

Desmontaje del Puente Joaquín Costa - Francisco Silvela (Madrid)

Joaquín Costa - Francisco Silvela bridge dismantling (Madrid)

**Cristina Cobo Rodríguez^a, Juan Jesús Álvarez Andrés^b, Julio Sánchez Delgado^c,
Alberto Martín Galán^d, Fco. Javier León González^e y Conchita Lucas Serrano^f**

^a Ingeniera de Caminos. Dragados. Servicio de Puentes y Estructuras de Obra Civil. ccobor@dragados.com

^b Ingeniero de Caminos. Dragados. Jefe del Servicio de Puentes y Estructuras de Obra Civil. jjalvarez@dragados.com

^c Ingeniero de Caminos. Fhecor. Director Técnico. jsd@fhecor.es

^d Ingeniero de Caminos. Fhecor. Jefe de Departamento. amg@fhecor.es

^e Doctor Ingeniero de Caminos. Fhecor. Co-Director Técnico. jl@fhecor.es

^f Ingeniera de Caminos. Dragados. Jefe del Dpto. de Estructuras, Geotecnia y Obras Marítimas. clucass@dragados.com

RESUMEN

En el verano de 2020, Dragados acometió con carácter de emergencia la demolición del puente de las calles Joaquín Costa y Francisco Silvela, propiedad del Ayuntamiento de Madrid, debido a los graves daños estructurales que sufría. El puente había sido construido en 1970, y su tablero era una losa de hormigón pretensado que presentaba un severo deterioro debido principalmente a un avanzado proceso de reacción árido-álcali. Debido a la naturaleza urbana del puente y a la proximidad de las edificaciones circundantes, la demolición se planteó como un desmontaje mediante grúa del tablero previamente cimbrado y troceado, siendo necesario desarrollar un proceso en el que se tuvieran en cuenta las múltiples condiciones de contorno y se minimizara la afección al tráfico y al vecindario.

ABSTRACT

In the summer of 2020, Dragados undertook the emergency demolition of the bridge on Joaquín Costa and Francisco Silvela streets, property of the Madrid City Council, due to the serious structural damage it suffered. The bridge had been built in 1970 and its deck was a prestressed concrete slab which was in bad condition mainly due to an advanced alkali-aggregate reaction process. As it was an urban bridge and surrounding buildings were very close, the demolition was planned as a disassembly of the previously supported and cut-up deck, using cranes. It was necessary to plan a process in which the many boundary conditions were taken into account, minimizing affection to traffic and neighbourhood.

PALABRAS CLAVE: demolición, desmontaje, grúa, cimbra, urbano.

KEYWORDS: demolition, dismantling, crane, falsework, urban.

1. Antecedentes

En el verano de 2020, DRAGADOS acometió con carácter de emergencia la demolición del puente que permitía el paso del eje Francisco Silvela - Joaquín Costa sobre la calle Príncipe de Vergara y la glorieta de López de Hoyos,

estructura situada en pleno centro de Madrid. El puente sufría graves daños estructurales, principalmente un avanzado proceso de reacción árido-álcali, y había llegado al final de su vida útil, como habían puesto de manifiesto los estudios

realizados en los meses previos. En otra comunicación de este Congreso se describen dichos estudios, realizados por FHECOR, que también redactó el proyecto de demolición.

2. Descripción de la estructura

El puente, inaugurado en 1970, se encontraba en la ciudad de Madrid, en la calles Joaquín Costa y Francisco Silvela, y cruzaba las calles López de Hoyos y Príncipe de Vergara.

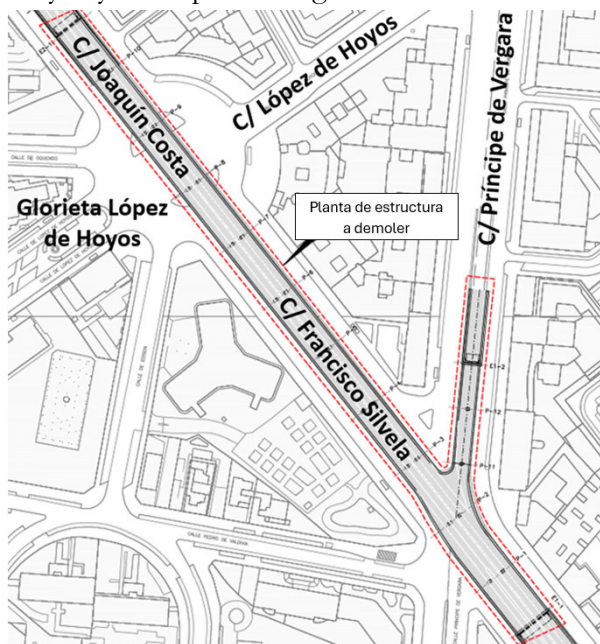


Figura 1. Plano de situación.

