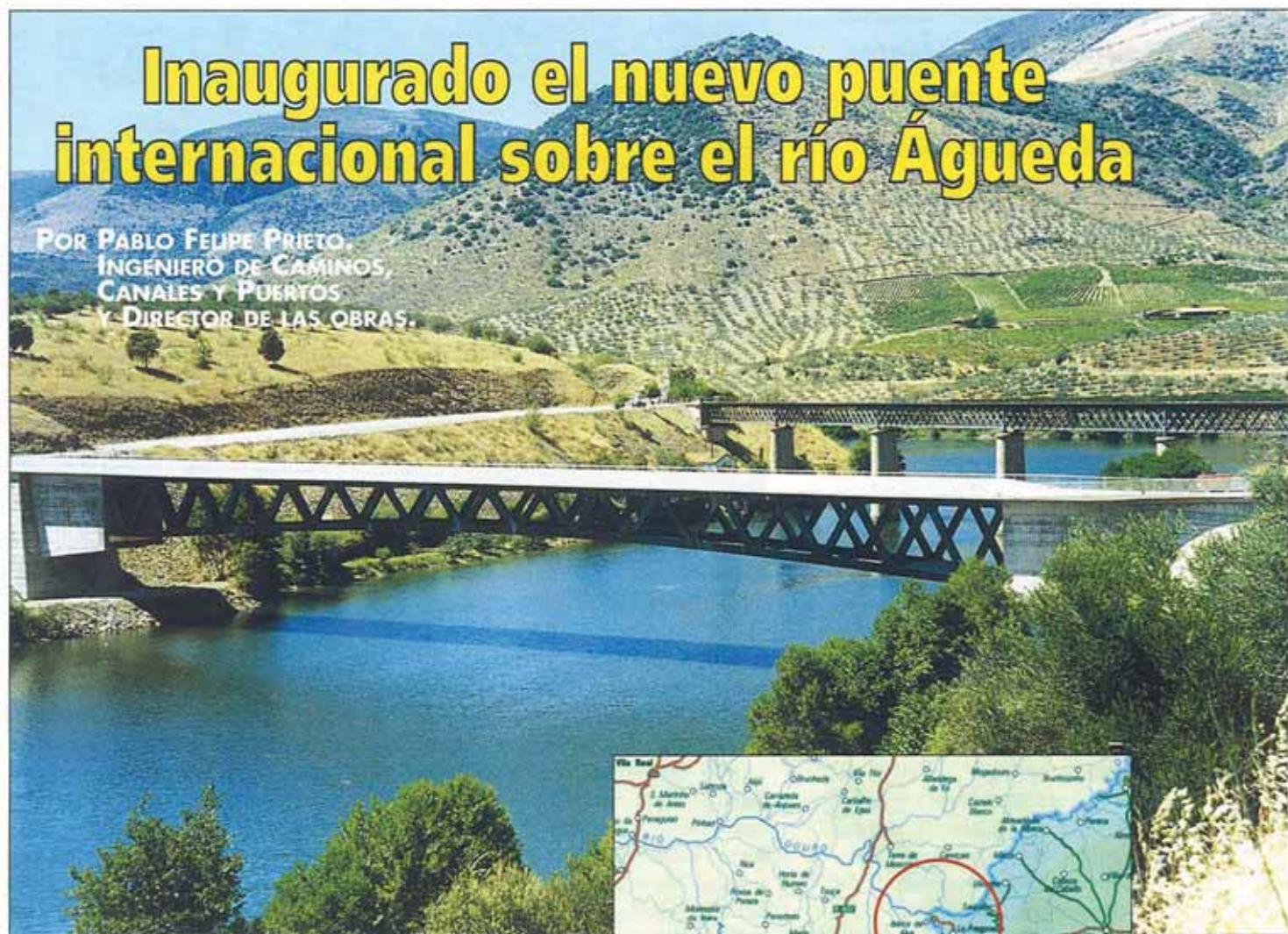


Inaugurado el nuevo puente internacional sobre el río Águeda

POR PABLO FELIPE PRIETO,
INGENIERO DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS
Y DIRECTOR DE LAS OBRAS.



El puente combina las ventajas del vano único con una gran ligereza y transparencia.

En el pasado mes de agosto se inauguró este puente internacional sobre el río Águeda que une las localidades de Barca de Alba (Portugal) y La Fregeneda (España), fruto del convenio para "mejorar las condiciones de circulación de vehículos y personas de los dos países y animados del espíritu de amistosa colaboración que preside sus relaciones mutuas, decididos a cooperar en el desarrollo de la región del Norte de Portugal y de la Comunidad Autónoma de Castilla-León, en España"

El puente, que ha sido cofinanciado por los dos Estados y la Unión Europea, ha supuesto una inversión de 520 Mpta.



Ubicación del nuevo puente.

Descripción

La solución elegida se puede calificar de sumamente esbelta y proporcionada en sus dimensiones, al tiempo que de peso reducido, lo que ha permitido su construcción con medios moderados y económicos.

