

Puente Infante D. Henrique

ANTONIO ADÃO DA FONSECA (*)

RESUMEN El proyecto vencedor del concurso recientemente realizado para la construcción de un nuevo puente sobre el río Duero, entre Fontainhas en Oporto y la Serra do Pilar en Vila Nova de Gaia, se presenta con una breve descripción de las razones más importantes que influyeron su concepción, a la vez que ofrece algunos de sus parámetros más significativos. También se expone el proceso constructivo presentado en la fase de concurso, a pesar de que actualmente está siendo revisado.

INFANTE D. HENRIQUE BRIDGE

ABSTRACT. *The winning project in the recently held invitation to tender for the construction of a new bridge over the River Duero, between Fontainhas in Oporto and the Serra do Pilar in Vila Nova de Gaia, is presented with a brief description of the most important reasons that influenced its design and offers some of its most significant parameters. The construction process presented in the bid phase is also explained, despite the fact that it is being revised at present.*

1. CONTEXTO DEL CONCURSO

La instalación de líneas de metro ligero en el tablero superior del puente Luiz I, suponía el desvío del tráfico rodado que lo utiliza actualmente, hacia un nuevo puente que sería construido con el tablero situado aproximadamente a la misma cota y a medio camino entre el puente Luiz I y el puente D. Maria. Se tomó entonces la decisión de convocar un concurso de concepción y construcción de un puente cuya calidad técnica y estética pudiese equipararse a los puentes existentes, todos ellos grandes obras de ingeniería y que son actualmente parte obligatoria del paisaje urbano que recientemente a visto consagrado su valor excepcional con la declaración del núcleo urbano adyacente como Patrimonio de la Humanidad. Reforzando todavía más la importancia de la obra a construir, se decidió bautizarla con el nombre de Infante D. Henrique, sin duda uno de los más ilustres hijos de la ciudad de Oporto y de Portugal.

Los lugares de anclaje del nuevo puente presentaban características muy particulares y bastante diferentes en ambas márgenes. En el lado de Oporto, el anclaje sería realizado sobre la Alameda de las Fontainhas. Este paseo, antes limite en el que comenzaba la ciudad, es hoy un vestigio de otros tiempos. Presenta un diseño urbano de características interesantes y una extensión arbolada de mucha edad, pero que se encuentra mutilada en sus formas y usos. Sus paseos, muros, escaleras y fuente no presentan ya formas contextuales delimitadas, encontrándose insertadas en un entorno asfaltado y afecto al sistema vial del automóvil. Sus plátanos centenarios han sido amputados, perdiendo la continuidad en la propia Alameda. En el lado de Gaia, el anclaje del nuevo puente se realizaría sobre una ladera agreste y escarpada donde existe un barrio de características habitacionales de origen semiclandestino, cuya relación con la estructura urbana nunca evolucionó por razones obvias de dificultad de inserción, además de

por la orientación solar menos favorable. A pesar de todo, la ladera presenta características de una belleza sin par y de excepcional remate a la Serra do Pilar, donde se encuentra en su cota alta uno de los ex-libris de la ciudad de Gaia, el antiguo convento, donde permanecen todavía una instalaciones militares. Felizmente, toda esta zona urbana ha sido objeto de un proyecto de realización reciente —Estudio del Frente Urbano de Ribeirinha entre los Puentes Luiz I y S. João, responsabilidad del arquitecto Adalberto Dias— que le devuelve la calidad que merece y que es de esperar que sea llevado a cabo.

La solución para esta nueva travesía tendría forzosamente que saber conciliar todos los aspectos anteriormente mencionados, sin a pesar de ello dejar de comportarse como “obra abierta” a las complejas condicionales que exige una obra de esta naturaleza. Es más, se está frente a una oportunidad única para que las ciudades de Gaia y Oporto mejoren su interconexión también mediante recursos peatonales, y para crear en las riberas frentes fuertemente arbolados que sirvan de apoyo al ocio y esparcimiento y de escenario al Patrimonio ya mencionado. El río Duero tiene que recuperar plenamente el papel de canal de comunicación entre poblaciones y de espacio de desarrollo de actividades económicas fundamentales para la vida de las ciudades de Oporto y de Gaia, entre las cuales hay que destacar el comercio de Vino de Oporto, adaptándose, como es natural, a las nuevas exigencias de turismo, ocio y medio ambiente.

