

Rehabilitación del Puente Avenida entre Irún y Hendaya

Rehabilitation of Avenida Bridge between Irun and Hendaya

F. Javier León González^{*, a}, Iñaki Jaime Azpiazu^b, Francisco Prieto Aguilera^c, Lola Capdevila González-Navia^c

^a Dr. Ingeniero Caminos, Canales y Puertos, FHECOR Ingenieros Consultores, S.A., Director Técnico

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. INJELAN S.L.

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. FHECOR Ingenieros Consultores, S.A.

RESUMEN

El puente Avenida de Irún fue inaugurado en 1915 y sometido a una remodelación y refuerzo en 1962. Tiene un indudable valor simbólico e histórico por su ubicación y su historia. Está formado por cinco vanos metálicos, cada uno resueltos con un tablero isostático formado por dos celosías tipo Pratt. En 2016 se encontraba en un estado de conservación muy pobre, en particular los tres vanos del lado Hendaya. El puente ha sido objeto de una rehabilitación integral de la que se trata en esta comunicación. En las obras se han reparado, reforzado o sustituido un número muy importante de sus elementos.

ABSTRACT

The construction of the Avenida Bridge between Irun and Hendaya ended in 1915. The bridge underwent major refurbishment works in the sixties. The bridge is a local landmark and holds unquestionable symbolic and historical values. The bridge is composed by 5 steel spans, each with a pair of Pratt truss supporting a concrete deck. The bridge conservation condition in 2016 was critical, mostly the spans closer to French border. This paper describes the integral rehabilitation works the bridge is going through. During these works, a very significant number of steel members have been repaired, strengthened or substituted.

PALABRAS CLAVE: puente, celosía, Pratt, pintura, roblón, refuerzo, rehabilitación.

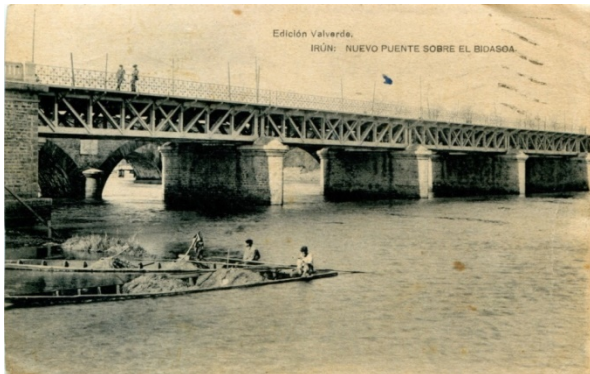
KEYWORDS: bridge, truss, Pratt, painting, rivet, strengthening, rehabilitation

1. Reseña histórica del Puente Avenida

Si todo puente contiene significaciones muy variadas, que van desde la expresión física de dar soporte al paso de una vía sobre un obstáculo hasta la más emocional de vínculo

entre territorios y personas, el puente Avenida de Irún representa de manera especial todas esas funciones y expresiones metafóricas.

El puente se encuentra en un punto de la bahía de Txingudi previamente elegido para el cruce del Bidasoa por dos puentes ferroviarios. En primer lugar, el puente de la línea Madrid-Hendaya, compartida en ese tramo por la Bordeaux-Irún, construido en 1864. A este le siguió, pocos metros aguas arriba, el del “Topo” que enlaza Donostia con Hendaya desde 1912. Ambos son puentes arco de fábrica de sillería de buena factura.



Pero el puente Avenida fue el primero en dar soporte al paso de peatones y carruajes entre Irún y Hendaya. Hasta su inauguración el 5 de noviembre de 1915 había que remontar el Bidasoa hasta Behobie-Behobia para pasar de uno a otro lado de la frontera.

El puente, que une la avenida de Iparralde, antigua avenida de Francia, situada en Irún, con la Avenue d’Espagne situada en Hendaya, permitió reducir en más de cuatro kilómetros el trayecto directo entre las dos poblaciones fronterizas.

Desde hace poco más de 50 años se cuenta con un cuarto puente, el de Santiago, digna estructura de hormigón con tablero de vigas sobre pilas-pórtico, que ha venido a sustituir la misión de paso de vehículos y peatones, descargando de tal función al puente Avenida, y separándose de éste de manera respetuosa, hasta el borde del istmo, del puente Avenida, lo que permite tener una visión suficiente del alzado y de la configuración de esta noble estructura.