Constaba de un tronco principal de 460 m de longitud incluyendo estribos y muros laterales, siendo la longitud de tablero de 359 m, distribuida en 9 vanos de 33,8 m de luz y vanos extremos de 27,6 m; y un ramal de salida hacia la calle Príncipe de Vergara, de 122 m de longitud incluyendo estribos y muros laterales, correspondiendo 69 m al tablero, con 3 vanos de luces 22-22-25 m, siendo este último el vano de conexión con el tronco principal. La superficie total de tablero era de unos 6.400 m².

El tablero era una losa de hormigón pretensado, aligerada en casi toda su extensión. El tronco principal tenía, en 9 de sus 11 vanos, una sección transversal de tablero compuesta por dos núcleos en forma de artesa conectados entre sí por una faja central de losa, teniendo

cada núcleo dos aligeramientos rectangulares con esquinas achaflanadas. El ancho era de 19,25 m en el vano 1 (junto al estribo de la calle Francisco Silvela) y 15 m en los vanos 4 a 11 (hasta el estribo de la calle Joaquín Costa). El canto máximo de la sección en el tronco principal era de 1,20 m, que se reducía hacia los bordes laterales por el bombeo transversal.

En los vanos 2 y 3 del tronco principal, que eran los vanos de conexión con el ramal de la calle Príncipe de Vergara, la anchura de tablero era variable entre 19,25 m y 15 m, las artesas eran macizas y la faja central entre artesas tenía un canto mayor que en el resto del tablero.

La sección transversal del ramal de la calle Príncipe de Vergara constaba de un único núcleo con forma de viga artesa con dos aligeramientos, canto de 1,1 m en el eje, ancho de 8,5 m y voladizos de 2,75 m.

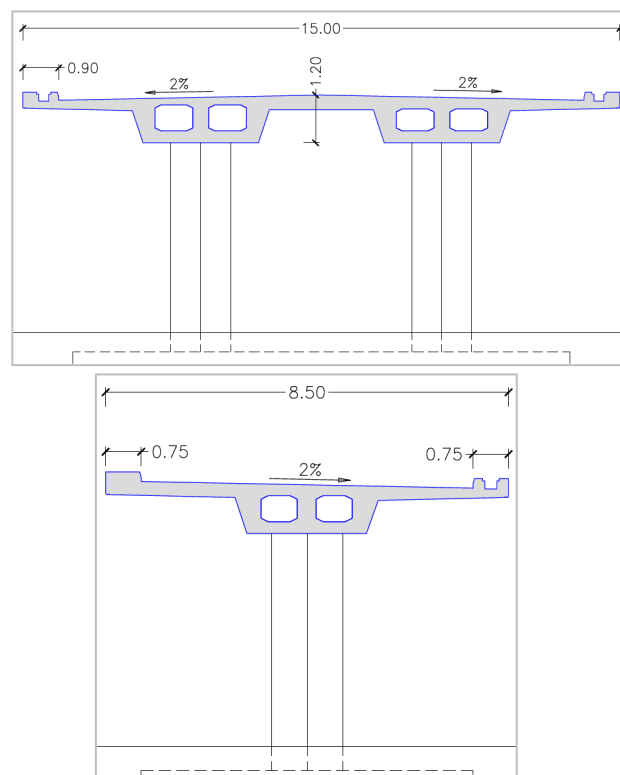


Figura 2. Secciones tipo de tronco y ramal.

El tablero tenía juntas de dilatación en los 3 estribos y en el apoyo a media madera situado sobre una pila del ramal, en la que el tablero de éste apoyaba sobre el tablero del tronco principal.

