

Ampliación del Nuevo Puente de Alcántara en Toledo

Widening of the new Alcántara bridge in Toledo

Ramón Alfonso Sánchez de León ^a, Francisco Sánchez de León. ^b

^a Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. ESTUDIO AIA. Director de Obra Civil. rsanchezdeleon@estudioaia.com

^b Arquitecto. ESTUDIO AIA. Director de Arquitectura. fsanchezdeleon@estudioaia.com

RESUMEN

En este artículo se hace un recorrido de la historia del Nuevo Puente de Alcántara en Toledo, ahora que se cumplen 100 años desde que apareciese la inquietud de construir un nuevo puente aguas abajo del puente de Alcántara de origen romano. Se expone la obra de su ampliación para permitir el uso conjunto de tráfico rodado y peatonal; siempre desde el respeto que merece la actuación en una ciudad patrimonio de la humanidad.

ABSTRACT

This article provides an overview of the history of the New Alcántara Bridge in Toledo, now that 100 years have passed since the concern arose to build a new bridge near of the Alcántara Bridge of Roman origin. The work of its widening is exposed to allow the joint use of road and pedestrian traffic; always with the respect that acting in a world heritage city deserves.

PALABRAS CLAVE: arco, piedra, roca, patrimonio, río Tajo.

KEYWORDS: arch, stone, rock, heritage, Tagus river.

1. Nuevo puente de Alcántara en Toledo. 100 años de Historia.

Se acaban de cumplir 100 años desde que en Agosto de 1924, nuestro compañero D. Luís Barcala Cervantes -que en aquel momento dirigía la Jefatura Provincial de Obras Públicas en Toledo- presentará en el Ayuntamiento de Toledo la necesidad de la construcción de un nuevo puente sobre el río Tajo que aliviara al ya cansado Puente de Alcántara.

El Puente de Alcántara, de origen romano, había sufrido numerosos deterioros y reparaciones a lo largo de su dilatada historia, acompañando a la ciudad de Toledo en sus numerosos conflictos bélicos. Baste decir, que en aquella época el arco derecho estaba apuntalado por riesgo inminente de ruina y aun así soportaba todo el tráfico de entrada a Toledo desde el este.

D. Luís Barcala, que por entonces ya había sido Director General de Obras Públicas y Diputado en Cortes por Albacete, solicitó al gobierno de la dictadura militar de Miguel Primo de Rivera la licitación de un concurso público de proyectos para la construcción del puente.

El gobierno de Primo de Rivera (1923-1930), cuya política territorial se caracterizó por un impulso a la construcción de carreteras debido a la pujanza del incipiente automóvil, convocó el concurso de ideas en abril de 1926, siendo el propio Barcala el redactor de las bases de la licitación.

La ciudad de Toledo: romana, capital del Reino Visigodo, freno de los almorávides y almohades, Ciudad Imperial y capital espiritual de la vieja Hispania, requería un puente singular, prueba de ello es que se descartaba un puente

tipo de la recién aprobada Colección de Arcos de Hormigón Armado (1923) de los profesores Zafra, Mendizabal y J. Eugenio Ribera.



Figura 1. Nuevo puente de Alcántara previo a la ampliación del tablero.

Las bases del concurso - que delimitaban claramente la competencia de la obra para los ingenieros de caminos, canales y puertos- generaron una enconada disputa entre los arquitectos y los ingenieros de caminos; con varios artículos en la Revista de Obras Públicas del Director de la Escuela de Caminos D. Vicente Machimbarrena, titulado “Ingenieros o Arquitectos”, artículos contestados por el arquitecto Torres Balbás en la revista de la Sociedad Central de Arquitectos.

Prueba de la temperatura que alcanzó esta polémica es el texto extraído de la Revista de Obras Públicas en 1925 del artículo de Machimbarrena: *“El constructor-ingeniero ha caminado a paso de gigante en esta época de perfeccionamiento técnico y de progreso intelectual, utilizando sabiamente cuantos medios y materiales pone la industria moderna a su disposición, y el arquitecto, divorciado de aquél, sigue dibujando a capricho con un repertorio de formas trasnochado, que engendra obras monstruosas, que a veces se pide a ingenieros y constructores que las calculen”*.

