

# III CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

LAS ESTRUCTURAS DEL SIGLO XXI  
Sostenibilidad, innovación y retos del futuro



## Realizaciones



## VIADUCTO DE LA MIEL

Mariano **VILLAMERIEL**<sup>1</sup> Miguel **MARTIN PARDINA**<sup>2</sup> Cesar **PEREZ BOTIJA**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

<sup>2</sup> Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, DRAGADOS, S.A.

## **RESUMEN**

El Viaducto de La Miel, que forma parte del tramo de Autovía Nerja-Almuñecar, es una estructura formada por dos tableros de 376 metros de longitud y vanos de 68-80-80-80-68 metros, compuestos por una estructura metálica bijnácena continua de 3,00 metros de canto constante y una losa de hormigón de 12,20 metros de ancho. La estructura apoya sobre pilas de altura variable, siendo la mayor superior a 95 metros, ejecutadas por deslizamiento. Los tableros se ejecutan por el sistema de empuje desde uno de los estribos, previo montaje de la estructura metálica y parte de las prelosas del tablero superior y del hormigón de fondo.

## **PALABRAS CLAVE**

Puente mixto, empuje, pilas deslizadas

## **1. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA**

El Viaducto de La Miel es una estructura formada por dos tableros paralelos de 376 metros de longitud cada uno y 5 vanos de 68-80-80-80-68 metros de luz, de sección mixta compuesta por dos vigas doble te metálicas de 3,00 metros de canto constante separadas 6,60 metros, unidas mediante travesaños y un plano de rigidización superior, sobre las que se dispone una losa de 12,20 metros de ancho, formada por una prelosa de hormigón que se completa con hormigón in situ. Asimismo se dispone una losa de espesor variable, entre 25 y 65 centímetros, en la parte inferior entre almas en los 24 metros contiguos a la sección de apoyo sobre cada una de las pilas.

Las pilas son en sección cajón de dimensiones variables, con alturas que superan en un caso los 95 metros, ejecutadas mediante encofrados deslizantes.



El tablero se dimensiona, y así se ha proyectado, para un proceso de ejecución mediante montaje de la estructura metálica en un estribo y su empuje hasta su posición definitiva, siendo el único refuerzo específico para el empuje las células triangulares de chapa en la unión de las almas con las platabandas inferiores para repartir la reacción local en cada pila. El empuje se efectúa con parte de las prelasas y las losas de fondo en su posición, para completar los hormigonados una vez terminado el empuje.



El puente en planta se sitúa en un tramo recto, con curvas a la entrada y a la salida muy próximas a los estribos; cada una de las dos calzadas lleva un peralte del 2% correspondiente al bombeo de la sección de la Autovía, excepto en los 20 metros extremos de uno de los tableros en que hay una transición de peralte quedando la sección sobre el estribo de lanzamiento prácticamente con el 0%.

En alzado los tableros se sitúan dentro de una curva uniforme de un acuerdo vertical, de forma que la pendiente es prácticamente nula en el estribo de lanzamiento, y alcanza el 3,6% en el estribo de llegada.



## 2. PLANTEAMIENTOS GENERALES PARA LA EJECUCION

El sistema de empuje previsto es el habitual en la mayor parte de las estructuras mixtas clásicas empujadas por Dragados, que incluye un equipo de empuje mediante gatos huecos y barras que reaccionan contra el estribo, un sistema de atirantamiento en punta con la doble misión de mejorar los esfuerzos en el frente de avance en voladizo y recuperar la flecha para el apoyo en pilas, elementos de deslizamiento en el estribo de lanzamiento, en las pilas y en los apoyos provisionales en la zona de montaje formados por balancines coronados por neopreno teflón sobre los que desliza directamente el acero de la estructura; rodadura en la zona de montaje con carriles y carros con boggies, y el resto de elementos habituales de guiado, retenida, etc.





Las cuestiones que singularizan el empuje de esta estructura de las anteriores similares empujadas por Dragados son:

En primer lugar, la altura de las pilas y el acceso al fondo del barranco crean una dificultad grande a la hora de plantear el montaje de prelasas a estructura metálica terminada, sobre todo en los vanos centrales. Esto llevó a plantear el empuje con prelasas montadas antes de empujar. El peso de las prelasas no es un gran inconveniente, dado que, con los bajos rozamientos previstos y la pequeña pendiente media, la potencia del equipo de empuje no es muy grande; pero sí hace daño a la estructura un exceso de peso en la zona de avance en voladizo entre pilas, tanto por flexión como por reacción localizada en los apoyos frontales; por ello se dejaron libres de prelasas 120 metros en el frente de avance. En el resto de la estructura, las prelasas se iban montando según se iba completando el ensamblaje de tramos en el área de montaje.