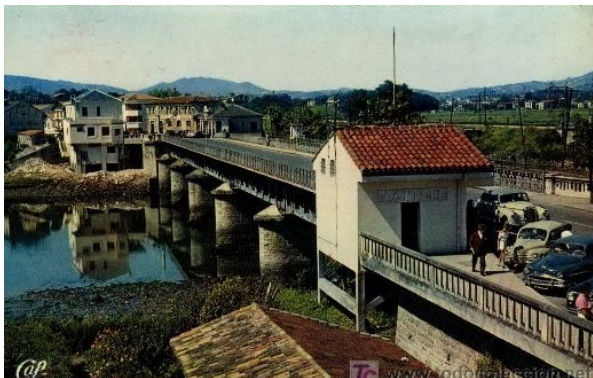
Al aludido valor simbólico del puente se ha unido el hecho singular de ser puente fronterizo, lo que, como suele suceder, va acompañado de un inefable halo de historias y sentimientos, reales o legendarios, asociados a prácticas de contrabando o a situaciones bélicas, que han dado pie al documental “Zubi baten istoriak”.



De todos los episodios allí vividos, el trágico exilio de 1936 es el más recordado; por él cruzaron miles de familias vascas huyendo de la guerra civil.



Su construcción supuso un coste de 335.108 pesetas, amortizadas mediante el establecimiento de un peaje. El coste para cruzar el puente resultaba ser de 5 céntimos para viandantes, 15 céntimos para bicicletas y de 50 céntimos para vehículos, siendo eliminado el peaje el 8 de agosto de 1963.



2. Descripción de la estructura

El Puente Avenida es metálico, de 112 m de longitud, y está formado por 5 vanos de 22,40 m de luz cada uno.

Aunque actualmente tiene uso peatonal, en su momento soportó tráfico carretero.

Se encuentra en una alineación recta en planta, y su trazado en alzado es horizontal.

El tablero tiene, en su configuración actual, un ancho total de 12,30 m, con sendas aceras de 1,90 m de ancho cada una y una plataforma central, también peatonal, de 8,50 m de anchura.

A diferencia de los dos puentes predecesores contruidos a escasos metros aguas abajo con fábrica de sillería, en este caso se optó por un tablero metálico en celosías apoyadas sobre pilas y estribos de mampostería.

De acuerdo con la memoria del proyecto original las soluciones de fábrica se descartaron por razones fundamentalmente económicas, en detrimento de soluciones de vigas de alma llena de hormigón armado o celosías metálicas, tipología esta última finalmente adoptada. La elección ente la alternativa de tablero de

hormigón o metálico se realizó siguiendo criterios militares, al considerarse más rápida y sencilla la voladura del puente metálico que el de hormigón.



Los cinco vanos presentan una idéntica composición estructural, estando formados por dos vigas principales en celosía tipo Pratt, de 2,70 m de canto y 21,60 m de luz entre ejes de apoyos.

Las vigas principales están divididas en ocho recuadros de ancho igual al canto de la viga, por lo que todas las diagonales están inclinadas 45°.

La separación transversal entre las vigas principales es de 8,00 m.

Las vigas están unidas mediante travesaños en cada nudo formado por el cordón superior y los montantes.



Sobre los travesaños apoyan cinco largueros, situados a distancia transversal máxima entre ejes de 2,09 m. Originalmente el número de largueros era mayor, pues se tenían

9 largueros sobre los que apoyaban las chapas abombadas que funcionaban como encofrado perdido y soportaban el peso de la losa superior.



Figura 8. Vista inferior del tablero. Travesaños, largueros y arriostramiento actuales

Actualmente los largueros sirven únicamente como elementos de arriostramiento de los travesaños pues, tras la reconstrucción de la losa superior en los años 60, el tablero de hormigón armado no descansa ya sobre los largueros, sino que salva la luz existente entre los travesaños que unen las dos vigas principales.

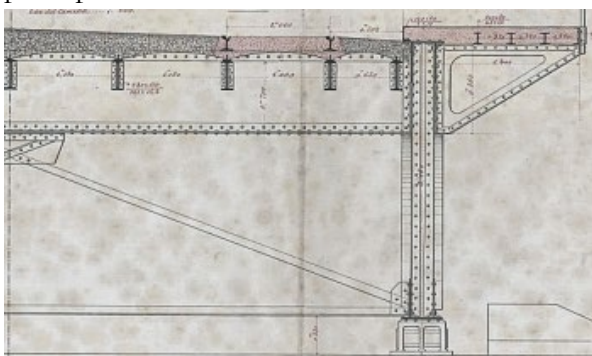


Figura 9. Semi-sección original, con arriostramiento transversal, largueros y pieza del voladizo

El cordón inferior de las celosías originales tenía una tipología idéntica a la del cordón superior. Sin embargo, este elemento fue íntegramente sustituido durante los trabajos de rehabilitación llevados a cabo en los años 60.