La estructura es un puente de viga simple biempotrada, con arranques en secciones cajón de hormigón armado y

canto variable, de cuyo extremo emergen en forma telescópica los cordones de una viga de celosía de canto variable en forma de arco, con triangulación tipo Warren, que soporta un tablero colaborante de hormigón armado.

De la estructura hay que destacar especialmente el reducido peso del tramo central, proporcionado por la estructura en forma de celosía de ace-

El proyecto se planteó desde su origen como un puente sin vanos intermedios, lo que da una luz de 120 m

ro de alta resistencia para el elemento portante y que permite conseguir un buen empotramiento en los estribos con macizos cortos, circunstancia necesaria en el estribo del lado español, por la proximidad de la carretera existente, perpendicular a la situación del tablero y con un talud lateral bastante inestable, que complica bastante su ensanche. En el lado portugués no existe este problema, debido a que la carretera de acceso a Portugal está en la misma dirección del tablero, lo que permite un estribo más largo para la compensación del momento de empotramiento.

Tramo central

El tramo central del puente es una estructura mixta de acero-hormigón compuesta por dos vigas laterales de soporte cuyos planos medios se separan 6,50 m, con el cordón superior horizontal y el inferior de directriz circular, con una longitud total de 115 m y canto medio de la celosía variable de 4 m en el centro del vano a 7,20 m en arranque. La triangulación, tipo Warren, comprende 16 células de 7,20 m de base superior e inclinación variable de las diagonales.

Tanto los cordones como las diagonales son secciones en cajón de 0,60 m de base y altura variable entre 0,80 m para el cordón inferior, 0,70 para el superior y 0,60 para las dia-



El puente se ubica en la C-517 de Vitigudino, p.k. 120,720. Tramo: La Fregeneda-Frontera de Portugal.

gonales. Se proyectaron cartelas de bordes curvos para las transiciones entre cordones y diagonales y en taller, se fabricaron en barras de unos 7 m de longitud incorporando las cartelas por uno de sus extremos, para los cordones, y barras de terminación recta para las diagonales.

El tablero está formado por prelosas prefabricadas, y completada su sección con hormigón "in situ". La conexión entre el tablero de hormigón y el cordón superior metálico se ha realizado con pernos soldados.

Embocaduras

Los extremos de la viga metálica se empotran en el cordón superior embebiéndolo 3 m con conectadores de diafragma exterior. Los cordones inferiores se unen a la embocadura mediante placas frontales embebidas en hormigón.

Estas embocaduras constituyen ménsulas de gran rigidez y 12,5m de vuelo que permiten limitar la longitud del tramo metálico a efecto de su transporte y montaje.

Estribos

Los estribos en ambas márgenes tienen como función fundamental, por encima de la contención del terraplén en los extremos del puente, la de servir de contrapesos a los momentos de empotramiento generados en la viga compuesta de acero-hormigón con sus embocaduras, y que son necesarios para reducir el canto de la estructura en el centro de vano y proporcionar una rigidez adecuada para su comportamiento dinámico.

El estribo del lado de Portugal es de desarrollo lineal y está compuesto por tres secciones de altura decreciente: la primera comprende un muro frontal, del cual despega la embocadura de hormigón, y que se rigidiza mediante una losa de arriostramiento en cabeza y un macizo de rigidez en su base, con dos muros laterales de espesor decreciente hacia la coronación, de 14,5 m de altura máxima; la segunda, monolítica con la anterior, lleva sólo los muros laterales, de menor altura; y la tercera, que actúa de contrapeso final, es un macizo escalonado de hor-

migón armado de anchura completa. Una vez terminada la construcción del estribo, se rellenó con material granular seleccionado y compactado entre los intradoses de los muros de las dos primeras secciones, para obtener con un mínimo costo un peso adicional estabilizador.

Por su lado, el estribo del lado de España tiene un trazado más complejo, por su menor longitud y por estrellarse contra el muro de mampostería que contiene la carretera, de forma bastante oblicua. En este caso, se disponen cuatro muros de enlace entre el muro testero, del que arranca la embocadura, y un muro de doblado del existente en la carretera, enlazados en su base por una losa escalonada gruesa de material granular seleccionado, que sirve de peso estabilizador y permite disponer los voladizos de planta curva necesarios para alojar la planta de enlace con la carretera.

Los parámetros de ambos estribos van dotados de un estriado horizontal bien marcado que evoca la disposición de los sillares y estribos del viaducto ferroviario.

Descripción del proceso constructivo

Se trata de definir y detallar cada uno de los procesos que se han seguido para la ejecución de las obras, así como de destacar la fase IV, en la que se ha contemplado todo el mon-

taje e izado de la estructura metálica. Dada la singularidad de este montaje y la complejidad de las maniobras realizadas, se presta especial atención al transporte e izado de la estructura a través del río.

El proceso de construcción ha sido el siguiente:

Fase I

Correspondió a la construcción de los estribos de hormigón armado, con la debida excavación en las laderas, ejecución de los muros laterales y frontales con encofrado trepante, relleno con material granular y hormigonado de los contrapesos.

