

III CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

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



Realizaciones



NUEVO PUENTE SOBRE EL RIO ANOIA ENTRE IGUALADA Y SANTA MARGARIDA DE MONTBUI

Manuel **REVENTÓS ROVIRA**¹, Albert **MAS SOLER**¹

¹ Ingeniero de Caminos, Ingeniería Reventós, S.L.

RESUMEN

La iniciativa de construir un puente sobre el río Anoia entre Santa Margarida de Montbui (10.000 Hab.) e Igualada (30.000 Hab.) surge a partir de la propuesta de ambos ayuntamientos al constatar la insuficiencia de sus comunicaciones. Con los núcleos urbanos separados por el Anoia su conexión era posible sólo por dos puntos: el puente de la B-213 (la carretera de Valls) y un pequeño puente capaz para un solo carril de circulación y en situación precaria ante avenidas.

El artículo, además de presentar técnicamente el puente, contiene unas reflexiones sobre su génesis que constituyen el cuerpo del mismo. Finalmente, se presenta en sociedad un nuevo puente, a construir en 2005, situado aguas arriba y que forma un conjunto con el descrito en el presente artículo.

PALABRAS CLAVE

Robert Maillart, falso arco, pórtico doble, pilas inclinadas.

1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

Cuando se inicia el proceso de gestación de un puente se están resolviendo un conjunto de cuestiones tales como: ¿Por qué se hace? ¿Para quién? ¿Por qué se hace aquí o allí? ¿Por qué es como es?

Las dos primeras cuestiones sin ser triviales (particularmente para cualquiera que haya osado enfrentarse a algún obstáculo sin la ayuda inestimable de un buen puente) no nos detendremos en responderlas. Centrémonos en las dos preguntas finales que tienen miga y que son el “quid” de la cuestión.

¿Por qué el puente está donde está?

Para responder a esta pregunta debemos formularnos otra, ¿qué ejes territoriales asoman por aquí?

En el lado de Igualada: la carretera de Ódena y Prats de Rei, eje que cruza el polígono industrial y la Nacional II, mas propiamente las sucesivas nacionales dos o caminos reales, y que continua por la avenida Jaume Balmes y Antoni

Gaudí, la calle del Rec y la futura continuación hacia las curtidurías formando la ronda interna de Igualada, también la carretera de Sta. Coloma de Queralt y la calle del Espelt (eje del barrio de Fátima).

En Montbui: la situación es más cruda, la calle de la Mercé (recientemente completada) es el eje oeste de Sant Maure y en el futuro la ronda sur de Igualada que la Generalitat tendrá que atacar algún día y evidentemente, la carretera de Valls (el eje básico de Santa Margarida), la comunicación hacia en sur y Tarragona.