La necesidad de losa de hormigón en la zona inferior sobre pilas, para disponer la doble acción mixta, al ser la estructura bixácena sin chapa de fondo, se estudió con varias alternativas: la disposición en esa zona de un encofrado perdido, o una prelosa de hormigón, o bien el hormigonado de la losa antes de salir del área de montaje. Se optó por esta última solución, disponiendo en un tramo de la zona de montaje situado a una distancia entre 24 y 48 metros del

estribo un área de hormigonado fija, compuesta por una losa de hormigón sobre la que se situó un encofrado móvil en vertical de 24 metros de longitud; dado que el área de montaje tenía una longitud superior a los 100 metros, los hormigonados se efectuaban con una parada del tramo correspondiente en la posición adecuada. El hormigonado consistió en un espesor de 25 centímetros, dejando la conexión necesaria de armaduras para efectuar el resto con la estructura en posición final.



Los extremos de la plataforma de encofrado se aprovecharon para situar en ellos sendos patines de deslizamiento, con lo cual el desplazamiento en la zona de montaje se efectuó con un máximo de tres apoyos, los dos fijos de los extremos del encofrado y el patín rodante trasero.

La geometría recta en planta de la estructura, junto con la curva de la traza desde el estribo de lanzamiento hacia atrás, obligó a limitar al máximo la longitud del área de montaje, para reducir el desmonte que era mayor cuanto mas se alejaba la excavación del estribo.

Los condicionantes que fijan la longitud mínima de la zona de montaje son dos: la estabilidad de la estructura y los sucesivos montajes hasta llegar a la primera pila y el montaje de los tirantes provisionales. Para limitar este último, que era el más crítico, no se efectuó el montaje que necesitaba 160 metros de tablero metálico, hasta el último momento esto es para apoyar en la pila. De esta forma, se limitó la longitud del área de montaje a 110 metros.

La fabricación de la estructura metálica se realizó en un taller especializado, con los planteamientos de calidad habituales en estos casos: control permanente de geometría y uniones de acuerdo con el pliego de condiciones y el plan de puntos de inspección aprobado por la propiedad y efectuado por

laboratorios homologados, seguimiento y contraste del control por parte del laboratorio de la obra, y con atención especial en los montajes en obra.

Especial interés tuvo el despiece para transporte de tramos a obra. Los tramos se fijaron con una longitud máxima de 27 metros, condicionado por los equipos del taller, y se consiguió autorización para transportarlos a sección completa (casi 8 metros de ancho), dividiéndose cada tablero metálico en 14 tramos. Con independencia de las dificultades del transporte, con este despiece se mejoraron la calidad y los tiempos de trabajo en obra, al reducirse las soldaduras en el tajo a los topes de almas y alas.

Con el fin de tener controlados todos los parámetros de la operación, se preparó un modelo de ordenador en el que con la geometría real de la estructura, incluyendo la predeformada, se analizaron todos los montajes y las fases de empuje. Este estudio permitió conocer y comparar con la realidad de modo continuo las deformaciones de la estructura, las reacciones de paso sobre los patines y los esfuerzos de tesado y destesado de los tirantes.

### **3. PROCESO DE EJECUCION**

Una vez resueltas todas las singularidades se completo el proyecto de empuje con el diseño de todos y cada uno de los elementos, su fabricación e instalación. Únicamente eran componentes externos del sistema los elementos hidráulicos, gatos y centrales, que en este caso eran alquilados.

La secuencia tipo de ejecución era la siguiente:

Transporte, montaje y soldadura de los tramos de estructura metálica correspondientes a la fase, sobre caballetes.

Cambio de apoyo de la estructura de los caballetes a los elementos de rodadura o a los apoyos de deslizamiento del área de montaje.

Avance de la estructura lo previsto en la fase correspondiente.



En su caso, parada en posición de hormigonado de fondo. Ajuste del encofrado, ferrallado y hormigonado. Desencofrado con la resistencia prevista.

En su caso, tesado o destesado de los tirantes; avance y apoyo en pila.

Una vez completo el empuje, se efectúa el cambio de apoyos de deslizamiento por los definitivos, el montaje del resto de las prelosas, el hormigonado de losas y fondos con la secuencia prevista, la terminación de los espaldones, y el acabado de la estructura.