Posteriormente, se construyeron sobre la cimbra los dos voladizos, de sección en cajón, correspondientes a los arranques del puente, dejando embebidas en la cabeza superior las prolongaciones de los cor-

dones superior e interior de la celosía.

Fase II

Correspondió al montaje de los extremos del tablero metálico. Estas esperas metálicas tienen una longitud de 14 m. Se procedió al ensamblaje *in situ* por soldadura desde los caballetes fijados a la propia estructura. En esta fase se consiguió un montaje previo de 14 m por cada lado, reduciendo el vano central que había que cerrar en 87 m.

Fase III

Una vez colocadas las esperas metálicas de 14 m en su posición definitiva, se procedió al montaje del encofrado metálico, ferrallado y hormigonado de la losa mixta de la parte inferior. Tras este proceso, se comenzó a colocar las prelasas sobre los tramos metálicos de 14 m para, posteriormente, ejecutar el ferrallado y hormigonado. Completada dicha fase, se procedió a la inspección radiológica y por ultrasonidos de la soldadura ejecutada *in situ*.

Fase IV

Fase previa. Consistió en el montaje y control de la estructura en su totalidad sobre el muelle de Vega Terrón. Se completó la celosía y se comprobaron las soldaduras con líquidos penetrantes, placas radiográficas y ultrasonidos. Realizada la estructura, se procedió a cerrar los cordones inferiores por medio de unos tapes metálicos que impidieron el paso del agua. Con esto se pretendió buscar la estanqueidad de la estructura metálica y

Ficha Técnica

Titular:

Ministerio de Fomento, Demarcación de Carreteras del Estado en Castilla y León. Unidad de Salamanca.

Dirección de las obras:

D. Pablo Felipe Prieto, I.C.C.P.

D. José Manuel Criado, I.T.O.P.

Empresa adjudicataria:

Tableros y Puentes, S.A.

Proyectistas de la estructura:

D. Carlos Álvarez, I.C.C.P. y D. Víctor M. Segovia, ICCP.

Delegado de obra:

D. José Angel Elorriaga, ICCP.

Jefe de obra:

D. Secundino Fernández, ITOP.

ALZADO





El puente en fase de construcción.

provocar un empuje ascendente de 70 toneladas. Toda esta fase fue simultánea a las fases anteriores.

Colocación de flotadores sobre el río Águeda. Para provocar la flotación definitiva de la estructura metálica, fue necesario proceder a la colocación de unos flotadores metálicos, que desalojaron un empuje total de 150 toneladas.

Colocación de la estructura sobre los flotadores. Una vez situados los flotadores sobre el río, se procedió al traslado de la estructura sobre ellos. Para posibilitar la elevación y traslado de la estructura sobre los flotadores, fueron necesarias dos grúas (500 y 350 t). Para la elevación, enganche y estabilización, se colocó una orejeta en ambos extremos de cada uno de los cordones superiores. Para impedir deformaciones no contempladas, se soldaron unos perfiles transversales, que rigidizaron e inmovilizaron la estructura metálica, y unos tirantes, que unieron los extremos del cordón superior al inferior, provocando de esta manera el reparto de esfuerzos.

Remolque de la estructura hasta el lugar del izado. Colocada y asegurada la estructura sobre los elementos de flota-

ción, se procedió al enganche del conjunto con la barcaza de arrastre, el cual se hizo mediante unos amarres cruzados que permitieron un traslado seguro. Se dispuso de una lancha motora, que se colocó en la cola de la estructura metálica, que hizo también la función de timón.

Posición y giro. Una vez trasladada la estructura a su posición, se procedió a su giro hasta su posición de izado. Para realizar esta operación fue necesario atirantar la estructura mediante cables y trácteles. En la fase I se dejaron embebidas unas omegas metálicas que sirvieron de punto de atirantamiento para estos cables.

Izado de la estructura. Alineada la estructura en su posición definitiva, se procedió a su elevación. Para realizar esta operación, se utilizaron las grúas antes mencionadas.

Soldadura y control de calidad. Una vez posicionada la estructura, se procedió al soldo y control de calidad.

Unidades más importantes

Hormigón	6 792 m ³
Acero AEH-500 N	630 t
Acero tipo cortén	322 t

Fase V

Colocación de prelosas y hormigonado. Las colocación de las prelosas prefabricadas se realizó mediante las grúas utilizadas para el izado de la estructura metálica. Se comenzó simultáneamente tanto en el lado portugués como en el español, por los extremos más cercanos a las grúas. Una vez que se colocaron tanto las prelosas como los conectores y la ferralla, se procedió al hormigonado del tablero desde los estribos.

Fase VI

Terminada la fase estructural, se prosiguió con los trabajos de remate: barrera de tipo New Jersey, barandilla metálica, aglomerado y acabado final. ■

FE DE ERRATAS

En nuestro número anterior y por causas ajenas a nuestra voluntad se incluyó dentro de la sección "Autovías del Estado" el resumen sobre la ampliación de la calzada en la A-16, Barcelona-Vendrell, cuando como todos saben la A-16 es de titularidad y competencia de la Generalitat de Cataluña que la construyó, amplió y financió íntegramente. Lamentamos tan inintencionado error.