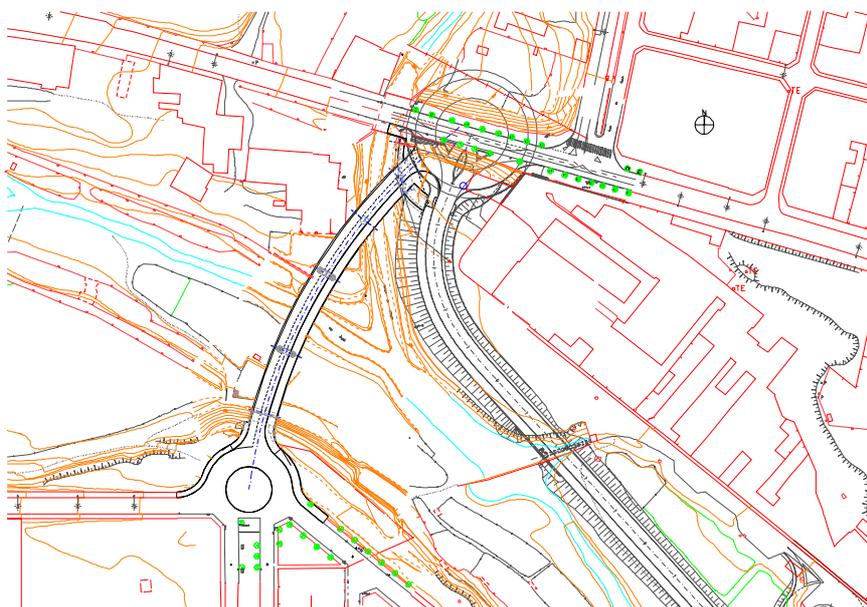


Figura 1: Planta del puente. Abajo, rotonda lado Montbui y arriba futura rotonda lado Igualada y calle del Rec

El nudo fundamental de este entramado viario es la rotonda al norte del puente. Visto así, el puente es la continuación de la calle de la Mercé hacia dicha rotonda. La rotonda Sur tendrá, momentáneamente, un servicio local de distribución en Montbuí.

Con esta configuración la calle de la Mercé será una alternativa para el tráfico que tiene origen i/o destino en los sectores a poniente del núcleo urbano. El resto de la población, y hasta que no mejore el extremo sur de la calle, seguirá usando el puente actual de la carretera de Valls (excelente pieza de ingeniería que entrará en valor e irá aumentándolo cuando se pueda observar

cotidianamente desde el nuevo puente). El punto de paso restante, la “palanca”, seguirá en uso.

Los otros ejes, los naturales, son la red hidráulica, el río Anoia y el torrente del Espelt. Son el obstáculo a superar y sus crecidas exigen al puente ojos generosos. Ya sabemos como se las gastan los ríos en este país.

1.1. Maillartiana. ¿Por qué el puente es como es? Primera parte

Un elemento que juega siempre en la construcción de un puente es la tradición. La tradición de las piezas construidas que han influido sobre uno mismo y que se entienden y asimilan en la obra que esta a punto de construirse. Es el referente personal y colectivo.

Cuando se aborda un puente con cierta singularidad se tiende a decir que se esta batiendo algún récord. En este puente seremos más modestos (no por ganas de serlo, la verdad, sino por que la falta de imaginación enfermiza del récord por el récord nos parece fuera de lugar). En ningún momento pretendemos, ni pretenderemos en el futuro (de momento), batir ninguna marca.

Entonces, ¿donde está la singularidad? Para contestar la pregunta, volvamos la vista atrás en el tiempo y fijémosla en los años 30 y en un conjunto de pioneros que llevaron la técnica y la expresividad de las construcciones de hormigón armado a su plenitud, época que hoy en día ya podemos considerar clásica. Citaremos a Carlos Fernández Casado y Eduardo Torroja en España, a Eugene Freyssinet (fundador, por cierto, de la empresa constructora del puente) en Francia, y un poco posteriores, a Pier Luigi Nervi y Ricardo Morandi en Italia. Los entendidos en la materia echarán en falta un nombre, lo hemos dejado para el final por la particular influencia que tiene en la composición formal del puente de Montbuí: el suizo Robert Maillart, que sin forzar nunca las soluciones técnicas ha conseguido emocionar a todo aquel que haya tenido el placer de poder contemplar sus obras.



Fotografía 2. Puente de Salgina-Tobel. 90 m de luz. Robert Maillart (1930).

La singularidad aquí, sobre el Anoia, se centra en los aspectos formales del puente, creemos haber encontrado una forma que sin buscar gratuitamente la espectacularidad ni forzar el gesto explica y se aplica bien “al sitio”. Siguiendo a Maillart, forma y técnica se insertan en el arte de construir, oficio tan viejo como el más viejo. Quede así constancia de nuestra deuda. Este puente es un pequeño homenaje al virtuoso interprete y compositor de la forma estructural. Sin él habría sido mucho más complicado llegar a la solución para resolver el puente.

