

# REFUERZO ESTRUCTURAL



## Puente Toralla

### Introducción

La isla de Toralla está enclavada en la ría de Vigo. Se accede a ella a través de un puente directamente desde la costa. El puente está compuesto de 21 vanos, de aprox. 20 m cada vano.

El tablero está **compuesto por 7 vigas prefabricadas de hormigón pretensado**, en doble T, de 0.5 m de canto, y con una losa de compresión de hormigón armado de unos 30 cm encima. El tablero va apoyado sobre pilas rectangulares de hormigón armado, que van sobre un encepado de pilotes en el lecho marino.

**El puente se construyó en 1965. 35 años después, en el año 2000, presentaba una serie de deterioros y se procedió a repararlo.**

### Situación en el año 2000

En el año 2000, el puente presentaba deterioros principalmente en las vigas pretensadas prefabricadas que conforman el tablero. El ambiente marino al que está sometida la estructura es bastante agresivo. Las salpicaduras del mar, además del propio ambiente con una humedad muy alta, y con un gran contenido de cloruros, hacen que las condiciones sean muy agresivas desde el punto de vista de la corrosión para las armaduras del hormigón.

En cuanto a las vigas, se habían hecho en una época en que no se tenían en cuenta las condiciones en que iban a estar, por lo que el recubrimiento de hormigón era bajo, unos 2 cm, totalmente insuficiente para las condiciones a que iba a estar sometida la estructura.

La situación era que se había producido bastante corrosión en los cables de armadura de las vigas. En muchos casos se había desprendido el recubrimiento y las armaduras ya estaban expuestas. Esto aceleraba el proceso de corrosión aún a más, por lo que ya se había producido una disminución de sección de los cables, y en bastantes casos los cables ya estaban totalmente seccionados, debido a esa corrosión acelerada. Por esto, la seguridad estructural había disminuido con el tiempo, y en el futuro, si no se detenía el proceso de corrosión acelerada, se podría llegar a comprometer la estabilidad del propio puente.

Las pilas del puente no presentaban problemas. **No aparecían signos de corrosión**, ni había desprendimiento de hormigón. No se podía ver ningún problema que amenazase el funcionamiento de la estructura.

## Trabajos realizados



Debido a lo anterior, en el verano del año 2000 se procedió a la reparación, refuerzo y protección del tablero del puente. Los trabajos se centraron en su parte inferior, en la zona de las vigas dañadas. No se realizó nada sobre las pilas, pues como se ha dicho, no presentaban problemas mayores. Los trabajos fueron realizados por la empresa **Impermeabilizaciones Doca, S.L.**

### La primera fase consistió en lo siguiente:



**Eliminación de las partes sueltas o mal adheridas**, hasta dejar solo el hormigón compacto y coherente.



**Preparación de la superficie de hormigón y de las armaduras expuestas**, por medio de chorro de arena, hasta dejarlas libres de óxido y de cualquier material que pudiera hacer disminuir la adherencia.



**Aplicación de una capa de protección de las armaduras, y de pasivación de las mismas.** Esa misma capa se aplicó sobre todo el hormigón a reparar, para actuar como puente de adherencia. Se utilizó el producto **Sika Monotop 910**, lechada de cemento mejorada con resinas. La aplicación se realizó mediante proyección mecánica.



**Regeneración del hormigón perdido** en el recubrimiento del puente, mediante **Sika Monotop 612**, mortero cementoso mejorado con resinas y fibras de polipropileno. La aplicación de este producto se realizó mediante proyección mecánica.



**Refuerzo de las vigas** de la estructura mediante la colocación de laminados de fibra de carbono **Sika CarboDur**. Se colocaron 1 ó 2 laminados en cada una de las vigas, dependiendo de la situación estructural de las mismas (cuanta sección de acero se suponía que habían perdido).



**Protección de todo el hormigón de las vigas**, mediante la aplicación de un revestimiento con 3 capas de **Sikagard 670 Elastocor**, pintura de protección anticorrosión. De esta manera se impide la entrada de cloruros al hormigón, protegiéndolo contra la progresión de la corrosión.



