

# LOS DOS PUENTES DE CALDES DE MONTBUI

Manuel REVENTÓS ROVIRA
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Gerente
Enginyeria Reventós, S.L.
mreventos@ereventos.com

Rosa MORA DÍAZ
Ingeniera Técnica de Obras Públicas
Jefe de Proyectos
Enginyeria Reventós, S.L.
rmora@ereventos.com

### PRIMERA APROXIMACIÓN AL PROBLEMA.

La experiencia que exponemos es una actuación de sutura urbana, la solución a un pequeño rincón de ciudad que no funcionaba, de magnitud menuda pero rica en elementos entrelazados e ilustrativa de la sociedad en la que vivimos, cada vez más compleja. Muestra también como procedemos y como pienso que hay que proceder en situaciones semejantes.

Nosotros entramos en el baile a través del programa que la Diputació de Barcelona pone al servicio de los municipios para el estudio de sus puentes. Hace 5 años.

Resumiendo mucho, la situación era la siguiente:

La zona de Les Cremades donde está el complejo deportivo-escolar de Caldes, al otro lado de la riera, estaba conectada al núcleo urbano solo por el puente Románico el cual había sufrido desde finales del siglo XIX un conjunto de añadidos que lo habían desfigurado (hemos documentado 3 actuaciones).

El viejo puente Románico estaba al límite: estructuralmente (era capaz de suportar las cargas habituales del tránsito hasta unas 40 T, pero de ningún modo las cargas normativas vigentes), por seguridad (sin barreras contra caída de vehículos) y ante todo estaba cerca del colapso funcional (era imposible que sobre el mismo se cruzasen siquiera un autocar y una sola persona); un trazado con tres garrotes de 90°, anchura mínima y tránsito de más de 3.000 vehículos/día hacían que los conflictos en hora punta fuesen serios.





Imagen 1. Estado del puente Románico. Vista desde aguas arriba.

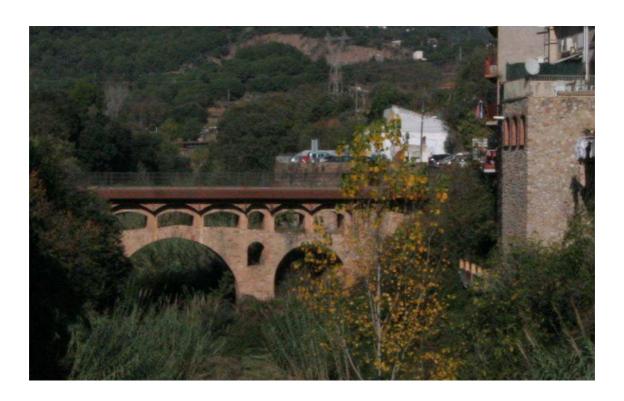


Imagen 2. Vista desde aguas abajo. Puente Románico. La imposta de corten es para disimular un colector de fecales. A la derecha paseo de la riera y muralla medieval (con vivienda encima).



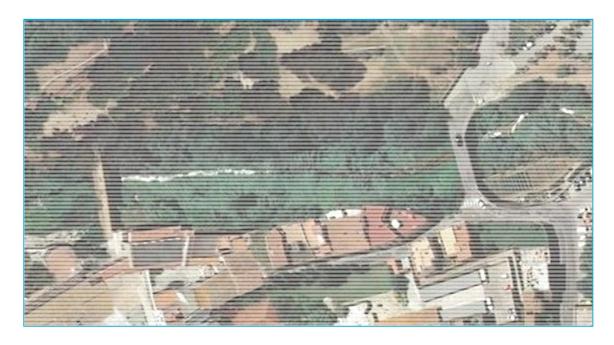


Imagen 3. Vista área previa del ámbito de actuación. De izquierda (sur) a derecha (norte): puente balneario y parque de can Rius, paseo de ribera (muralla medieval) y puente Románico.

