con el objetivo de incluir en estas bandas un refuerzo longitudinal de acero pasivo. Posteriormente, se recuperó la sección original mediante un mortero de reparación de altas prestaciones.

Sobre la cabeza de pila se ejecutó un nervio central con el doble objetivo de reforzar la propia cabeza de pila y permitir a su vez realizar el apoyo de las pilastras.

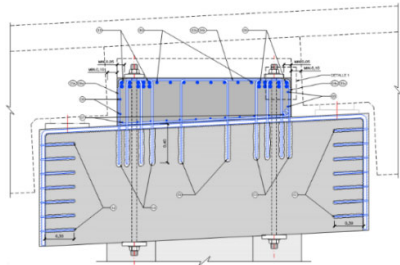


Figura 13 Refuerzo de la cabeza de pila para permitir el apoyo del lanzador de vigas

Tras la ejecución del citado refuerzo se procedió a la ejecución de las pilastras de hormigón que sirven de apoyo al medio auxiliar.

Previo al montaje del lanzador de vigas para retirar las vigas en V existentes, fue necesario cortar mediante disco de sierra de diamante los voladizos de la estructura y su retirada mediante el uso de una grúa. Posteriormente, se cortó longitudinalmente la losa de hormigón entre las vigas para independizar cada uno de los tramos a ser retirados con el lanzador.

Tras dichas actuaciones se montó el medio auxiliar y comenzaron las actividades de desmontaje del tablero existente.

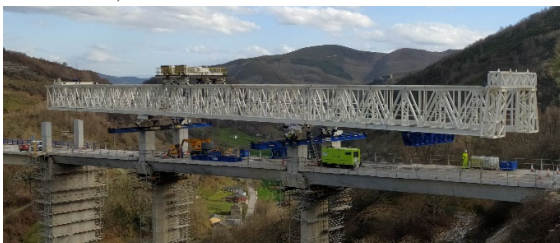


Figura 14 Vista del lanzador de vigas posicionado sobre el vano 8 de la estructura.

El desmontaje del tablero comienza con el posicionamiento del lanzador sobre el vano 7 de la estructura. Posteriormente, se iza la primera viga y se desplaza longitudinalmente hacia el vano 6 donde se descarga sobre un camión para su retirada.

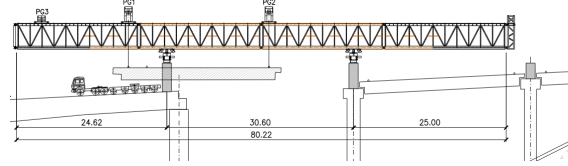


Figura 15 Retirada de las vigas del vano 7 y descenso sobre camión situado en vano 6 del viaducto



Figura 16 Retirada de las vigas del vano 7 y descenso sobre camión situado en vano 6 del viaducto

Tras la retirada de la primera viga el lanzador se desplaza transversalmente para posicionarse sobre la siguiente viga a retirar y se repite la misma operación. Así se procede hasta retirar las cuatro vigas que forman la sección transversal del vano 7.

Una vez desmantelado por completo el vano 7 y con el lanzador de vigas en la misma posición, se inician las labores de reconstrucción de dicho vano.

El nuevo tablero está formado por dos vigas artesas de hormigón pretensado de 140 cm de canto sobre las que se ejecuta una losa de hormigón de 25 cm de espesor.

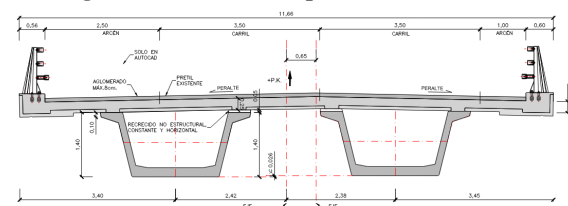


Figura 17 Nueva sección transversal de los vanos 7, 8 y 9 del viaducto de Ruitelán

La cinemática seguida para el montaje del vano 7 es idéntica a la realizada para su desmontaje

solo que a la inversa: las nuevas vigas esperan sobre un camión en el vano 6, se izan desde el lanzador y se desplazan longitudinalmente hasta su posición final donde se realiza su descenso sobre los nuevos aparatos de apoyo de neopreno previamente instalados.

