

# PUENTE DE LAS ARTES SOBRE EL CAUCE ANTIGUO DEL RÍO TURIA EN VALENCIA

Propiedad: AYUNTAMIENTO DE VALENCIA

Proyecto y dirección de obra: CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.

Empresa constructora: FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS



## 1.- EL NUEVO PUENTE SOBRE EL VIEJO CAUCE

El proyecto del puente sobre el antiguo cauce del Turia es difícil y singular por varias razones:

a) En primer lugar, está situado sobre un cauce histórico que ya no lleva agua y se ha convertido en un parque lineal; ello obliga a estudiar si este nuevo uso del cauce obliga a una concepción diferente del puente.

En los puentes anteriores se trataba de crear una corriente de tráfico sobre una corriente de agua. En este momento se trata de crear una corriente de tráfico sobre un espacio continuo, porque el parque no se debe interrumpir. Si antes era necesaria una esbeltez máxima del puente para disminuir lo menos posible la sección hidráulica del cauce, ahora es conveniente que el puente sea lo más diáfano posible para que la interrupción visual del parque sea mínima.

Por tanto llegamos a la conclusión de que el problema que plantea la construcción de un nuevo puente sobre el cauce antiguo del Turia es análogo al que planteaban los puentes anteriores. Únicamente podrán considerarse diferencias de matiz; por ejemplo que las pilas no necesitan una sección hidrodinámica, aunque la esbeltez de las pilas actuales las hace en la mayoría de los casos suficientemente hidrodinámicas sin buscarlo especialmente.

De los puentes anteriores de Valencia, tanto de los de piedra, como de los siguientes, se debe sacar la lección de que la nueva obra debe ser, además de un buen puente para estar a la altura de los anteriores, lo más esbelto y ligero posible, tanto en el canto del tablero como en el ancho de las pilas. Pensamos por ello que no se debe crear un gran elemento

monumental que rompa con esta tradición de los puentes valencianos, que son bajos a causa de la morfología del cauce, de luces proporcionadas a su altura, y lo más ligeros posibles dentro de las posibilidades de cada momento.

b) En segundo lugar, hay que hacer dos puentes muy próximos, lo cual es siempre un problema difícil de proyecto.

Construir un puente muy próximo a otro anterior, siempre es una mala solución, porque ambos puentes se perturban visualmente y se ahogan mutuamente. El problema es menos grave si ambos puentes se construyen a la vez, porque puede plantearse una relación de homogeneidad entre ellos; pero aún así es difícil crear un conjunto limpio y claro, porque los dos puentes no llegan a formar una unidad pero tampoco se diferencian claramente, y por ello será un conjunto confuso.



Por esa razón, a pesar de la distancia entre los dos tableros, se han proyectado como una sola unidad, apoyados ambos en una pila común que, desde un núcleo situado en el centro, vuela lateralmente para soportar los dos tableros. Esta pila en doble ménsula se compensa superiormente mediante dos tirantes de hormigón que refieren la carga a un pilar central.

Con esta solución se hace un solo puente, creando un elemento limpio y claro, que evita todos los problemas que como hemos visto, plantea la dualidad.

Esta solución tiene varias ventajas; en primer lugar la debida a la separación de los tableros, que evita el efecto túnel que crearía un puente con un ancho excesivo, como ocurriría si los dos tableros estuvieran juntos o muy próximos; y en segundo lugar la de hacer un puente unitario que, como hemos visto, es más limpio y simple.

La pila-voladizo, además, se convierte en un elemento singular, rematado con las farolas, que da expresividad al conjunto.

c) Una dificultad grande de este puente, que como ya hemos visto es una constante de los puentes de Valencia, es la altura tan pequeña que hay desde la rasante al suelo, aproximadamente cinco metros. Esto nos ha llevado a plantear un tablero de luces relativamente pequeñas para un puente actual, pero bien encajada para la altura que hay del tablero sobre el suelo, y para la longitud total del puente, que es de 145 metros.

De esta forma el tablero se hace con una losa de canto variable de pequeño espesor, y luces adecuadas a su longitud y altura, análogo a los puentes anteriores de Valencia. Es una viga continua de cinco vanos de  $20+3 \times 36+20$  metros de luz.



## 2.- DESCRIPCIÓN DEL PUENTE

### 2.1.- Organización del puente

Los tableros del puente están separados entre sí 20 metros y se apoyan en una pila en doble ménsula que los recoge desde un núcleo central.

El nudo tablero-pila es rígido, porque la intersección de ambos forma parte de la ménsula transversal y del tablero longitudinal. Por ello, para evitar que el puente se convierta en un pórtico múltiple lo que daría en las pilas unos momentos transversales importantes que se transformarían en torsión en las ménsulas, se han dispuesto apoyos de neopreno entre la pila y la cimentación, de forma que el tablero funciona como una viga continua y no

aparecen momentos transversales en la pila. Estos neoprenos se protegen convenientemente para evitar que se dañen.

Los vanos laterales se apoyan también sobre neoprenos en los cabezales que sirven de estribo detrás del muro de piedra.