La construcción de un nuevo puente era imprescindible y así se recogía en el Plan General. Además, en el Plan Especial de Protección del Patrimonio Arquitectónico del Centro Histórico se decía que "después de construir el nuevo puente se tenía que retornar el puente Románico a su aspecto original suprimiendo los añadidos".

Si ampliamos algo el foco observaremos que el espacio donde está el puente Románico y donde había de disponer el nuevo, el puente de Les Cremades, está en la cabecera de un circuito de importancia capital para Caldes: el de la riera, con elementos paisajísticos de primer orden (la zona de huertas aguas abajo del centro histórico ha recibido recientemente el Premio Urban Space 2.016), patrimoniales (zona del Molí de l'Esclop, murallas medievales de Pere III e iglesia de Santa Maria), lúdicos y ciudadanos (antiguo balneario y parque de can Rius, con puente incluido), naturales también, una riera exuberante. Caldas de Montbui vive en parte del su patrimonio histórico, cultural y natural (termas romanas y balnearios, museos Thermalia y Delger).





Imagen 4. El circuito de la riera en Caldes. De izquierda (sur) a derecha (norte): huertas, centro histórico. puentes y complejo deportivo-escolar.

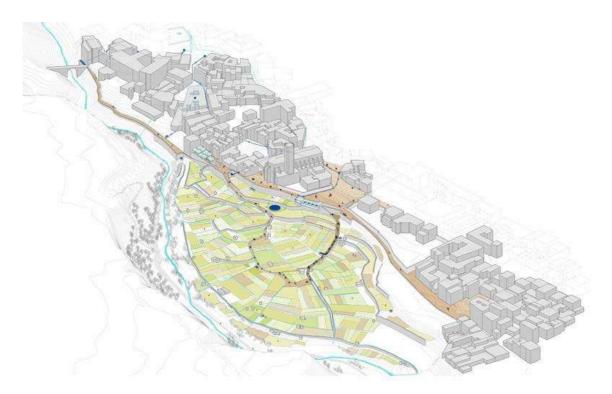


Imagen 5. El circuito de la riera en Caldes. Vista axonométrica parcial, de las huertas al puente de can Rius al que, por cierto, le falta el ojo pequeño por donde pasa el paseo de ribera.



Éste era el marco general. ¿Cómo tenía que ser el nuevo puente? ¿Cómo había que resolver el espacio entre los dos puentes? ¿Cómo afrontar rehabilitación del Románico? Con otros más prosaicos (como la renovación de la red de alcantarillas y similares) éstos eran los retos.

Éramos consciente de que teníamos una pequeña joya entre manos si acertábamos con la solución.

# - SEGUNDA APROXIMACIÓN (CON PEQUEÑO INCISO TEÓRICO)

Desde el punto de vista de la composición del espacio el problema de construir un puente al lado de uno preexistente es complicado siempre. Tienen tendencia a no "dialogar" bien.

Una de las reglas básicas de la composición estética es la de repetición. Si tiene que haber partes en un todo que estas sean iguales. Si construimos dos puentes a la vez lo normal es hacerlos iguales y paralelos, normalmente acertaremos y todos contentos.

Si el desfase es de más de 500 años por cuestiones presupuestarias y constructivas es imposible hacerlos iguales; ¿aserramos la piedra a mano? Además, como normalmente pasa en el problema del puente contiguo a otro anterior, los trazados no son paralelos y las rasantes no son concordantes ¡Aquí la diferencia de cotas es de 4 m!

En Caldas había más condicionantes añadidos:

En cualquier caso, el puente de Les Cremadas iba a ser notablemente mayor que el Románico: el doble en longitud, 7 veces más en superficie y del orden de 12 a 15 veces en volumen dominado.

El puente Románico, una vez rehabilitado, retomaría todo su valor patrimonial y paisajístico. Uno de los motores de la actuación era el paisaje.

