

PUENTES SOBRE EL EMBALSE DE GOROSTIZA EN LA VARIANTE SUR METROPOLITANA DE BILBAO

Javier MANTEROLA ARMISÉN

Dr. Ingeniero de Caminos
Carlos Fernández Casado, S.L.
Ingeniero
jmanterola@cfcsl.com

Miguel A. Gil Ginés

Ingeniero
Carlos Fernández Casado, S.L.
Ingeniero
magil@cfcsl.com

RESUMEN

Se trata de dos puentes casi idénticos de ciento treinta metros de luz central con dos vanos de compensación de treinta metros de luz. Estos vanos laterales forman el contrapeso del central y quedan embebidos por los estribos del puente. La plataforma de paso consta de tres carriles, dos arcenes y las defensas laterales con una anchura total de trece metros con sesenta centímetros.

PALABRAS CLAVE: Cajón mixto, canto variable, contrapesos, construcción voladizo.

1. Planteamiento

La variante sur metropolitana de Bilbao cruza el embalse de Gorostiza en un estrechamiento del mismo y con sendos túneles en sus extremos. En el lado sur se juntan las calzadas para reducir el desmonte de la media ladera que se produce. Los puentes, uno por calzada, se sitúan en un entorno de gran valor paisajístico y por tanto la estructura debe ser lo más discreta posible, es decir muy esbelta.

Para la realización de este paso se plantearon dos alternativas, un solo vano simplemente apoyado de gran luz y un puente de tres vanos siendo los vanos extremos los contrapesos de la gran luz central. Las dos soluciones se planteaban con un cajón mixto encima del embalse.

La primera alternativa era la más económica, sobre todo si se utilizaba canto variable en vientre de pez. Pero este esquema estructural tenía una gran limitación en cuanto a la forma de construir el puente pues se tenía que montar la viga entera ya que no había ninguna posibilidad de colocar un apoyo provisional en el embalse. Por tanto se adaptó como esquema resistente una viga de tres vanos con los vanos extremos funcionando como contrapesos de la luz central.



Figura 1. Vista general

2. Descripción

Se trata de dos puentes casi idénticos de ciento treinta metros de luz central con dos vanos de compensación de treinta metros de luz. Estos vanos laterales forman el contrapeso del central y quedan embebidos en los estribos de los puentes. La plataforma de paso consta de tres carriles, dos arceños y las defensas laterales con una anchura total de trece metros con sesenta centímetros.

El vano central está formado por un cajón mixto de canto variable entre un metro y noventa centímetros en el centro de la luz y cinco metros con treinta centímetros en su unión con los contrapesos. El cajón tiene almas inclinadas lo que da lugar a que la chapa de fondo sea de ancho variable entre dos metros y medio en el arranque y cinco metros en el centro. El cajón está arriostrado transversalmente cada cuatro metros mediante marcos y puntales inclinados. Además tiene una triangulación superior que es necesaria en el montaje de la estructura metálica y durante la primera fase de hormigonado de la losa.



Figura 2. Sección transversal

La losa superior de hormigón tiene un espesor de treinta y cinco centímetros con voladizos laterales de tres metros donde se reduce el espesor hasta veinticinco centímetros en el extremo. Hay además una losa inferior de hormigón para crear una doble acción mixta con espesor variable entre cuarenta y ochenta centímetros que se extiende hasta veinte metros desde el apoyo.

La losa superior está formada por una prelosa prefabricada de hormigón armado colaborante con nervios cada metro que tiene siete centímetros de espesor, el resto se hormigona in situ en dos fases. La prelosa tiene huecos entre los nervios y encima de las cabezas superiores de la viga cajón donde se alojan los pernos conectadores para la transmisión del rasante entre acero y hormigón.

El tablero mixto se integra en un contrapeso de hormigón armado con una sección cajón rectangular de doce metros de ancho y cinco ochenta de canto con pequeños voladizos laterales hasta completar la anchura de la plataforma, el espesor de las paredes es de un metro y se rellena el hueco central con grava. El cajón se maciza en la zona de apoyos.

En el estribo sur este prisma de hormigón se reduce por el lado exterior en prolongación del alma inclinada del cajón metálico y por tanto no hay hueco interior para mantener la capacidad de contrapeso de este vano frente al vano central.

El peso de este vano permite que no haya tiro en el apoyo extremo en ninguna de las hipótesis de cálculo durante la construcción o en servicio, por eso era necesario rellenar el hueco del cajón de hormigón con grava.

El frente del contrapeso es ataluzado de forma que en la sección de apoyo el canto de la viga de hormigón es la mitad del cajón de esta forma se crea un paramento de hormigón que tiene una pendiente parecida a la del terreno que le rodea.

Para asegurar la transmisión de carga del tablero metálico al vano de hormigón se prolongan las chapas del cajón metálico en el interior del cajón de hormigón. Esta longitud de transmisión es variable para cada chapa. Las almas se prolongan unos cuatro metros por detrás del apoyo, en esta zona la sección de hormigón es maciza y se extiende hasta que el paramento inclinado llega a la máxima altura. La transmisión de carga de las alas superiores e inferior se realiza por medio de conectadores por lo que la longitud de transmisión depende del número de pernos.

Los apoyos del tablero se colocan lo más separados transversalmente entre sí de forma que sean eficaces para recoger la torsión del mismo. Esto implica que la riostra de apoyo del cajón metálico tenga que extenderse por fuera del mismo para llevar las cargas del mismo hasta los apoyos. Es decir en la riostra de apoyo se prolongan los puntales interiores hasta llegar a los apoyos.