El concurso explicitaba que el nuevo puente debería estar aguas abajo del puente de Alcántara a una distancia no menor de 80 m y debía construirse en hormigón, material emergente que iba desplazando los puentes metálicos del XIX. Se presentaron hasta siete proyectos, todos ellos influidos por la polémica

arquitectos e ingenieros, claramente anacrónicos e influenciados por las corrientes eclécticas de la época, con una mezcla de estilos con predominio neomudéjar.

La Comisión de Evaluación declaró desierto el concurso en 1927, probablemente por la presión ejercida por los arquitectos y los artículos de prensa que se hacían eco con frecuencia de las disputas profesionales, que habían hecho mella en la ciudadanía. También y con toda probabilidad por lo inadecuado y costoso de las soluciones planteadas.

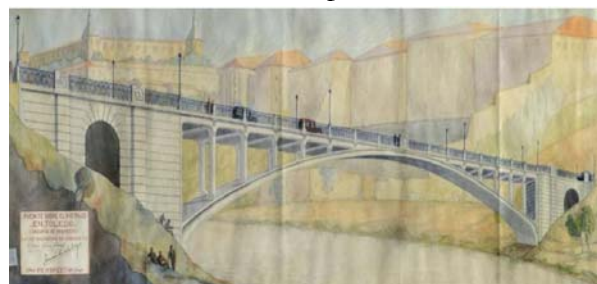


Figura 2. Propuesta presentada al concurso. Ingenieros Peña Boeuf y Tomás García-Diego.

La Comisión en su dictamen marcó nuevas pautas de actuación, que fueron asumidas por la Dirección General de Obras Públicas, proponiendo una obra acorde a su tiempo, sin artificios superfluos, realizado con hormigón en masa y paramentos de sillares. Además, la ubicación asignada al puente permitiría abrir dos caminos: uno que conectara con la estación de ferrocarril en dirección Ciudad Real y otro que circunvalara la ciudad hasta el puente de San Martín, origen de la actual Ronda del Valle.

El Ministerio de Fomento decidió finalmente obviar nuevos concursos de ideas y encargar con estas nuevas directrices el proyecto al ingeniero de caminos D. Rafael Enríquez Ramirez de Cárdenas – proyectista también del desaparecido puente sobre el arroyo de la Degollada en Toledo – acorde a las realizaciones de puentes de aquella época y libre de superficialidades. Se eligió un punto de cruce donde el río se estrecha considerablemente comenzando la hoz del Tajo.

En enero de 1929 se presentó al Ministro de Fomento – Conde de Guadalhorce- el

proyecto definitivo, comenzando las obras en octubre de ese mismo año. La dimisión del general Primo de Rivera en enero de 1930 paralizaría todas las obras en ejecución, siendo aprovechado por los sectores más críticos al puente para solicitar que se detuvieran las incipientes obras y se retomará la idea del arquitecto Torres Balbás de ejecutar el puente aguas arriba del puente viejo de Alcantara.

Curiosamente, esta idea se materializó en la década de los años 80 con la construcción del puente de Azarquiel. La construcción queda así ralentizada hasta la llegada de la República en 1931 donde se retoman los trabajos. Su construcción se prolongó durante cuatro años siendo inaugurado el día 20 de octubre de 1933, donde participó el autor del proyecto y el entonces ingeniero jefe de la provincia D. Luís Barber, ingeniero que da nombre a la actual Avenida de Barber en Toledo. El proyecto de liquidación de la obra se presentó en agosto de 1935, por un monto total de 600.000 pesetas.