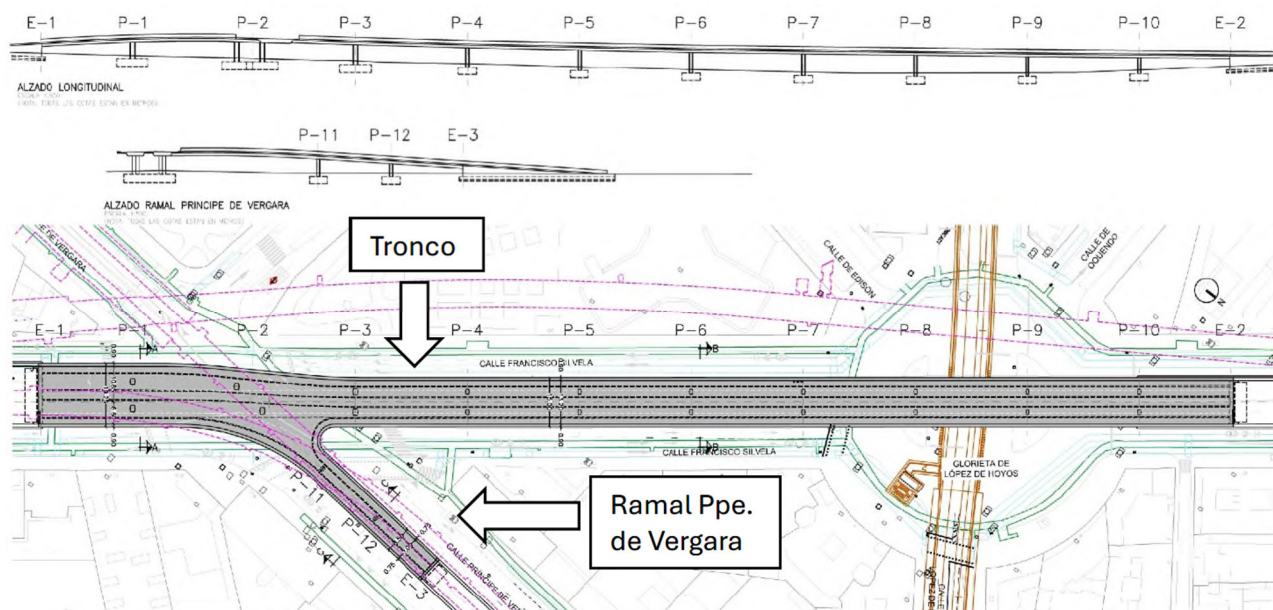


Figura 3. Planta y alzados del puente.

Las pilas eran macizas y estaban formadas por fustes hexagonales de hormigón armado, con cimentación directa.

Los estribos eran cerrados, de hormigón armado con muros en vuelta, cimentados sobre zapatas corridas.

El puente tenía apoyos deslizantes en estribos y en casi todas las pilas, con topes transversales en estribos. El tablero estaba empotrado en la pila 2 del tronco principal (la coincidente con el ramal) y en la pila del ramal más próxima a su estribo.



Figura 4. Vista general del puente.

Tanto la estructura principal como el ramal eran rectos en planta. En alzado, el tablero tenía pendientes longitudinales descendentes hacia sus 3 estribos, desde el punto de mayor

cota situado en la pila 2 del tronco principal (situada en la confluencia de éste con el ramal).

La plataforma del tablero constaba de una sola calzada y aceras laterales de servicio de 1 m de anchura, con biondas en los bordes de la calzada y barandillas metálicas en los bordes del tablero. Embebidas en el hormigón de las aceras había tuberías de drenaje de fibrocemento.

3. Condiciones de contorno

El puente se encontraba en un entorno urbano, muy próximo a las edificaciones circundantes, lo que implicaba contar con un espacio muy reducido para los trabajos de demolición, además de la necesidad de limitar las emisiones de ruido y polvo. Estos condicionantes hacían inviable una demolición con medios mecánicos *in situ*, por lo que se planteó un desmontaje del tablero en dovelas mediante corte y transporte de las mismas a la cama de una empresa de gestión de residuos, donde fueron demolidas.

Bajo el tablero discurrían varios túneles, galerías y servicios, que también condicionaron el procedimiento de desmontaje.