## 2.2.- Definición del tablero

El tablero es una losa continua de canto variable definida mediante cuatro superficies:

El trasdós del tablero es una superficie plana definida por la plataforma de la vía urbana.

El intradós se define por tres cilindros de directriz circular. Dos de ellos tienen generatrices paralelas al eje del tablero y por tanto se cortan en una línea paralela a él, situada en su proyección vertical. Se crea de esta forma un prisma de sección triangular con dos superficies cilíndricas, y una tercera plana que es el trasdós del tablero. Este prisma se corta con un tercer cilindro de generatrices también horizontales, pero perpendiculares a las anteriores. Este tercer cilindro corta al prisma en los vértices inferiores de los extremos del vano; de esta forma la sección del tablero en arranques es la sección triangular del prisma; en el centro de vano la sección es un trapecio con los lados no paralelos curvos.

Con este sistema se genera en el vano principal un tablero de canto variable, con canto máximo de 1,50 metros en la sección de arranques que tiene forma triangular y canto mínimo de 0,70 metros en el centro del vano.

Los vanos de compensación, algo mayores de la mitad del central, se generan cortando el vano principal por la mitad, y prolongando la sección en clave.

Las pilas en ménsula obligan a aligerar al máximo el tablero para disminuir en lo posible la flexión en ellas. Por ello el tablero se ha resuelto en cajón multicelular en las zonas de mayor canto, lo que obliga a hormigonar la sección en dos fases; y mediante alvéolos de sección circular en la zona de clave, de forma que esta zona de menor canto puede hormigonarse en una sola fase.

Sobre las pilas, el tablero se ensancha en forma de balcón, enfatizando así el efecto ménsula de ellas.

## 2.3.- Definición de las pilas

Las pilas, como ya hemos visto, están formadas por una doble ménsula que soportan los dos tableros del puente, separados 20 metros entre sí.

La base de la pila tiene un ancho de 23,30 metros, y se prolonga en ménsulas hacia los dos lados hasta un ancho total de 60 metros; por tanto los voladizos laterales tienen 18,34 metros de longitud.

Las ménsulas son cuchillos con espesor constante de 1 metro, y canto variable, mínimo en el extremo, donde tiene 0,65 metros, y máximo a 7,50 metros del eje del puente, donde tiene 5,50 metros. En este punto el cuchillo se abre, desdoblándose en dos elementos: un tirante superior de hormigón que termina en el pilar central, y el diafragma inferior que va disminuyendo de canto hasta terminar en el pie del mismo pilar central. El aligeramiento que se forma así tiene forma de pseudo-elipse, cortada en su eje vertical por el pilar donde se empotran los tirantes.

La fuerte flexión que se produce en el voladizo es el problema resistente más importante de este puente; por ello es el que se ha estudiado más a fondo, porque estructuralmente es el único elemento singular del conjunto.



Se ha estudiado mediante elementos finitos, porque dada su forma es el método más adecuado para su análisis. En este modelo se han dimensionado las armaduras activas y pasivas necesarias y se han analizado las deformaciones del conjunto, que son despreciables respecto de la deformabilidad de la losa. La gran cantidad de armadura activa que requiere la pila nos ha llevado a utilizar unidades muy potentes, de 31 cables de 0,6".

También se han estudiado las posibles deformaciones diferidas por fluencia que tendrá la ménsula, porque en voladizos de gran longitud con cargas fuertes este fenómeno puede llegar a ser muy importante. Se ha comprobado que estas deformaciones tampoco son significativas respecto de la rigidez del tablero que es a quien le pueden afectar.

## 2.4.- Farolas

Aunque la iluminación es una obra a parte, incluida en las complementarias, en este caso las farolas forman parte del conjunto formal del puente, y por ello las consideramos parte de él.

Los pilares verticales que soportan los tirantes de hormigón se rematan con unas farolas de 15 metros de altura que permiten iluminar ambos tableros del puente desde ellas. Estas farolas están resueltas con tubos y chapas metálicas.

Las farolas tienen en la cabeza unos aros metálicos que sirven de soporte para las luminarias. Dada la posición de las farolas y su forma, la posición y reposición de luminarias debe hacerse mediante grúa desde el tablero, como se hace en todas las farolas de este tipo que tienen luminarias fijas.

Estas farolas sirven de remate de los pilares, completando en alzado la fisonomía global del puente.



## 3.- CONSTRUCCIÓN

El puente se construyó sobre cimbra avanzando del cuarto de la luz de un vano al cuarto de la luz del siguiente, empalmando las unidades de pretensado en las juntas.

La única singularidad del proceso era la necesidad de construir los dos tableros a la vez por equilibrio de cargas en las pilas, y tesar los tableros y la pila simultáneamente para que los tres entraran en carga a la vez. Para ello, el orden de tesado se iniciaba con una primera fase de tesado de la pila, se seguía con el tesado del tablero y posteriormente se completaba el tesado de la pila una vez que se construía el vano siguiente.

El puente se terminó en Junio de 1998.