Recién construido, sobre él sobrevolaron las bombas lanzadas desde la actual Academia Militar hasta el Alcázar sin afortunadamente ser dañado. Sufrió la avenida extraordinaria del Tajo del año 1947 que se llevó las protecciones de la cimentación, quedando la lámina de agua por encima de los riñones del arco. Ha sido testigo impertérrito de las crecientes cargas de tráfico, primero en la postguerra por el tránsito al Barrio de Santa Bárbara y la estación y posteriormente

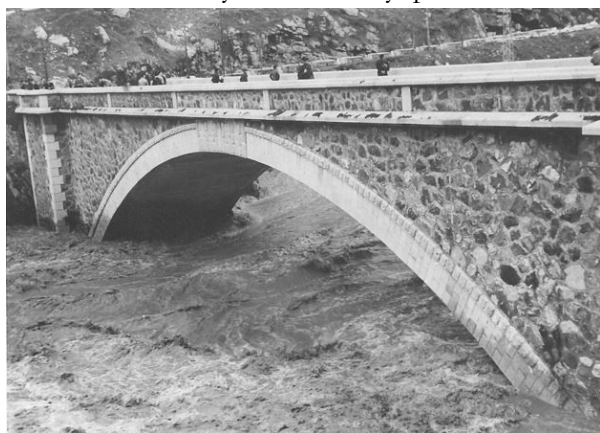


Figura 3. Riada del Tajo en 1947.

durante los años 60 con la creación del polígono industrial de Toledo. Con la apertura

del puente de Azarquiel, quedó relegado a un tráfico más ligero procedente de los municipios limítrofes al sur de la ciudad.

2. Descripción del puente.

El puente tiene una longitud total de 79 metros, incluido los muros laterales de acompañamiento en los estribos. Estructuralmente es un solo arco de directriz circular, esto es, un arco escarzano de 43,30 metros de luz que apoya en estribos sobre salmeres ligeramente sobresalientes. El arco está biempotrado en el macizo rocoso con un canto variable de 1.83 metros en los arranques hasta 1.23 metros en la clave. Es un arco bien proporcionado con una relación flecha/luz de 1/5. La plataforma de rodadura está a 15 metros del nivel medio de la superficie del río.

La anchura del puente entre pretilas de mampostería era de 7.00 m con una calzada de 5.50 m y dos aceras muy reducidas de 0.75 m a cada lado. Se crearon dos miradores laterales ensanchando la plataforma. Estos miradores separan el alzado del arco de los muros de acompañamiento de los estribos, enmarcando muy bien la estructura. Los miradores tienen además una función estructural al incrementar la carga vertical sobre los arranques del arco, verticalizando así el axil que discurre por la directriz al llegar a la cimentación.

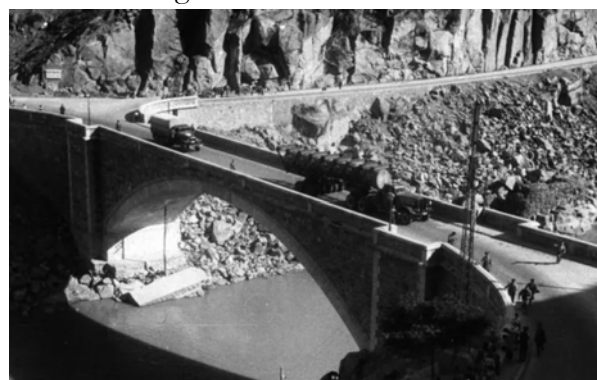


Figura 4. Fotografía en 1949. Obsérvese el daño en cimentaciones ocasionado por la riada de 1947.

El arco es de hormigón en masa, únicamente con algunas barras lisas en los arranques por miedo a fisuraciones de origen

térmico durante la construcción, según palabras del propio Rafael Enríquez. Sorprende que no se utilizará armadura en su construcción en un momento de auge del hormigón armado, probablemente por la carestía económica de la época.