Debido al estado de la estructura, todo el espacio bajo el tablero estaba cerrado al tráfico, lo que suponía un barrera al flujo peatonal y

vehicular de gran longitud, con el agravante de que bajo el tablero discurrían vías de gran intensidad de tráfico. Para minimizar la afección a los peatones, hubo que habilitar pasos intermedios en un corto plazo, siendo las actuaciones más significativas en este sentido: la disposición al comienzo de la obra de una cimbra porticada bajo el vano 6 del tronco principal, aproximadamente en el punto medio del puente, con objeto de mejorar la permeabilidad peatonal; y la necesidad de comenzar la demolición por el ramal de la calle Príncipe de Vergara y los vanos 2 y 3 del tronco principal, para abrir esta vía al tráfico de vehículos en el menor plazo posible. A medida que fue avanzando el desmontaje del puente y fueron quedando zonas “liberadas”, se habilitaron nuevos pasos peatonales.



Figura 5. Cimbra porticada en paso de peatones de vano 6.

4. Procedimiento general

El desmontaje del puente se realizó cimbrando el tablero y troceándolo en dovelas mediante corte con hilo de diamante. Tras el corte, las piezas quedaban apoyadas sobre la cimbra y seguidamente eran desmontadas mediante grúa.

Dada la gran limitación de espacio, se evitó el acopio de piezas en obra. Para ello, el despiece del tablero tenía que generar dovelas con un peso inferior a 70 t y una anchura menor de 3 m, para que, en la misma maniobra de izado de la grúa, pudieran ser cargadas directamente sobre un transporte estándar y retiradas del recinto de

obra a cualquier hora del día y sin necesidad de escolta. El número de dovelas que incumplieron estas condiciones y que por tanto requirieron transportes especiales, fue muy reducido.

Las dovelas eran trasladadas a un centro gestor de residuos, donde eran demolidas y sus materiales separados (asfalto, acero, hormigón).



Figura 6. Cimbra bajo tablero de tronco principal.

Al comenzar la obra se descubrió que bajo las aceras había embebidas unas conducciones de fibrocemento hasta entonces desconocidas, lo cual exigió implementar un procedimiento para su retirada de forma segura.

Las pilas se cortaron con hilo de diamante a cota de pavimento y se cargaron sobre camión para su demolición fuera del recinto de obra. Para los estribos y sus muros laterales se emplearon métodos convencionales de demolición: mandíbulas y martillos hidráulicos.



Figura 7. Izado de dovela de pila cortada a cota de pavimento con hilo de diamante.

5. Desmontaje de tablero

5.1 *Despiece de tablero en dovelas*

Una vez decidido que el tablero debía trocearse en dovelas y que el mayor número de ellas debía cumplir los requisitos necesarios para su retirada en transporte estándar (anchura menor de 3 m y peso menor de 70 t), procedimos a estudiar el despiece del tablero.

Dado que se detectaron diferencias entre la estructura realmente construida y la definida en los planos del proyecto de 1969, sobre todo en la zona del “pantalón”, para aproximar de la mejor forma posible las cargas permanentes del tablero y, por tanto, los pesos de las dovelas, llevamos a cabo un levantamiento topográfico del puente. Existían incertidumbres relativas a las dimensiones de los aligeramientos, por lo que decidimos considerar un peso de dovela a izar incrementando en un 10% las cargas estimadas a partir del levantamiento topográfico. Las piezas en las que se dividió el tablero se agrupaban en tres tipos, correspondientes a las siguientes zonas:

- 1) vanos 1 y 4 a 11 del tronco principal.
- 2) ramal.
- 3) vanos 2 y 3 del tronco principal (pantalón), con formas y pesos variables.

En los vanos tipo (4 a 11) del tronco principal se hizo un corte longitudinal por el eje del tablero y cortes transversales cada 3 m, definiendo así dovelas con dimensiones en planta de 3 m $\times$ 7,5 m y 41 t de peso. Sobre pilas las dovelas eran algo mayores, de 3,8 m $\times$ 7,5 m y 63 t. Estas últimas requerían el empleo de transportes especiales.

El vano 1 era un poco más ancho que el vano tipo, pero la sección transversal tenía la misma configuración, por lo que se mantuvo el mismo esquema de corte, generando dovelas tipo de 2,8 m $\times$ 9,6 m en planta y peso típico 56 t, con un máximo de 59 t.