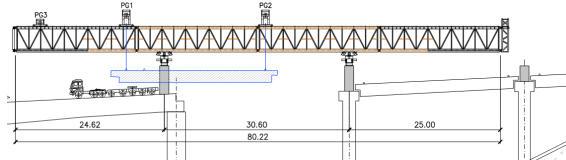


Figura 18 Montaje del tablero. Vano 7



Figura 19 Instalación de nuevas vigas artesas

Una vez que las dos vigas que forman la nueva sección están en posición se procede a la colocación de las prelosas, ferrallado de la losa y al hormigonado de esta.



Figura 20 Vista de las vigas en posición

Finalizados el desmontaje y reconstrucción del vano 7, se realiza el movimiento del lanzador hacia el vano 8 y se procede de la misma forma solo que, en este caso, el posicionamiento del camión para la retirada de las vigas se realiza sobre el vano 9 de la estructura.

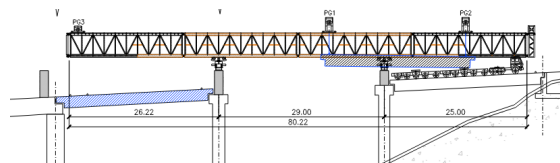


Figura 21 Montaje del vano 8 de la estructura

Tras lo anterior y siguiendo el mismo procedimiento se realiza el desmontaje y reconstrucción del vano 9 concluyendo de esta manera la sustitución de los tres vanos del viaducto con la problemática en las vigas en “V” mencionada anteriormente.

8. Otras actuaciones de reparación

Además de la sustitución del tablero de dichos vanos, durante las obras de emergencia se han realizado otras actuaciones de reparación con el objetivo de devolver a la estructura unos niveles aceptables de seguridad estructural, durable y funcional.

8.1. Sustitución de aparatos de apoyo

Esta operación se ha realizado en los aparatos de apoyo del estribo E-1 y de las líneas de apoyo de las pilas P-3 y P-6 (ambos laterales, lado vigas prefabricadas y lado voladizos sucesivos) por presentar un deficiente estado de conservación. La sustitución de aparatos de apoyo en el estribo E-1 se realizó disponiendo gatos en el propio cargadero, no obstante, en el caso de las pilas P-3 y P-6, donde no se contaba con el espacio suficiente para poder alojar los gatos, fue necesario ejecutar unas ménsulas cortas que permitiesen realizar la operación.



Figura 22 Vista de las ménsulas cortas ejecutadas en la pila P-3 para permitir alojar los gatos

8.2. Reparación de pilas P-3 y P-6

Las pilas P-3 y P-6 presentaban un deficiente estado de conservación. En lo que respecta a las cabezas de pilas el grado de deterioro era tal, que se consideró que un saneo superficial no era suficiente para garantizar la seguridad y durabilidad de éstas, por lo que se propuso realizar un recrecido de las pilas en los metros superiores.

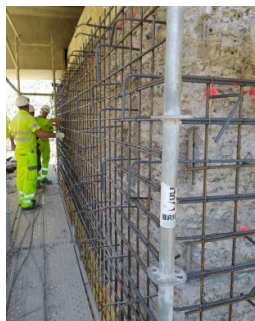


Figura 23 Recreido perimetral en cabeza de pila

Junto a las cabezas de pila donde se planteó el recrecido perimetral, la cara frontal de la pila P-3 y la cara izquierda de la pila P-6 se encontraban fuertemente deterioradas por lo que en estas zonas se planteó un saneo de la totalidad de dichas caras, y la disposición de un mallazo y la posterior ejecución de un recrecido de dichos paramentos mediante un hormigón proyectado. En el resto de las caras de las pilas se sanearon y repararon los daños locales detectados.

8.3. Reparación del tablero en el tramo central

Los vanos centrales del tablero, correspondientes con el tramo construido mediante voladizos sucesivos, presentaban los paramentos exteriores de hormigón fuertemente degradados. Por lo anterior se procedió a la limpieza de estas superficies, el saneo de los daños localizados y la posterior reconstrucción de las zonas tratadas.