Quedáis avisados: si alguna vez (yendo a o viniendo de) visitar a vuestro banco preferido del centro de Europa y (con el objeto de despistar a las autoridades monetarias del euro), dando un rodeo encontráis un puente con aires “familiares” al de Montbui casi seguro que estaréis ante alguna de las pequeñas joyas del maestro suizo. Curiosamente, Maillart no construyó grandes puentes (en tamaño), el puente de Salgina-Tobel, de 1930, probablemente su obra capital, tiene tan sólo (para los buscadores de récords) 90 m de luz, en un momento en que ya se había saltado más de un kilómetro. Entonces, deleitándoos la vista, sabréis por qué, utilizando técnicas y materiales diferentes (70 años no pasan en balde), la concepción del puente de Montbui es Maillartiana.

1.2. Dos por el precio de uno. ¿Por que el puente es como es? Segunda parte

Finalmente, hablaremos de la solución adoptada. Primero dejadnos enunciar un teorema:

Teorema:

El nuevo puente de Montbui tiene una cualidad que lo caracteriza: son dos puentes en uno (el 2x1 de los grandes almacenes).

Tal y como seguiría un matemático, demosremos la afirmación.

El nuevo ramal, debe cruzar el río Anoia y el torrente del Espelt, justo en la confluencia de ambos. El lugar, el punto de salto, es fuertemente asimétrico: los dos cursos de agua difieren notablemente, soluciones acertadas para uno no cuadran en el otro (y viceversa).

Lo que hemos presentado como Maillartiana, ejercicio cercano a la estética del amigo Robert, es la solución que aportamos para superar el río Anoia, los falsos arcos. En esencia, es una forma pausada y simétrica, con los puntales inclinados cortando las luces de la viga.

[Pequeño inciso y nota marginal de costes: la configuración de viga continua aporticada es estructuralmente eficaz. Este hecho provoca que parte de lo que cabría llamar “incremento económico estético” se evapore a favor por la eficacia de la forma.]

En el torrente del Espelt la situación es diferente, el tablero es esviado, contrastando con el Anoia, donde no lo es. Aquí río y puente no son perpendiculares, van cada cual a su aire. Una solución típica para los puentes de esta clase es disponer una pila única central en los apoyos intermedios, así el agua pasa sin obstáculos y la estructura se simplifica. El problema reside en evitar que el puente bascule lateralmente y vuelque hecho que obliga a recoger el tursor en los extremos.

Esta solución, válida en el Espelt, es la que se utiliza como continuación armónica de los cajones de los falsos arcos, válidos en el Anoia. Eureka!!, tenemos dos puentes en uno, tal y como queríamos demostrar.

De este hecho nace la fuerza del puente: la pila única y el encuentro entre ambos puentes pone en tensión al conjunto que hasta llegar a este punto estaba sereno y tranquilo. La tensión le infunde su carácter único, la singularidad.



Fotografía 3. Vista del nuevo puente

La clave del proyecto es reflejar en el puente los condicionantes del lugar, lo que a veces se ha dado en llamar “la magia del sitio” concepto central en la belleza de las construcciones. Nótese que en ningún momento de la exposición se ha requerido la teoría de la necesidad de realizar un objeto emblemático (tan extendida hoy en día y que permite justificar cualquier entelequia). En ningún momento ha sido necesario establecer un código secreto, un lenguaje de la obra basado en conceptos que no salgan del propio lugar o de las técnicas constructivas. Las dimensiones, materiales y formas con las que trabaja la ingeniería civil, bien articuladas, nos llevan directamente al emblema, al símbolo, a al menos así lo creemos los autores del artículo. Incluso nos atreveríamos a hacer una recomendación o guía contra trileros, malandrines y embaucadores: desconfiad de aquellos que conceptualizan en exceso sus construcciones o realizaciones: existen enormes posibilidades de que nos estén tomando el pelo. La respuesta a la pregunta: ¿por qué es así el puente? debe ser como un testamento: corta y clara.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