En el ramal de Príncipe de Vergara la artesa o núcleo tenía 3 m de ancho, por lo que

era posible retirarla a anchura completa en un transporte estándar. Por lo tanto, se decidió independizar los núcleos de los voladizos, realizando cortes longitudinales en lugar de transversales, minimizando así el número de cortes transversales y con ello el número de cortes de tendones de pretensado. Se definieron en las zonas aligeradas del núcleo del tablero cortes transversales cada 8,15 y 8,30 m, dando lugar a dovelas de dimensiones máximas en planta de 3 m (ancho) $\times$ 8,3 m (largo) y peso máximo de 62 t. Los voladizos adyacentes a estas dovelas de núcleo se extrajeron en piezas de dimensiones máximas 2,75 m (ancho) $\times$ 8,3 m (largo) y peso máximo de 29 t. Las riostras de pilas y estribo se extrajeron a anchura completa, 8,5 m, sin independizar los voladizos del núcleo, lo que dio lugar a piezas de anchura superior de 3 m, que requirieron transportes especiales (anchura máxima de dovela de riostra de 4,1 m y peso máximo de dovela de riostra de 61 t).

Los vanos 2 y 3 y la zona abocinada o pantalón, que se abría hacia el ramal, constituían la zona más compleja: por sus formas (con dimensiones variables en planta y alzado), por ser la zona más pesada (por el incremento de canto de la faja central y por la ausencia de aligeramientos) y porque era la zona que presentaba mayores diferencias respecto al proyecto y por tanto con mayor grado de incertidumbre. En esta zona se mantuvo el corte longitudinal por el eje del tablero en vanos 2 y 3, y se ajustó la distancia entre cortes transversales donde fue necesario, para que las dovelas no superasen las 70 t de peso (cortes transversales a 2,66 m en el vano 2 y a 3 m en el vano 3). Esta misma limitación determinó la distribución de cortes específica en la zona abocinada.

5.2 *Ideas rectoras para el desmontaje del tablero*

Tras determinar el despiece del tablero, se estudió cómo realizar el proceso de corte. Había que tener en cuenta que no se trataba de una estructura sana, sino que el hormigón tenía una

pérdida de resistencia a compresión significativa, problema especialmente grave porque se combinaba con un pretensado muy potente. Los condicionantes que se tuvieron en cuenta fueron:

1. Dada la configuración del pretensado y la baja cuantía de armadura pasiva, previo al corte de un vano debían estar cimbrados ese vano y los dos adyacentes.

2. No se podía eliminar la carga muerta del tablero antes de realizar los cortes, puesto que ello habría supuesto aumentar el nivel de compresiones en las zonas que estaban de por sí más comprometidas e incrementar el riesgo de rotura frágil por estallido del hormigón comprimido.

3. Por la misma razón no debía procederse al corte de los voladizos hasta haber realizado los cortes transversales en las artesas, que redujeran el nivel de compresiones producidas por el pretensado.

4. Las zonas con más pretensado se situaban en el entorno de las pilas. En ellas debían realizarse los primeros cortes transversales de las artesas para reducir la magnitud de las compresiones en el tablero debidas al pretensado.

5. Para compatibilizar el punto anterior con la entrada en carga progresiva de la cimbra, se hicieron 4 cortes transversales iniciales en las artesas de cada vano (no de los voladizos ni de la faja central) por este orden: dos centrales a tercios de la luz, para cortar el pretensado, y dos extremos, a 1,9 m del eje de pilas. De esta manera el tablero quedaba completamente apoyado sobre la cimbra y se procedía entonces a realizar el resto de los cortes transversales con la secuencia definida en cada vano (en general avanzando desde una pila hacia la otra).

6. El último corte que se debía realizar era el corte longitudinal del tablero para evitar que el posicionamiento de una carga en el extremo del voladizo pudiera generar una inestabilidad.

7. En la zona del ramal, donde los voladizos se extraían de forma independiente al

tablero, fue necesario disponer bajo los mismos unos perfiles auxiliares para evitar la rotura del voladizo durante el izado, dada la baja cuantía de armadura pasiva.