En conclusión, el contexto de carga cultural y de representación formal y técnica en el presente histórico de los puentes de Oporto, no puede dejar de reforzar la determinación de encontrar un diseño de cuidadoso sentido estético y además de elevado nivel técnico, obviamente, sin perder de vista los aspectos inherentes a la funcionalidad y financiación de la obra.

2. CONCEPCIÓN DEL PUENTE

En Europa ha florecido una tendencia a concebir puentes repletos de medios de expresión innecesarios y decorativos, donde lo único que triunfa es la retórica de la ornamentación. Sin duda, la solución propuesta para el puente nace de un discurso técnico riguroso, despojado de toda pretensión

(*) Ingeniero Civil / AFA - Consultores de Ingeniería, Lda.
Profesor Catedrático / Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto

“estética” pero sin renunciar a que su resolución constituya una obra de total armonía y dignidad.

En un momento en el que los medios de cálculo y las tecnologías de construcción existentes en el mundo, permiten prácticamente todo, frente a la gran confusión de formas, tipologías e imágenes, el objetivo de la solución propuesta para el puente es evitar cualquier exceso formal, y alcanzar con su estructura la esencia, es decir, enfrentar la medida a lo desmedido y liberar de la confusión a lo simple.

“la simplicité n'est pas un but dans l'art, mais on arrive à la simplicité malgré soi en s'approchant du sens réel des choses”. Brancusi



Perspectiva del puente visto desde la margen izquierda.

Teniendo en cuenta el contexto y lo establecido en el Programa del Concurso, se constituyó el siguiente equipo concursante :

Jefe del Equipo de Proyecto :

Profesor Ingeniero José Antonio Fernández Ordoñez

Proyectistas :

Profesor Ingeniero Antonio Adão da Fonseca, liderando a los ingenieros de AFA - Consultores de Ingeniería, Lda.

Profesor Ingeniero Francisco Millanes Mato, liderando a los ingenieros de IDEAM, S.A.

Con la colaboración de los arquitectos Alexandre Burmester y Lorenzo Fernández Ordóñez y de la arquitecta paisajista Laura Costa.

Constructores :

EDIFER - Construcciones Pires Coelho & Fernandes, S.A.

NECSO - Entrecanales y Cubiertas, S.A.

Las características conceptuales mas notables del proyecto propuesto son las siguientes :

Un gran respeto al río y a los magníficos puentes históricos de Oporto, tanto a los antiguos como a los más recientes. Esto significa que el nuevo puente no intenta competir con ellos, pero si intenta ofrecer una nueva solución formalmente discreta y elegante aunque de gran pureza técnica y de vanguardia mundial en la actualidad, tanto por su concepto como por su ejecución.

Un gran respeto a la ciudad y a su particular perfil que se recorta en el cielo, evitando colocar elementos estructurales que se eleven sobre la rasante del puente.

El lugar donde se sitúa el puente en el espacio urbano tiene un carácter muy definido y de gran personalidad. Este puente tiene la intención de no entrar en conflicto con el perfil consolidado de la ciudad, evitando añadir nuevos elementos que lo alteren.

La solución que se presenta es muy simple y neutra para la ciudad, sin renunciar a una tecnología de vanguardia. Es una técnica que permanece discretamente en su lugar, sin aparecer aparatosamente y sin estar al servicio de una pretendida “nueva imagen” ni de un nuevo “adorno” urbano. Oporto no necesita más símbolos ornamentales, y menos todavía cuando son técnicamente innecesarios.

Un puente que sin apoyarse en el lecho del río Duero, sin apoyarse siquiera en sus márgenes, vuela como un pájaro de Gaia a Oporto, con una gran limpieza y sensibilidad, expresándose del modo más puro posible. Una estructura que vuela, casi musical, alejada tanto de lo convencional como de lo ornamental.

Un arco singular y muy esbelto, de gran luz, que se apoya de un modo natural y armonioso en las zonas altas rocosas de las laderas, proyectando un puente cuyo tablero tiene en el perfil del diseño una fuerza mayor que la del arco.

Más allá de su propia belleza, sin ningún tipo de ornamento, el puente será una novedad mundial y original en este tipo de estructuras. Es decir, será un puente del siglo XXI.

Un puente con un carácter geométrico muy peculiar, formado por grandes planos, tanto los arcos como los montantes, y por la gran viga del tablero de sección constante. La estructura es un conjunto de rectas y planos, no de elementos curvos, que finalmente corresponde mejor al antifunicular de los esfuerzos y facilita el proceso constructivo. Este aspecto levemente quebrado, además de ser más funcional, da al puente una personalidad muy especial.