## 3. TERCERA APROXIMACIÓN. ENMARQUEMOS MÁS LA SITUACIÓN.

Teníamos que transformar el espacio (que es la esencia del nuestro oficio) de manera que consiguiéramos los siguientes objetivos:

Un puente nuevo, el de Les Cremades, funcional para el tránsito que tenía que soportar.

Rehabilitar el puente Románico llevándolo a su estado "original".

Unificar el espacio comprendido entre los dos puentes integrando ambas estructuras

Conectar el puente Románico con el paseo de ribera y con los dos extremos del puente de Les Cremades.



Permitir que en el futuro se pudiese continuar el circuito de la riera aguas arriba, no disponer un obstáculo a su desarrollo.

#### Los problemas eran:

Que el nuevo puente de Les Cremades no se echase encima del Románico y se lo "comiera" por la diferencia de tamaño.

La diferencia de niveles de 4 m entre las superficies de los estribos de ambos puentes que había que conectar entre sí.

Los escasos 25 m a los que, como máximo, podíamos disponer el nuevo puente, eso en el lado de la villa, menos aún en la otra ribera.

La belleza, calidad constructiva (aunque heterodoxa – 5 fábricas diferentes en el tiempo – ¡cuanto más reciente peor!) y la esbeltez del puente Románico. El nuevo no podía desentonar.

La dificultad de acceso al fondo de la riera y sobre todo a la ribera derecha, muy empinada; había que huir de trabajar en estas zonas bajo pena de aumentar innecesariamente el presupuesto.

Ponerse el sombrero de constructor medieval, ¿siglo XV? ¿XVI?, para rehabilitar el puente Románico.



Imagen 6. Detalle de la fábrica de piedra, pavimento original y añadidos.

#### 4. ESTRETEGIAS PARA LA SOLUCIÓN

**PRINCIPAL.** Pensar/ interpretar el espacio como una unidad, con su entorno, no como un conjunto de piezas yuxtapuestas e inconexas. En el primer paso, en el proyecto del puente de Les Cremades se tenía que incorporar la solución global del conjunto.

Es importante remarcar que las grandes decisiones, la volumetría final y la organización del espacio se toman en el estadio inicial.



Alejar el máximo posible el puente de Les Cremades del Románico con dos efectos básicos: permite resolver una de las rampas con pendiente "razonable" (¡18% ¡) y minimiza la diferencia de dimensiones.

En la ribera derecha la rampa directa era imposible por pendiente excesiva y ha sido preciso hacerla girar sobre si misma; el resultado es que se acentúa la asimetría del espacio y se enriquece el conjunto, se hace más diverso.

Disponer el estribo del puente de Les Cremades del lado núcleo urbano **por delante** del muro existente. Facilita la construcción en un punto crítico de tránsito y abre el espacio para construir la rampa adosada al muro.

Resolver el puente de Les Cremades con una estructura, fácil de construir, tecnológicamente moderna, aporticada, esbelta y asimétrica; esto hace que:

- o Tengamos el presupuesto acotado a las posibilidades.
- Se respeta la asimetría del puente Románico y el de can Rius y sus distribuciones de luces. (Nótese que esta decisión tiene escondido el principio de igualdad compositiva del que hablaba antes)
- o Con la inclinación de la pila ponemos en tensión visual la nueva estructura y se hace más ligera.
- Aprovechamos la configuración del fondo de la riera, la terraza existente, y la configuración geológica con la roca aflorando en la ribera izquierda. (como el puente Románico, una vez más)
- o Minimizamos su volumen visual.

Adicionalmente se estudió la coloración de la pintura de las partes metálicas para que estuviera en la misma gama de colores que el puente Románico. La decisión se tomó en una votación en la que participaron políticos y técnicos en el balcón del Ayuntamiento.