El cordón actual, que conserva parte de las almas de la sección inicial, está formado por dos secciones en T invertidas. La parte inferior del alma está formada por dos chapas inclinadas, para evitar la acumulación del agua de lluvia.

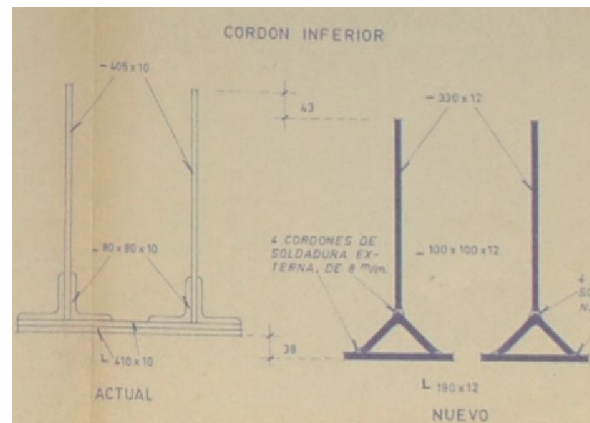


Figura 10. Comparación de las secciones original y actual del cordón inferior

Las citadas actuaciones supusieron también la sustitución del arriostramiento transversal original. El arriostramiento actual está formado por un tirante inferior y por dos jabalcones que unen el cordón inferior de las celosías con una sección situada en el tercio de la luz del travesaño.

Por la parte exterior, y coincidiendo también con los nudos del cordón superior y con los montantes de las vigas principales, se tiene la parte de la losa superior en voladizo respecto de las celosías. Originalmente, este voladizo se materializaba mediante una pieza metálica adosada a cada montante, sobre la que se apoyaban unos largueros metálicos embebidos en la acera de hormigón.

Tras las intervenciones realizadas en la década de 1960, estas piezas del voladizo se retiraron para sustituirlas por una viga inclinada metálica que soporta parte del peso de la losa del voladizo.



Figura 11. Detalle de la configuración actual del voladizo

Las pilas y estribos son de sillería, probablemente conteniendo hormigón en masa (a la romana).

Las pilas están apoyadas en unos encepados sobre pilotes de madera, como sus vecinos puentes de fábrica. Las cabezas de los pilotes se encuentran solidariamente unidas mediante hormigón, sobre el que se construyeron las pilas y estribos de fábrica.

En las pilas y estribos hay cámaras de hornillos para la colocación de explosivos ante una eventual necesidad de volar el puente.



Figura 12. Barandilla, similar a la del puente de Sagasta o puente de Hierro de Logroño



Figura 13. Vista en perspectiva del puente Avenida desde el puente ferroviario

3. Descripción de las soluciones planteadas

Las actuaciones que se plantearon en la fase de proyecto estuvieron encaminadas, en primer lugar y como aspecto más importante, a dotar a la estructura de unas condiciones adecuadas de seguridad, pues en las inspecciones realizadas se pudo comprobar que el nivel de seguridad global estaba comprometido. En segundo lugar,

se trató de dotar al puente de unas condiciones de durabilidad tales que permitan que se prolongue su vida útil, después de 100 años desde su inauguración, en 100 años más, previendo para ello una serie de actuaciones de mantenimiento preventivo futuro.

A continuación se describen las soluciones que se adoptaron:

1. Retirar los voladizos existentes, en un estado de deterioro muy avanzado, sustituyendo los actuales perfiles en voladizo por unos nuevos elementos

similares a los del proyecto original. Esta actuación se planteó además para poder rehabilitar íntegramente el cordón superior y conectarlo a la losa superior mediante pernos conectadores.

2. Sustituir, reforzar o rehabilitar elementos de las celosías, en función del deterioro existente en cada caso. La corrosión generalizada en toda la estructura metálica, agravada en algunas zonas por picaduras o corrosiones localizadas, permitió definir un mapa de daños mediante una inspección especial con medios de acceso.
3. Las operaciones anteriores se plantearon realizando un apeo del puente vano a vano, mediante dos vigas dispuestas sobre la losa de las que se colgaría el tablero mediante barras conectadas a las vigas transversales entre celosías.



Figura 14. Imagen de una de las diagonales tomada durante la inspección especial

4. Dotar a la estructura metálica de una protección adecuada para la clase de exposición en la que se encuentra, para lo que se previó su limpieza mediante chorro de arena, y la aplicación del citado sistema de protección.
5. Disponer unos aparatos de apoyo de neopreno en sustitución de los existentes formados por chapas, completamente fuera de servicio debido a la corrosión.