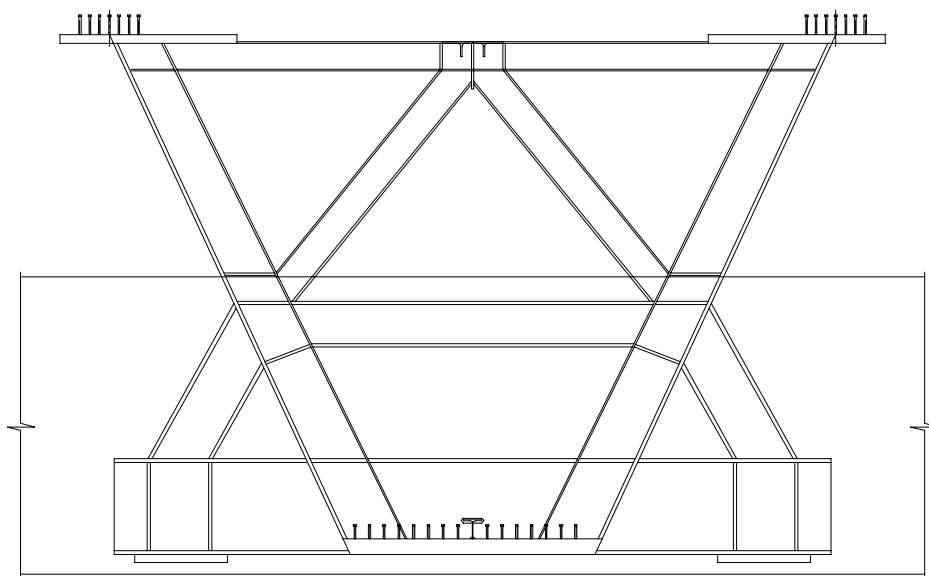


Figura 3. Sección apoyo

Los estribos son de hormigón armado formando un recinto de treinta y cinco metros de largo por trece de ancho donde se aloja el contrapeso. La altura de los muros varía para adaptarse a la cota de cimentación, a unos ocho metros por debajo de la rasante. La cimentación es directa transmitiendo a la roca tensiones inferiores a seis décimas de Newton por milímetro cuadrado. En el estribo 2 que está más a la vista que el 1 se realiza el muro de forma escalonada para matar un paramento tan grande.



Figura 4. Unión estribos

3. Construcción

Inicialmente se planteó construir el puente en dos mitades desplazadas de su posición definitiva y posteriormente moverlas a su emplazamiento uniendo el centro mediante soldadura. Este planteamiento era el que daba mayores garantías de ejecución del cajón metálico ya que se construía encima del terreno. Sin embargo requería mucho espacio para ensamblar el contrapeso y medio cajón metálico, en total unos cien metros por detrás del apoyo cercano al embalse. También eran necesarias sendas vigas de hormigón armado para crear el camino de deslizamiento.

Sin embargo en obra se decidió construir los contrapesos en su posición y montar el cajón metálico volando desde los mismos mediante una grúa de gran capacidad. Este cambio vino motivado por dos circunstancias. En el lado este la proximidad del túnel, unos ciento cincuenta metros, reducía la zona de trabajo puesto que era necesario dejar un espacio para los trabajos del mismo. En el lado oeste la proximidad de una ladera inestable aconsejaba tocarla lo mínimo posible.



Figura 5. Montaje

Este cambio de construcción eliminó las vigas de rodadura pero hubo que dimensionar por completo los contrapesos y los muros para la carga concentrada de la grúa con un trozo de cajón moviéndose por la plataforma superior.

Para minimizar el número de uniones a realizar en voladizo se optimizó el peso y dimensiones de las dovelas reduciéndolas a cuatro por cada estribo más la de cierre, de tal forma que la primera dovela tenía casi treinta metros de longitud mientras que la cuarta poco más de cuatro.

Por tanto el proceso de construcción del puente se inició con la colocación de la riostra metálica de apoyo del puente y las prolongaciones de chapa en el interior del contrapeso. Este elemento se hormigonó en tres fases, la losa inferior donde se aloja la chapa inferior del cajón metálico, las almas verticales y por último la losa superior y los vuelos.

Cada una de las dovelas se montaba por detrás del contrapeso y la grúa, que se movía por encima de este elemento, la cogía y mediante un giro de ciento ochenta grados la colocaba en su posición contra la pieza metálica que ya estaba montada. La unión entre piezas se realizaba provisionalmente mediante barras pretensadas en la parte superior y piezas de apoyo en la inferior. Por seguridad se mantenía la grúa en su posición, aunque los cables no tenían carga, durante la soldadura definitiva de la unión.

Cuando se completó el montaje de los voladizos completos del estribo norte se cambió la grúa al otro y se procedió al montaje de los voladizos de forma similar. La posición teórica de cada pieza se controlaba mediante topografía y se ajustaba por medio de las barras de pretensado para llevar la punta de cada ménsula parcial a su lugar tanto en planta como en alzado.



Figura 6. Voladizos

La dovela de cierre se ajustó en obra a la distancia que había realmente entre los voladizos y para su colocación se utilizaron gatos que ajustaron los bordes antes de proceder a la soldadura definitiva.

Completado el cajón metálico se colocaron las prelosas nervadas de hormigón armado. El hormigonado se realizó por fases. En primer lugar la losa inferior, después la zona central de la losa superior entre las almas del cajón, de esta forma se completaba la sección cajón y, finalmente, los vuelos laterales.

Ficha técnica:

Promotor: Diputación Foral de Vizcaya

Director de proyecto: Rafael González Terán

Proyecto: Carlos Fernández Casado S.L. - Javier Manterola Armisen

Dirección de obra: UTE Hegoalde - Miguel Angel Frías

Constructor: UTE Gorostiza (Fonorte)

Jefe de obra: Itziar Fernández

Taller metálico: Urssa