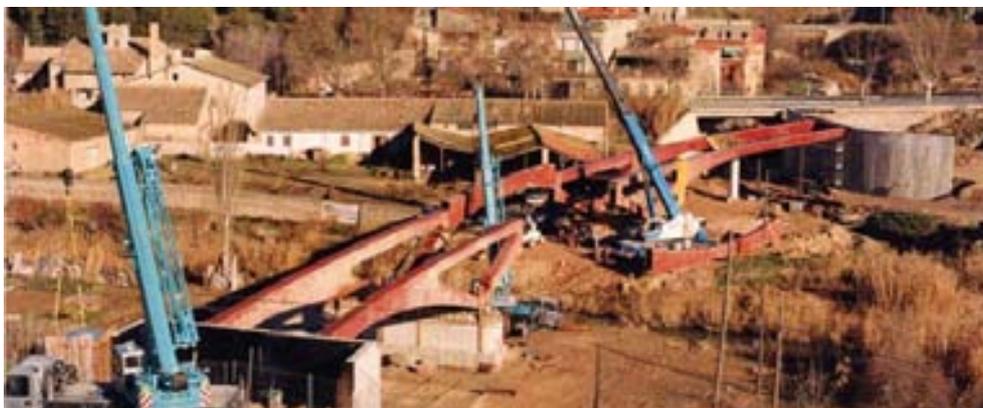
Los condicionantes de planta en los extremos aconsejaron definir el eje del puente como un círculo que simultáneamente fuera: aproximadamente la prolongación de la calle de la Merçé de Santa Margarida de Montbui y incidiera

en el lado Igualada según la bisectriz del ángulo formado entre la calle del Rec y la C-241. La solución de compromiso es un círculo de radio 250 m que es ortogonal al curso del río Anoia, no así al torrente del Espelt (con el que presenta esviaje). Las características fundamentales del puente son:

Longitud total: 125 m entre ejes de apoyo extremos (30 + 40 + 30 + 25 m). Ancho de 11.50 m, 4.00 (3.50 libres) m de acera + 7 m de calzada + 0.50 m de barrera.

Puente con tipología de pórtico doble (falsos-arcos) en los tres primeros tramos y de viga continua en el último, con secciones diversas: mixtas en el tablero y metálicas en los falsos-arcos (pilas inclinadas).

Sección del tablero en todos los tramos de 1.30 m de canto mínimo, formada por dos cajones metálicos unicelulares de 0.75 m de ancho, separados 5.00 m, y una losa de hormigón de 30 cm en la zona central (entre cajones) la cual evoluciona hasta los 20 cm de canto en los extremos de los voladizos. La losa del tablero se hormigonó mediante prelasas colaborantes de hormigón armado. Las prelasas se prefabricaron en la misma obra.



Fotografía 4. El puente durante el montaje metálico.

Sección de los falsos-arcos, las pilas inclinadas, en cajones metálicos dobles, separados también 5.00 m, de canto variable y ancho constante de 0.75 m. Se disponen traviesas metálicas entre los cajones en los apoyos extremos y en el apoyo único de la pila 3.

Las pilas 1 y 2 son masivas de hormigón “in situ”, de sección rectangular con tajamares circulares, que recogen los falsos-arcos, cimentadas directamente

sobre las margas de Igualada. La pila 3, en la zona del Torrente del Espelt, es de fuste circular único de 1.00 m de diámetro cimentada mediante zapata cuadrada en las margas. Los estribos son también de hormigón “in situ” con cimentación directa.

Las pilas 1 y 2 son masivas de hormigón “in situ”, de sección rectangular con tajamares circulares, que recogen los falsos-arcos, cimentadas directamente sobre las margas de Igualada. La pila 3, en la zona del Torrente del Espelt, es de fuste circular único de 1.00 m de diámetro cimentada mediante zapata cuadrada en las margas. Los estribos son también de hormigón “in situ” con cimentación directa.

Los acabados del puente son:

Pavimentos: 8 cm de mezcla bituminosa en caliente S-12 en capa de rodadura en la calzada y losas prefabricadas de hormigón de 60x40x7 cm en la acera.