Figura 15. Pérdida total de sección en alma de cordón superior bajo un sumidero corto

6. Mejorar las condiciones de drenaje superficial para evitar la reaparición de daños concentrados, tanto en los elementos de hormigón como en los metálicos, en las inmediaciones de las zonas de drenaje de la plataforma.
7. Realizar una limpieza completa, eliminando la biocolonización existente, de los paramentos de fábrica de pilas y estribos. Inyectar las fisuras detectadas, reponer las piezas faltantes, y realizar un rejuntado general de la estructura a base de morteros de cal.
8. Reparar las socavaciones locales detectadas en la inspección subacuática en la base de algunas pilas.
9. Rehabilitar la barandilla y reponerla mediante una réplica en las zonas en las que su estado impidiera su rehabilitación.

4. Las obras de rehabilitación

En el momento de redactarse esta comunicación se han finalizado las obras del vano 1 y se están finalizando las del vano 2, que ya se ha desapeado.

Están iniciándose los trabajos de rehabilitación de la estructura metálica en el vano 3, una vez apeado.

Por último se ha colocado el andamiaje en el vano 4 para iniciar los trabajos de chorreado de la estructura metálica.

Se espera que para junio de 2020 las obras hayan concluido.

Las obras han seguido, hasta el momento, la secuencia prevista en el proyecto, con algunos ajustes en los alcances de piezas a reforzar y sustituir por diferencias encontradas entre lo observado en la inspección visual detallada de 2016 y el estado de los elementos tras chorrearlos y poder acceder a ellos desde el interior y el exterior de las celosías.

Los trabajos comenzaron por la retirada y acopio de las barandillas, el corte con disco en varias piezas de la losa de hormigón del voladizo, y el posterior corte y retirada de las vigas metálicas de apoyo de la losa volada.



Figura 16. Corte de las voladas y acopio en el tablero existente



Figura 17. Restos de piezas de voladizo cortadas tras la colocación del andamio

Algunos de estos trabajos se han realizado con el apoyo del andamio en aquellos vanos en que ya se había colocado.

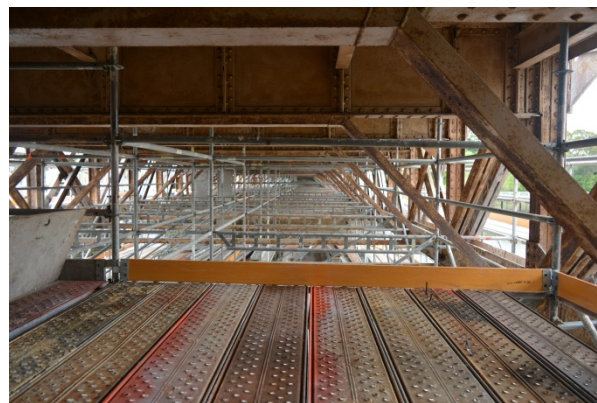


Figura 18. Vista inferior desde el andamio

Por razones medioambientales, los andamios se han encapsulado mediante una lona termoretráctil reutilizable, y se han prolongado en cada caso hacia los paramentos de pilas y de estribos para acometer los trabajos de limpieza y rejuntado de los paramentos de fábrica.



Figura 19. Andamios en pilas, colgados del andamio principal, vista frontal



Figura 20. Andamio encapsulado con plástico termoretráctil

El rejuntado se ha realizado respetando la configuración original del rejuntado, que se ha mantenido en muchas zonas, a pesar de no ser la más idónea para su conservación a largo plazo.



Figura 21. Trabajos de rejuntado en paramentos de estribo lado Irún

Los trabajos de rehabilitación de la estructura metálica se han realizado apeando los vanos uno a uno.



El apoyo de las vigas de apeo en las pilas se ha realizado mediante estructuras metálicas aporticadas denominadas mesas, y la unión entre éstas y la viga de apeo se ha resuelto

El apeo se ha realizado mediante dos vigas de sección cajón, de las que se ha colgado el tablero mediante una serie de barras conectadas al travesaño que conecta las celosías mediante una pareja de perfiles UPN.



Figura 22. Vista inferior de conexión de cuelgues a travesaño entre celosías

mediante unos gatos de cuñas para facilitar las operaciones de desapeo.

Las vigas se han puesto en carga tesando las barras en etapas sucesivas, controlando en cada pasada las fuerzas de tesado y las

deformaciones del tablero inferior y de la viga de apeo.

Teniendo en cuenta las incertidumbres sobre el peso de la estructura a apear y su deformabilidad, los resultados en los primeros vanos han sido razonablemente satisfactorios.