8. El ramal de Príncipe de Vergara debía desmontarse previamente a su entronque con la zona abocinada de los vanos 2 y 3 del tronco principal, ya que el ramal apoyaba sobre la zona abocinada en la junta a media madera.

9. El puente presentaba un nivel seguridad que posibilitaba el montaje de la cimbra de apeo. No obstante, para mayor seguridad, se estableció un protocolo de montaje seguro de las torres de apeo, avanzando desde los soportes (pilas y estribos) hacia el centro de vano.

5.3. Cimbra

La configuración de cimbra empleada se adaptó al despiece de dovelas indicado anteriormente.

En los vanos tipo 4 a 11 del tronco principal se colocan castilletes de cimbra solo bajo las vigas artesas, evitando los voladizos, para no reducir el ancho de trabajo, dado lo restringido del espacio. Los castilletes se colocaron desplazados todo lo posible respecto al centro de las vigas artesas, tratando de reducir al máximo la excentricidad del centro de gravedad de la dovela respecto al centro del castillete.

Bajo el ramal el problema de espacio no era tan acusado y como se independizaron en esta zona los voladizos de las artesas, se colocaron castilletes de cimbra tanto debajo de las artesas como debajo de los voladizos.

En los vanos 2 y 3, vanos macizos, con formas más complejas y la losa o faja central de gran espesor entre artesas, se cimbraron tanto las artesas, como los voladizos y la faja central. En la zona abocinada que se abría hacia el ramal, también maciza, donde el despiece de dovelas era muy variable, se dispusieron castilletes de diferentes disposiciones en planta, en distintas posiciones, para ajustarse a la forma y al peso de las dovelas que tenían que soportar.

La disposición de los castilletes de cimbra y los cortes de tablero no interfirieron en ningún caso: los cortes se situaron preferentemente entre castilletes y, donde no fue posible, entre los apoyos del castillete.

En algunos vanos fueron necesarios condicionantes especiales para la cimbra, como la necesidad de permitir el paso peatonal en el vano 6 comentada anteriormente.

El mayor condicionante se produjo en el vano 9 del tronco principal, bajo el que cruzaba el túnel de María de Molina, muy próximo a superficie, con una losa de cubierta de 0,95 m de canto y un relleno de 1,4 m sobre ella compuesto fundamentalmente por arlita, circunstancia que hacía inviable el apoyo de la cimbra directamente sobre el terreno. Se dispuso por ello una cimbra porticada para salvar los 13 m de luz del túnel, compuesta por 4 vigas (formadas cada una de ellas por tres dobles perfiles IPE-600) sobre las que apoyaban los postes de cimbra, no de forma directa, sino a través de tres niveles de perfiles intermedios entre los castilletes y las vigas, para conseguir un reparto equitativo de la carga. Las vigas se apoyaron en unas zapatas provisionales hormigonadas sobre el pavimento, a las que se anclaron con tensores para la transmisión de las acciones horizontales. Tras realizar los cortes de tablero se revisaron las cuñas en coronación de cimbra, para comprobar si el tablero estaba bien apoyado, o era necesario hacer un recalce con cuñas metálicas de pequeño espesor, para conseguir un reparto uniforme de la carga entre postes.



Figura 8. Cimbra del vano 9 apoyada en perfiles que puentean el túnel de María de Molina.

Un puenteo basado en la misma idea, aunque de mucha menor entidad (4 m de luz), se hizo en el vano 1 del tronco principal, sobre un pozo de ventilación del metro.

Para conseguir un rendimiento óptimo en el proceso de desmontaje, se cimbró el tablero completo, sin reutilización de ningún material de cimbra, lo que posibilitó el avance de los trabajos de corte, con holgura suficiente respecto al izado de dovelas, de forma que no se produjeran interferencias entre ambas maniobras en ningún momento.

5.4. Corte

Todos los cortes para el despiece del tablero en dovelas se hicieron con hilo de diamante, llegándose a utilizar hasta 6 máquinas de corte simultáneamente. Se realizaron más de 1.800 m² de corte con hilo de diamante. Este tipo de corte exigía la realización previa de taladros en el tablero para el paso de hilo y el anclaje adecuado del sistema de poleas al elemento a cortar mediante pernos roscados.



Figura 9. Corte de hormigón con hilo de diamante.