No hay nada en este puente que se haya añadido decorativamente, no hay nada que no responda a las exigencias funcionales. Todo tiene un sentido al mismo tiempo estructural y funcional. Por eso tiene la virtud de la simplicidad, de la pureza estructural y de la regularidad geométrica.

Especial atención le fue dada también a la iluminación, a las barandillas y al separador central. Este último tendrá características propias de modo que permita una reubicación en vistas a una distribución diferente de los carriles de circulación.

Los parapetos tienen en su diseño el espíritu “minimalista” del puente, reduciéndose a sus formas simples y funcionales.

Integrado en estos parapetos, en la estructura de los bordillos y del separador central se situará la iluminación funcional colocada a cota baja, permitiendo la iluminación de los trayectos. Sin añadir formas verticales innecesarias (postes) y sin interferir en la visibilidad nocturna que proporcionará su travesía.

La iluminación de carácter exclusivamente decorativo se resume a una iluminación bajo el arco, acentuando apenas su arranque junto a las escarpas y diluyéndose en sentido longitudinal. Sin embargo, como es natural, la iluminación superior tiene, en sí misma, un elevado valor decorativo.

El puente propuesto acentuará una imagen de levedad en la interconexión de las márgenes, asumiendo la simplicidad que el lugar le confiere y la humildad de forma que las márgenes solicitan.

“La Catedral se veía ya de lado. En el empedrado de la plaza, los pasos resonaban. Sólo el ruido de los motores conseguía atravesar tanto silencio. Las colinas de Gaia están llenas de luces filtradas a través de una neblina rala, que jamás se extingue. No existe ninguna ciudad, así, que súbitamente no se vuelva secreta. En el río, junto al muelle, se distinguían dos o tres barcos de carga, en medio del parpadeo mercantil de los anuncios luminosos. En la negrura de los tejados, roto en las calles más próximas casi sólo por la blancura de las sábanas puestas a secar en las ventanas, rompen las agujas de las iglesias - lancinantes.”

“DOS CIUDADES”
Eugenio de Andrade
São Lazaro, 1967

3. SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

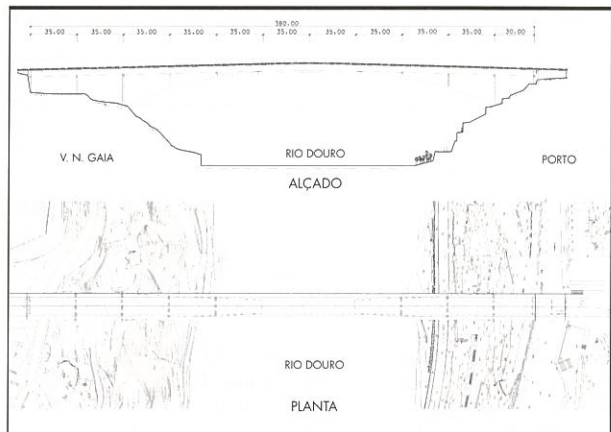
El puente está formado por dos elementos fundamentales en mutua interacción: una viga cajón, relativamente rígida, en hormigón armado pretensado de 4,50 metros de altura constante, apoyada sobre un arco flexible en hormigón armado con 1,50 metros de grosor. La luz entre los arranques del arco es de 280 metros y la flecha entre el cierre y los arranques es de 24,78 metros, en un relación superior a 11/1.

De este modo el comportamiento de la estructura se determina por la relación que se establece entre dos elementos de rigidez tan desigual en el conjunto arco-tablero. El puente se aleja de la concepción clásica de un arco en el que, trabajando básicamente con compresión, se libera de flexiones el tablero o se reducen las flexiones apenas a la distancia entre montantes. En este caso, la gran rigidez del tablero frente al arco, aliada a la fuerte depresión de éste, aproxima más el funcionamiento de la estructura al de un puente con el tablero rígido, en el que es la viga cajón la que vence completamente al vano por flexión, igual que un puente continuo convencional, pero funcionando el arco como un apoyo elástico.