Figura 24 Saneo de daños en el tablero

Asimismo, se aplicó un inhibidor de corrosión migratorio en la estructura y, posteriormente, se aplicó un tratamiento de pintura anti carbonatación.



Figura 25 Andamio colgado instalado en el vano 4 para trabajos de reparación

8.4. Ejecución de elementos de retenida y tope transversal

Dentro de los trabajos de adecuación y mejora del tablero se ha incluido la sustitución de los aparatos de apoyo que se ha descrito anteriormente. El dimensionamiento de los aparatos de apoyo se realiza con la normativa actual, lo que implica que las cargas debidas al viento en los apoyos de los vanos extremos del tramo en voladizos sobre las pilas P-3 y P-6 sean muy elevadas, de modo que la fuerza transversal no puede ser resistida por los aparatos de apoyo. Por este motivo, se diseñan unos topes transversales en la cabeza de dichas pilas que resisten las fuerzas horizontales. Por otra parte, el viento produce un momento torsor que debido a su magnitud produce levantamiento en dichos aparatos de apoyo.

Para evitar dichos levantamientos se diseña un tope antilevantamiento. Este elemento consiste

en la unión mediante barras de pretensado del tablero a una estructura metálica con forma de “U” que reacciona en una ménsula de hormigón que se ejecuta en el cabecero del estribo, evitando así que se produzca levantamiento en los mismos.

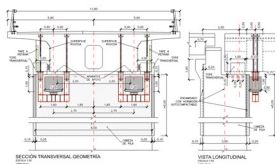


Figura 26Detalle del tope transversal y elemento de retenida



Figura 27Vista del tope transversal y elemento de retenida

8.5. Sustitución del sistema de contención

El sistema de contención presentaba un estado de conservación muy deficiente y se recomendó proceder a su sustitución de forma inminente, consistiendo la solución propuesta en lo siguiente:

- Hidrodemolición superficial en una banda longitudinal para reposición de barras cortadas mediante solape.
- Corte con disco del borde del voladizo y picado hasta generar superficie rugosa.
- Ejecución de taladros en losa para disponer la armadura de rasante y la armadura transversal inferior del voladizo.
- Reposición de la armadura cortada y disposición de la armadura transversal superior de refuerzo necesaria.
- Ejecución de un zuncho de borde para anclaje del sistema de contención.
- Instalación del sistema de contención

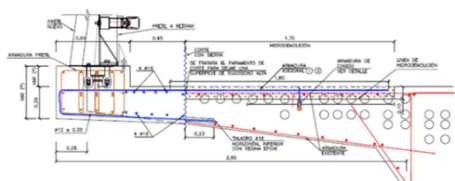


Figura 28Detalle de la solución para la sustitución del sistema de contención



Figura 29. Proceso de corte de voladizo tras hidrodemolición.

8.6. Actuaciones en plataforma

Finalmente, las obras concluyeron con el acondicionamiento de la plataforma consistente en el fresado del firme, impermeabilización mediante un sistema de doble lámina, la reposición del sistema de drenaje y finalmente con la repavimentación e instalación de juntas de dilatación.

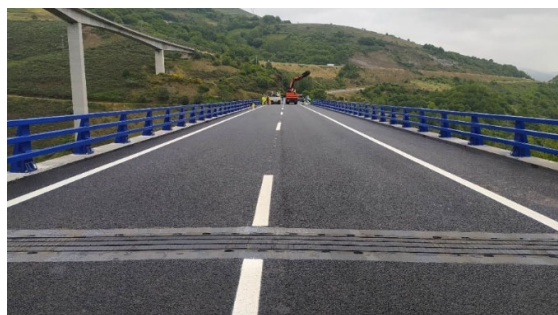


Figura 30 Vista de la plataforma tras los trabajos de reparación

9. Ficha técnica

Propiedad:	Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia
Dirección de obra:	D. Beatriz González del Riego D. Marcos Sánchez Carricoba
Empresa Constructora:	COPASA D. Luciano A. Salgado Fornos
Diseño de solución de reparación y asistencia a obra especializada:	TYLin D. Ignacio Pulido Sánchez D. Santiago Salas Fernández-Polanco