El corte con disco solamente se empleó para extraer dados de hormigón en los que estaban embebidas las tuberías de fibrocemento, según se explica más adelante.

Se implementó un sistema de recogida y decantación del agua de refrigeración empleada en los procesos de corte y ejecución de taladros. Esta agua arrastraba material del hormigón, convirtiéndose en un lodo que debía ser tratado. Para ello se dispuso un sistema de canalización que llevaba esta agua hacia unas balsas de decantación donde se recogían los lodos, evitando así su vertido a la red de alcantarillado.



Figura 10. Sistema de canalización y decantación.

5.5 Retirada de los tubos de fibrocemento

Como se ha indicado previamente, al comenzar la obra se descubrió que había unas tuberías de fibrocemento embebidas en las aceras. Se decidió retirar esta tubería del tablero de forma independiente al proceso de desmontaje general del puente, extrayendo en avance un dado de hormigón de acera en el que estaba embebida, mediante corte longitudinal con disco, antes de realizar los cortes transversales del tablero.

La presencia de esta tubería obligó a realizar un plan específico de corte, acopio, transporte y proceso final de las zonas de hormigón que envolvían estas conducciones con amianto, para garantizar totalmente la seguridad en el manejo de estos elementos peligrosos.



Figura 11. Corte con disco para extracción de dado de hormigón rodeando el tubo de fibrocemento.

5.6. Izado de dovelas

5.6.1. Grúas

Tras el corte, las dovelas quedaban apoyadas en la cimbra. A continuación, mediante grúa, cada dovela se izaba y colocaba sobre una góndola.

Se emplearon para ello una grúa sobre orugas con una capacidad de carga de 400 t a 6,4 m y una grúa autopropulsada con una capacidad de carga de 104 t a 8 m. El peso máximo de dovela, 70 t, se podía izar con la primera grúa trabajando con un radio máximo de 24 m y con la segunda con un radio de 20,5 m.



Figura 12. Avance de las obras en la zona de cruce con c/ Príncipe de Vergara.

El posicionamiento de las grúas y su avance estuvieron condicionados por la presencia los túneles existentes bajo el puente (túneles de Metro y túnel de María de Molina) y las galerías de servicio, siendo necesaria la realización de comprobaciones previas para estudiar la viabilidad de las distintas operaciones. Los túneles de metro se encontraban a gran profundidad, por lo que finalmente no se vieron afectados ni por la disposición de cimbra ni por el paso o posicionamiento de las grúas.

La grúa sobre orugas desmontó por orden: el ramal y los vanos 4, 3, 2, 1, 5, 6, 7, 8 y parte del 9 del tronco principal. El resto del vano 9 y los vanos 10 y 11 del tronco principal fueron desmontados con la grúa autopropulsada, ya que la grúa sobre orugas no podía cruzar sobre el túnel de María de Molina. Tampoco la grúa autopropulsada podía cruzar sobre el túnel de María de Molina, siendo preciso además estudiar la distancia a los hastiales del túnel a la que era posible posicionar las patas de la grúa. Para el

desmontaje de las últimas dovelas del vano 11, junto al estribo, fue necesario desmontar todos los contrapesos de la grúa autopropulsada para que ésta pudiera cruzar por encima de una galería de servicios de telefonía sin montera de tierras.

La grúa sobre orugas se utilizó en los tramos con mayores restricciones de espacio, por lo que siempre que fue posible, se posicionó en la traza del tablero previamente desmontado, siendo necesarias para la retirada de todas las dovelas de cada vano dos posiciones de grúa. Para poder avanzar la grúa a la segunda posición de desmontaje de cada vano, era necesario cortar previamente los fustes de pila y desmontar castilletes de cimbra.

Se comprobó que los camiones de transporte podían circular sobre todos los túneles y galerías existentes en la zona, siendo solamente necesario evitar su paso sobre la rejilla del pozo de ventilación del túnel de María de Molina.

5.6.2. Estrobaje

Para el izado del ramal y del vano 4 del tronco, que constituyen los 3 primeros vanos desmontados, se utilizaron cadenas conectadas con grilletes a perfiles metálicos, a través de orificios practicados en las almas, siendo necesario el refuerzo de las mismas para poder soportar el tiro generado.