Figura 24. Gatos de cuñas de apoyo de vigas de apeo

El grueso de las operaciones de rehabilitación del tablero ha consistido en el chorreado de la estructura metálica mediante chorro de arena, la rehabilitación de elementos y nudos, o bien su refuerzo o su sustitución.

En la comprobación del mapa de daños realizado en la fase de proyecto una vez chorreado cada uno de los vanos se han encontrado aspectos a modificar, tanto al alza como a la baja.

A la baja porque algunas de las zonas corroídas y con aspecto alarmante en la inspección visual no resultaron tan críticas tras chorrear.

Al alza fundamentalmente por la imposibilidad de acceder a todas las zonas de la celosía desde el camión plataforma empleado en la inspección especial. Además, se encontraron zonas no detectadas previamente con problemas sistemáticos, sobre todo en puntos de acumulación de agua como el roblón de conexión en el cruce de las diagonales de las cruces de San Andrés, y en zonas de los nudos proclives a la acumulación de agua.



Figura 25. Reducción de espesor localizada en nudo detectada tras chorrear

Algunos de estos elementos han requerido de intervenciones no previstas, y en otros se han realizado comprobaciones específicas de los nudos, en particular en el cordón inferior, en el que la tipología de la unión montante – diagonal – cordón se modificó de forma importante en los años 60 del s XX, y se contaba con información detallada de la configuración del nudo y de criterios de comprobación empleados entonces.

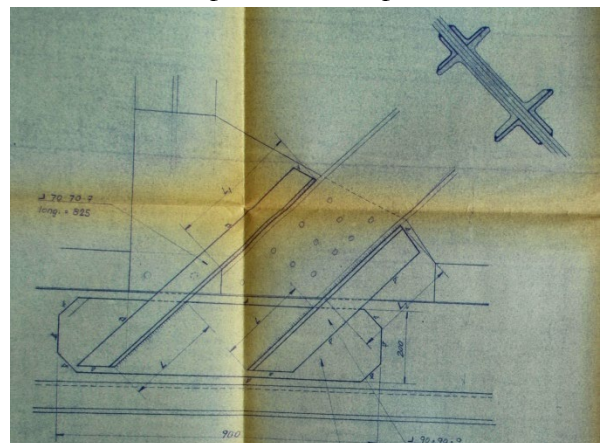


Figura 26. Nudo modificado según proyecto de 1962

Otro aspecto de interés es que el material se ha podido soldar de acuerdo con los resultados de los ensayos realizados ya en los años 60, y visto el buen resultado de las intervenciones realizadas con esta técnica hace más de 50 años en el cordón inferior.

No obstante, se ha respetado la estética de los elementos, los nudos y los elementos de unión en todas las zonas vistas y en las no vistas en que ha sido físicamente posible



Figura 27. Unión diagonal – montante – voladizo



Figura 28. Unión diagonal – cordón superior



Figura 29. Nueva cartela en nudo superior de montante de apoyos

Agradecimientos

Debemos agradecer al Ayuntamiento de Irún la confianza depositada en nosotros. El equipo de la corporación que ha colaborado en los trabajos ha estado formado por Pedro Lapazarán y Jabi Bereziartua en la fase de proyecto y Ana Baena y Mikel Galarraga durante las obras.

En la fase de proyecto resulto muy útil para el equipo de proyecto la visita a las obras

de rehabilitación del Puente de Treto, de la mano de la empresa encargada de las obras, Tecyrsa, y de su director técnico Miguel Ángel Delgado.

Referencias

- [1] Esteyco. Propuesta de recomendación para la evaluación de puentes metálicos antiguos de carretera. Junio, 1994.
- [2] Bates, W. Historical Structural Steelwork Handbook. The British Constructional Steelwork Association Limited.
- [3] B. Kühn et al. Assessment of Existing Steel Structures: Recommendations for Estimation of Remaining Fatigue Life. Joint Report Prepared under the JRC – ECCS cooperation agreement for the evolution of Eurocode 3
- [4] CIRIA 664. Iron and steel bridges: condition appraisal and remedial treatment. London, 2008.
- [5] M. E. Thiel, K. Zulfiqar, and M. D. Engelhardt. Evaluation and rehabilitation of historic metal truss bridges: survey of literature and current practices. The University of Texas at Austin. April 2001
- [6] G. Sedlacek, C. Kammel, RWTH, Aachen/Germany, B. Kühn, W. Hensen, PSP, Aachen/Germany. Condition assessment and inspection of steel railway bridges, including stress measurements in riveted, bolted and welded structures. Background document SB3.4. Sustainable Bridges – Assessment for Future Traffic Demands and Longer Lives