Iluminación: 6 luminarias del tipo INDALUX 150-IHV/1u, situadas a 7.5 m de altura y separadas 20 metros entre si en la acera.

Imposta, barandilla, pretil y barrera: Las impostas son prefabricadas de hormigón. En la acera se dispone una barandilla peatonal en el extremo del voladizo y un pretil “quitamiedos” entre la acera y la calzada. En el otro extremo del puente se dispone una barrera antiimpacto. Los montantes de todos los elementos así como las impostas están moduladas en base al ancho de las prelosas.

Dirección de obra:	Manuel Reventós Rovira Albert Mas Soler
Constructora	Freyssinet S.L. Christian Pottiez Puyané Benoit Alleaume
Taller metálico:	Ascamon

5. APUNTE DE FUTURO

Aguas arriba del puente sobre el Anoia (pero sobre el torrente del Espelt) se encontrará en breve (construcción prevista para 2005) el puente sobre el torrente del Espelt.

El puente tiene una longitud total de 100 metros y 15 metros de ancho. Salta el barranco del torrente del Espelt, de unos 70 metros en ese punto, mediante dos arcos mixtos paralelos de 67 metros de luz.

Los 15 m de ancho se dividen (des del punto de vista viario) en 7 m de calzada (2 x 3.5 m) y 8 m de aceras (4 m a cada lado). Toda la superficie del puente (aceras incluidas) está al mismo nivel, separándose la calzada de las aceras mediante un murete de hormigón y un pretil metálico tubular.

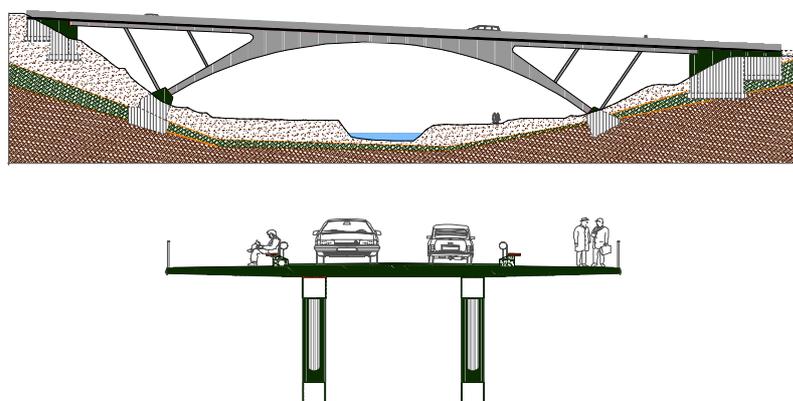


Figura 6. Puente del Torrente del Espelt (Igualeda).

Las barandillas del puente son metálicas y están formadas por un pasamano 80x20 mm macizo y montantes verticales de 60x5 mm y 1000 mm de altura separados 12 cm entre sí. La imposta es una chapa plegada de 3 mm de espesor anclada a la losa del puente.

La estructura portante del puente consta de dos arcos metálicos paralelos separados 5.26 m entre si; estos, junto a la losa superior de hormigón, constituyen una sección estructural mixta. Cada uno de los arcos está formado por un cajón de canto variable completándose el puente con dos tramos de acceso formados por cajones metálicos de 82 cm de canto que se apoyan en los estribos, en el arco y en dos montantes tubulares inclinados ($\phi 400 \times 12$ mm). El arco y los tramos de acceso se fusionan formando un solo elemento estructural en el centro de la luz. El montante tubular más cercano al estribo se apoya sobre el estribo del arco mientras que el más alejado se apoya sobre el propio arco. El ancho de los cajones y del arco es de 75 cm. Los arcos están empotrados en los estribos.

Transversalmente, la estructura consta de dos voladizos de 4.50 metros, dos cajones de 0.75 metros y un tramo central entre cajones de 4.50 metros. La superficie del tablero es una losa de hormigón HA-35 de espesor variable entre 20 cm en el extremo del voladizo y 44.5 cm en el centro del tablero. La losa, entre pórticos y en los voladizos, se encofra con 40 prelosas autoportantes nervadas de hormigón armado HA-45.