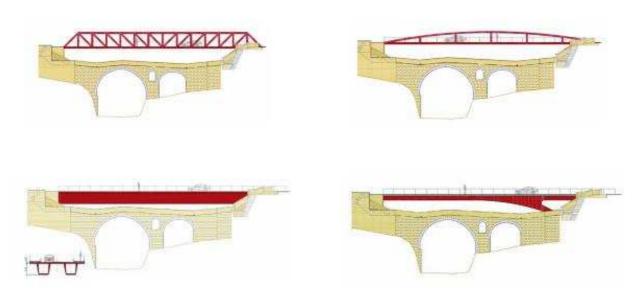


Imagen 7. Estudio de alternativas. Vista desde aguas abajo.



En el puente Románico, demoler los añadidos de los últimos 120 años sin afectar la fábrica original, particularmente el pavimento que se conservaba en buena parte, y rectificar su rasante hacia arriba en los extremos en aras de minimizar la diferencia de cotas.

En las nuevas fábricas utilizar piedras, morteros y aparejos parecidos a los existentes en el puente Románico y en los muros que lo acompañan. Se ha usado piedra arenisca vieja (reutilizada) dispuesta con hiladas en los paramentos del puente y en parte de los muros. Allí donde el aparejo era sin hiladas (el opus incertum romano), se ha mantenido este aparejo. (no deja de ser el mismo principio: repetición)

Utilizar piedra aserrada de buenas dimensiones, 80x40x20, como elemento de acabado superior de los pretiles en todas partes (y en las esquinas de los muros). El aserrado de la piedra es mecánico, actual, y el aparejo concordante con el del puente. Es el elemento que unifica toda la actuación con piedra. (¿os suena a algo?)

Tener calma. "Despacito y buena letra". Ajustarse a las posibilidades presupuestarias de cada momento y ser perseverantes. La última fase, que incluye la rehabilitación de parte de la muralla medieval de Pere III, es de este verano. El coste total ha sido de 1,4 M€ (IVA incluido).

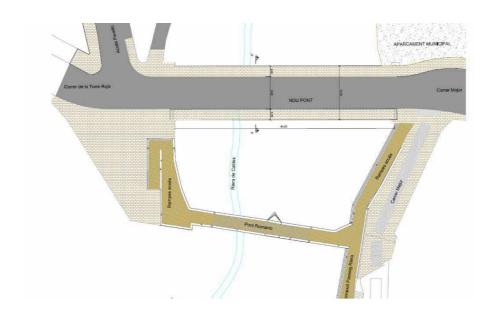


Imagen 8. Planta general final de los dos puentes. Estudio previo.



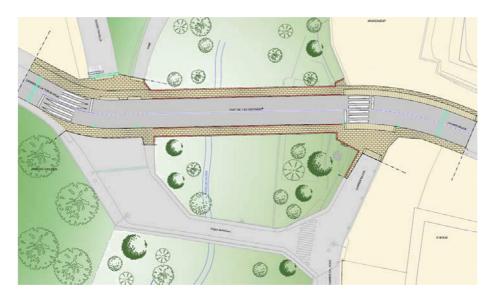


Imagen 9. Planta general. Puente de Les Cremades construido y Románico sin rehabilitar.

# 5. SOLUCIONES Y EJECUCIÓN

#### 5.1. PUENTE DE LES CREMADES.

A partir de los condicionantes y estrategias antes mencionados planteamos para el puente de Les Cremades una solución con tablero de sección mixta, luces asimétricas y pila inclinada.

La pila, que provoca un efecto de medio arco (guiño a los preexistentes), se articuló en su base para mejorar el aspecto visual y poder reducir sus dimensiones a medida que se acerca a su punto de apoyo. El tablero se empotró en el estribo situado en la zona de la terraza y se apoyó en el otro extremo. La configuración estructural final se ajustó a la geología de la zona, la roca afloraba en la terraza. En el lado de Les Cremades la roca se encuentra a 6 m de profundidad, el espacio es más limitado y se creaban más interferencias con el tráfico

El estribo de la terraza, tiene grandes dimensiones por dos razones, una, la altura a salvar: al situarnos fuera de la zona de tráfico, el desnivel existente entre la terraza y la cota de la calle Mayor es de 6,5 m y, segunda, al empotrar el tablero en el estribo y tener la pila inclinada, se generan tracciones horizontales las cuales se compensan parcialmente con el peso propio del estribo; el resto de tracciones son resistidas por un grupo de micropilotes anclado en la roca que aflora. Nótese que el estribo masivo se aprovecha estructuralmente para "agarrar" el puente por la cola.