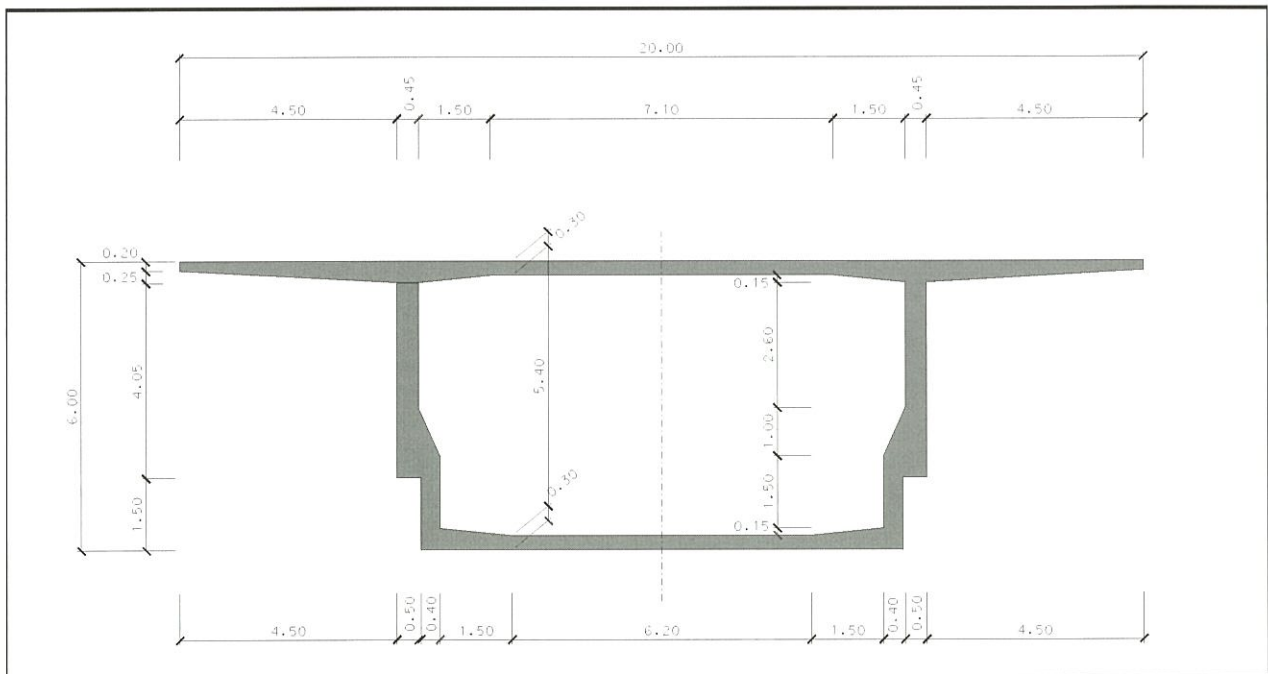
Esta tipología estructural, si bien penaliza, como es lógico, las necesidades de resistencia de la viga cajón, libera

completamente la estructura de los inconvenientes propios de los arcos clásicos, tales como sus sensibilidad con respecto a los asentamientos de los cimientos y a las deformaciones originadas por los efectos térmicos o reológicos, lo que permite, como se describe más adelante, la adopción de un proceso constructivo en el que el tablero funciona como estructura básica de soporte.

La tipología longitudinal del tablero está constituida por una viga cajón continua apoyada sobre el arco y solidaria con este en la zona de cierre. La viga cajón se apoya simplemente sobre los espolones, sobre el pilar de la margen izquierda y sobre todos los montantes, con excepción de los montantes situados sobre los arranques del arco, pues, debido a la flexibilidad que les confieren sus longitudes, pueden encastrarse rígidamente en el tablero. No obstante, esta viga continua debe entenderse como funcionando apoyada sobre apoyos muy elásticos, constituidos por los montantes apoyados sobre el arco flexible mencionado, con un comportamiento a veces próximo al de una bi-voladiza, especialmente en casos hipotéticos de sobrecargas asimétricas.



Perspectiva del puente durante el crepúsculo, vista del lado de nacimiento.



Corte transversal del puente a medio vano.

El dimensionamiento de la sección transversal es el siguiente :

- Tablero con sección transversal en cajón de 11 metros de longitud y 4,50 metros de altura, con consolas laterales de 4,50 metros de luz. El cajón es de tipo pretensado longitudinalmente.
- Arco con sección transversal rectangular, con rebajamientos circulares en los tramos de arranque e intermedios y macizo en el tramo superior.
- En la zona de cierre, el arco se encuentra práctica-

mente fundido con el tablero, definiendo una sección en cajón con 6 m de altura total.

¡Ahora solamente falta construirlo!

AGRADECIMIENTOS

Este texto contiene extractos de la Memoria Descriptiva presentada al concurso, habiendo colaborado en ella todos los miembros del equipo de proyecto.



Vista aérea de los puentes Luiz I, Infante D. Henrique, D. Maria y S. João.