La cimentación del arco se ha resuelto mediante muertos-estribos de hormigón HA-35 de 8 metros de ancho y sección trapezoidal de 5 metros de base que se apoyan en el estrato resistente de margas grises.

El presupuesto de ejecución por contrata previsto (IVA incluido) asciende a 1.634.728,80 €. Para una superficie aproximada de puente de 1500 m² resultan 1.089,82 €/m² (181.331,-PTA/m²).

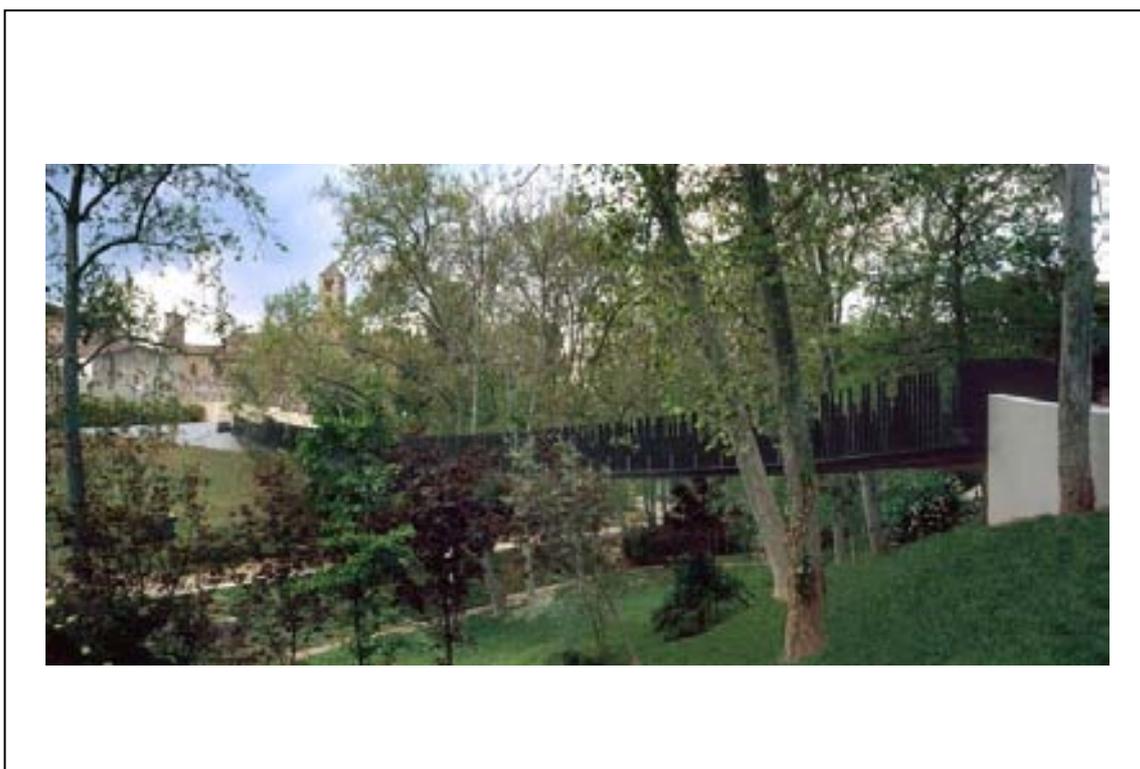
Los autores del artículo desearían que si el gran maestro Maillart pudiera pasar por aquí (o si nos ve desde dondequiera que esté para los creyentes) no se quedara con la boca abierta, pero si que al menos esbozara una sonrisa cómplice.

III CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

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



Realizaciones



PASARELA DE SANT PERE DE TERRASSA

Manuel **REVENTÓS ROVIRA**¹, Albert **MAS SOLER**¹

¹ Ingeniero de Caminos, Ingeniería Reventós, S.L.