Imagen 10. Vista del general del puente de Les Cremades.

El montaje de los dos pórticos-cajones metálicos fue curioso. Aunque, por espacio y accesos, se había proyectado un montaje metálico en tres fases para cada uno de ellos, el taller metálico y la constructora plantearon desde un inicio traer cada pórtico-cajón entero articulando la pila en su mitad por de altura máxima de transporte y realizando las soldaduras finales de esta zona en obra, cuando el elemento estuviera colocado en su sitio.



Imagen 11. Montaje de los pórticos metálicos. Se aprecia detalle de articulación en la pila para el transporte



El tablero se ejecutó mediante prelosas que se fabricaron con los laterales para encofrar el hormigón del tablero y de la acera; el acabado de los mismos resultó muy satisfactorio y decidimos prescindir de la imposta dejando el canto de hormigón visto.



Imagen 12. Vista en escorzo. Se aprecia detalle del buen acabado del lateral de las prelosas.

En esta fase se realizó el desvío de todos los servicios de compañías que discurrían por el puente Románico. Entre ellos, una estación de bombeo del alcantarillado de alta del Consorci del Besos, la canalización de la cual circula adosada a uno de los cajones del tablero. El puente soporta canalizaciones de gas, MT, agua potable, alcantarillado y telefonía.



Imagen 13. Vista inferior. Se aprecia detalle de la tubería a presión de aguas negras.



#### 5.2. REHABILITACIÓN DEL PUENTE ROMÁNICO Y MURALLAS MEDIEVALES.

La que denominamos ruta turística, el derribo de los añadidos del puente Románico y su rehabilitación, las conexiones de éste con el paseo de la riera y los estribos del puente de Les Cremades, la rehabilitación de la muralla medieval y la adecuación del paseo de la riera hasta la plaza del Molí de l'Esclop se ejecutaron en segunda y tercera fase. Entre la finalización del puente de Les Cremades y el inicio de la siguiente pasó aproximadamente un año.

Durante este lapso de tiempo, el Consorci del Besòs aprovechó para realizar la renovación de toda la red de alcantarillado de alta que discurre bajo del paseo de la riera, ambos aprovechan el trazado y la plataforma de una antigua acequia.

La configuración de todo este espacio fue problemática por dos situaciones diferentes: por un lado, la imposibilidad de encajar los nuevos accesos verificando la normativa de accesibilidad para personas con movilidad reducida y por el otro, la conexión de la plataforma original del puente Románico con el paseo de la riera.

Como ya se ha visto, el espacio del que se disponía era bastante reducido, el desnivel entre las diferentes plataformas era de 4 m aproximadamente, si aplicábamos la normativa de accesibilidad para personas de movilidad reducida la longitud der rampa necesaria al 6% era de 67 m, imposibles de encajar en ningún sitio. Por otro lado, las pendientes originales de la plataforma del puente Románico (9-10%) y el hecho de mantener el pavimento original era ya de "per se" un obstáculo a la accesibilidad, bien resuelta por otra parte por el nuevo puente.

Finalmente, se encajaron los dos accesos, uno a cada lado mediante lo que hemos denominado escali-rampis como sinónimo de "escaleras con huellas amplias en pendiente", un truco clásico que disimula y hace más cómodas las pendientes excesivas. En el lado de núcleo urbano se dispuso un nuevo muro adosado al existente, desde el estribo del puente de Les Cremades hasta el estribo del puente Románico. En el trasdós de este muro se encajó una parte de la remodelación de la red de alcantarillado del Consorci del Besòs, así como un aliviadero que se canalizo a través de la terraza hasta la riera. En el lado de Les Cremades, al tener menos espacio, era imposible disponer un tramo único y se solucionó con dos tramadas.