## SITUACIÓN ACTUAL

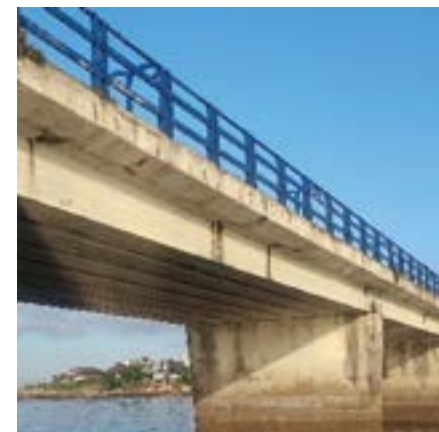
El estado de la situación actual del edificio se ha comprobado mediante una inspección visual realizada en una visita al edificio, en febrero de 2024, es decir, más de 10 años después de realizada la obra.

### Las conclusiones:

- No se ha producido ningún desprendimiento de las reparaciones realizadas, ni nuevos desprendimientos del recubrimiento original de las vigas. Únicamente aparece puntualmente algún desprendimiento en una o dos vigas de borde, en las que se aprecia que esos desprendimiento de han producido por algún golpeo accidental, probablemente de embarcaciones que han impactado contrar esas vigas.
- No se aprecian signos incipientes de corrosión. Únicamente en un par de puntos se aprecia la existencia de manchas de óxido debido a alguna fisuración que se haya podido ocasionar. En el resto del puente no hay manchas de óxido.
- Todos los laminados de fibra de carbono que se colocaron siguen en su sitio, no se ha producido ningún desprendimiento de los mismos. Están perfectamente adheridos, funcionando correctamente. Esto significa que la estabilidad de la estructura no está comprometida.
- El revestimiento de protección está en condiciones correctas, no se han producido fisuraciones ni desprendimientos del mismo. No se aprecian zonas donde el revestimiento deja discontinuo, en los que haya perdido la capacidad de protección del hormigón.

## ANEJO FOTOGRÁFICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

De la inspección realizada en noviembre de 2023 se sacó un reportaje fotográfico completo. A continuación de exponen algunas de las fotografías más significativas que se realizaron, con una explicación de las mismas.



La situación general del puente es buena, no presentando problemas a primera vista.



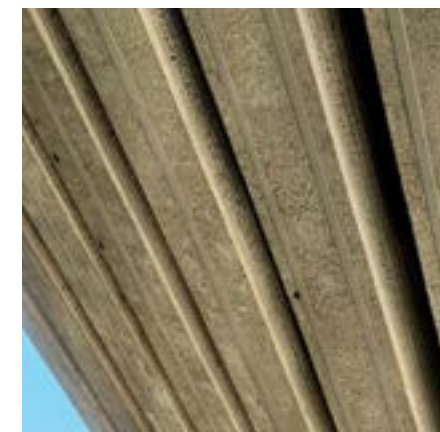
Las vigas de borde en esta zona están en perfectas condiciones. No se aprecia ningún defecto, salvo en las zonas de las juntas, donde hay resto de humedad, debido al mal tratamiento de las mismas.



En esta zona las vigas de borde están en perfectas condiciones, salvo la suciedad en forma de «chorretones» producida en la zona de junta, y probablemente en zona de drenajes que no estén correctamente mantenidos.



La parte inferior de la vigas presenta un buen aspecto. Salvo en alguna zona muy puntual, el aspecto en todas las vigas como en la foto.



Las fibras de carbono siguen perfectamente adheridas, funcionando estructuralmente de una manera correcta, y el revestimiento, aún con la suciedad propia del ambiente después de 23 años, sigue perfecto sin fisuraciones ni desprendimientos.



Vista del lateral y la parte inferior de las vigas. Tanto las reparaciones, como los refuerzos y los laminados están en perfectas condiciones.

## LA OBRA EN IMÁGENES