Para el izado del resto de piezas se utilizaron eslingas o cadenas que abrazaban inferiormente el núcleo de la losa. Este cambio fue debido a la complicación que suponía disponer los perfiles metálicos debajo de los núcleos de la losa, entre los castilletes de cimbra, que se traducía en bajos rendimientos en el izado. Además, en el caso de los vanos 2 y 3, la complejidad de la cimbra, hacía inviable este sistema de estrobaje con los perfiles metálicos.

Todas las piezas a izar eran asimétricas, por lo que fue necesario ajustar la longitud de las cadenas en función de su posición, modificando su número de eslabones, para que el gancho de la grúa estuviera en la vertical del baricentro de

la pieza y garantizar así la horizontalidad de las dovelas en la maniobra. El arriostramiento transversal durante el izado se hizo con cabos de control manual.

Para el paso de las cadenas se realizaron 4 taladros de diámetro 200 mm en cada dovela y se emplearon balancines y distanciadores con distintos puntos de cogida que podían adaptarse a dovelas de tamaños diferentes.



Figura 13. Posicionamiento de dovela sobre góndola.

5.6.3. Orden de izado de las dovelas en un vano

El desmontaje en cada vano se hizo avanzando desde el punto de mayor cota al de menor, pues es la de forma más segura de desmontaje, ya que el tablero sigue trabajando a compresión, transmitiendo las fuerzas horizontales que pudieran originarse hasta la pila. Solamente se siguió un orden inverso de desmontaje en la zona abocinada, con pendiente longitudinal en el eje del tronco y también en el eje del ramal, lo que hizo que al ir avanzando con el desmontaje quedaran algunas dovelas sin sujeción frente a acciones horizontales. Para evitar movimientos que desestabilizaran el conjunto, se arriostraron longitudinalmente dovelas mediante el uso de cables, de manera que se mantuvieran al menos tres dovelas conectadas entre sí.

El desmontaje del ramal se hizo avanzando desde el apoyo a media madera hacia el estribo (de mayor a menor cota), retirando todos los voladizos de los dos vanos en primer lugar y a continuación las artesas.

Para el desmontaje de las dovelas de estos los vanos 2 y 3, con formas variables, se evitó el desmontaje de dovelas encajadas entre otras 3, dado que la experiencia en la extracción de la primera dovela del vano 4 puso de manifiesto la dificultad de la extracción de una dovela encajada entre otras, lo que aumentaba considerablemente la fuerza de izado y reducía el rendimiento.

En total se extrajeron 300 dovelas de hasta 70 t de peso, con un rendimiento medio de extracción de 8 piezas por día (4 en el caso de las dovelas macizas de la zona del pantalón), siendo el máximo número de dovelas extraídas en un día de 25.



Figura 14. Vista general de la obra.

6. Datos relevantes

Al tratarse de una obra de emergencia, no existía un Proyecto, sino que se fue desarrollando un Plan de Actuación a medida que avanzaba la obra. Debido a ello fue necesario un periodo inicial para evaluar las posibilidades y decidir el procedimiento de desmontaje más adecuado en cada caso, por lo que el primer corte de tablero no pudo hacerse hasta el 13 de agosto y la primera dovela fue extraída una semana después, el 20 de agosto. La última dovela se retiró el 8 de octubre, 57 días después de haber realizado el primer corte.

Los trabajos se desarrollaron sin incidencias, a plena satisfacción del cliente y en un breve plazo, aún menor del inicialmente previsto. El tráfico se cerró el 10 de julio de 2020 y sólo tres meses después, el 21 de octubre, la obra estaba totalmente acabada, 20 días antes de lo que había previsto el Ayuntamiento de Madrid.

Principales participantes:

Propiedad: Ayuntamiento de Madrid

Empresa constructora: Dragados

Proyecto: Fhecor Ingenieros Consultores

Asistencia técnica: Ines Ingenieros

Demolición: Erri Berri

Cimbra: Ulma

Transportes y grúas: Aguado

Gestor de residuos peligrosos: Amiantec 3000

Referencias

- [1] A. Martín, J. Sánchez, F. J. León, J. J. Álvarez, C. Cobo, C. Lucas, Diagnóstico del paso superior Joaquín Costa - Francisco Silvela, Madrid, 2020, Comunicación IX Congreso de ACHE, Granada, 2025.