Imágenes 14 y 15. Acceso al puente Románico desde la ribera izquierda. Nótese los diferentes aparejos de piedra en función de su situación.

En la zona de las calles Major y del Pont, para sostener las mismas y evitar problemas con las edificaciones más próximas se ejecutó una pantalla de micropilotes con una línea de anclajes permanentes. Esta se forró con piedra y se dejaron unas piedras más hundidas a modo de recuerdo de la ubicación de los tirantes para futuros retesados.

La conexión al paseo de la riera con el puente Románico tampoco fue sencilla. En fase de proyecto, la espesa vegetación de la zona hizo imposible la obtención de un topográfico decente y se proyectó "a sentimiento" un muro encofrado a dos caras de buena altura, más de 9 m. Cuando se desbrozó la zona descubrimos que construir un muro a dos caras era si no imposible, si muy costoso. La solución final fue levantar un muro encofrado a una cara, hormigonado contra el terreno y la piedra en los 6 primeros metros y, en la parte superior,



un muro a dos caras, de 3 m de altura, por el trasdós del cual pasaba la red de alcantarillado del Consorci hasta conectar con la red existente en el paseo de la riera.



Imagen 16. Arranque del muro de conexión con el paseo de ribera encofrado a una cara

En cuanto a los acabados decir que la piedra ha sido el elemento predominante que nos ha ayudado a integrar las diferentes zonas que configuran el conjunto: puente Románico, muralla medieval, paseo de la riera, muros de hormigón armado y pantalla de micropilotes.

- Todos los paramentos verticales de los muros nuevos de hormigón se han forrado de piedra con la excepción de los estribos del puente nuevo.
- Los pretiles-barandillas del puente y próximos a él son de piedra, siguiendo la disposición de los del puente.
- En el paseo de la Riera, se optó por continuar con la barandilla existente en la zona en actuaciones anteriores a la nuestra para dar unidad de conjunto al paseo que empieza tras la Iglesia de Santa María y que sigue hasta el puente Románico.
- Se puso especial esmero en no afectar el pavimento original del puente Románico durante la demolición de los añadidos y, allí donde estaba dañado o desaparecido, aparejar el nuevo pavimento con la misma tipología que el viejo.
- Los pavimentos del paseo de la riera y los accesos al puente Románico se han realizado con piedra para dar continuidad a la actuación.







Imágenes 17 y 18. Paseo de la Riera y la Muralla Medieval. Escalera.



Imagen 19. Pavimento original del Puente Románico con los nuevos pretiles de piedra

El puente Románico no estaba datado; se realizaron ensayos de carbono 14 sobre morteros extraídos bajo el pavimento original con resultados contradictorios por la posible contaminación geológica previa de los áridos que componen el mortero de cal. Por contra, se obtuvo un resultado muy categórico a partir de dos fragmentos de una misma muestra; a mediados del siglo XVI, hacia 1.565 (con un error de ±75 años) alguien pastó un mortero de cal para sujetar una pieza del pavimento, podemos asegurar que en las fechas indicadas el puente ya existía.



Finalmente, como última parte de la actuación, se realizó la restauración de la muralla medieval con la asesoría de un técnico restaurador. Las actuaciones que llevamos a cabo, muy parecidas a las del puente Románico, fueron:

- Limpieza de vegetación y aplicación de un herbicida.
- Picado de las zonas que presentaban aplicaciones de morteros modernos.
- Rejuntado de zonas donde el mortero había desaparecido.
- Aportación de piedra en aquellas zonas donde faltaba.
- Unificación en tipología y forma de los bajantes de las edificaciones construidas encima de la muralla.



Imagen 20. Puente Románico rehabilitado y espacio entre puentes.



Imagen 21. Los dos puentes desde aguas abajo.





Imagen 22. Escali-rampi y puente de Les Cremades.