Los tímpanos son de mampostería sensiblemente careada, sin concertar y con una llaga muy marcada con mortero, muy del gusto en aquellos momentos. Los bordes del arco de hormigón están rematados por una rosca de sillares de granito de excelente talla lisa sobre la que descansa una segunda rosca superior con sillares averrugados, en un claro guiño a la doble rosca existente en los puentes romanos de Alcántara, tanto en Cáceres como en Toledo. En la clave del arco se dispone un resalto de sillares rectangulares averrugados como elemento decorativo que rompe la doble rosca.

El hormigón del arco sólo puede verse en su intradós donde permanecen las marcas de las tablas que sirvieron para su encofrado. Los muros laterales y los pretiles del puente se ejecutaron con la misma mampostería que los tímpanos del arco, dando al conjunto una uniformidad constructiva.

En los borde de la calzada se dispusieron una losas de granito, a modo de moldura, que sobresalen ligeramente de los tímpanos, encima de las cuales se ejecutaron pretiles de mampostería como elementos de contención lateral del puente, rematados con unas albardillas de excelente sillería de granito perfectamente labrada a mano.

3. Proceso constructivo.

El puente se construyó sobre seis cimbras de madera paralelas transversalmente apoyadas sobre una cimentación provisional. Las cimbras eran unos perfiles rectangulares en abanicos que nacían en los arranques del arco de una pieza metálica y morían en la directriz de un arco de madera.

Los perfiles de madera estaban fuertemente arriostrados horizontalmente. Entre las cimbras paralelas se disponía un entablado que servía de intradós al arco de hormigón.



Figura 5. Cimbra de madera utilizada durante la construcción del arco de hormigón en masa.

El contratista optó así por una cimbra de madera clásica, en un momento que empezaban a utilizarse cimbras metálicas que quedaban luego embebidas dentro del arco de hormigón en los puentes de Eugenio Ribera y que popularizó posteriormente Eduardo Torroja en la construcción del viaducto de Martín Gil. El puente se descimbró utilizando cajas de arena.

Para las cimentaciones de hormigón en masa empotradas en el macizo rocoso, se realizaron perforaciones de hasta 20 m de profundidad inyectadas con lechada de cemento rigidizando así fuertemente los apoyos del arco, técnica muy habitual actualmente en la construcción de grandes arcos.

El relleno entre tímpanos se realizó con material granular enriquecido con cemento, lo que hoy podríamos llamar una grava-cemento, dando al material una fuerte cohesión que anulaba los empujes laterales sobre los muros laterales.

En octubre de 1933 se realizaron las pruebas de carga con apisonadoras y camiones cargados con sacas de arena hasta un total de 100 tns, curiosamente una carga muy parecida con la que se realizaría hoy en día con la normativa vigente.

4. Ampliación del puente.

A principios de 2022 el Ayuntamiento de Toledo adjudica por Concurso Público a ESTUDIO AIA, ARQUITECTOS E INGENIEROS ASOCIADOS la redacción del proyecto de ampliación del nuevo puente de Alcántara, dentro de la EDUSI de Toledo, cofinanciada en un 80% por fondos FEDER, dentro de las actuaciones previstas en el “Plan de Movilidad Urbana Sostenible y ejecución de actuaciones derivadas para la mejora de la interconexión y movilidad de la ciudad”

El puente tenía una anchura libre de 7,00 m, dedicado exclusivamente a tráfico rodado, con dos carriles de 3,50 m y ninguna zona para el paso peatonal y ciclista, por lo que los peatones tenían que cruzar invadiendo el espacio previsto para la circulación rodada, con el consiguiente peligro. El tránsito peatonal es muy elevado, ya que está dentro del itinerario de la vuelta al valle por la Ronda de Toledo y de la senda peatonal de ribera del Casco Histórico. El objetivo de la ampliación era resolver el paso peatonal a través del Nuevo Puente de Alcántara, dando así continuidad a los paseos y conexión a ambas márgenes del río Tajo.

La idea que inspira el proyecto es realizar una obra mínimamente invasiva con el puente original al tiempo que se resuelve el problema funcional de la ausencia de aceras.

La solución ejecutada consiste en la ampliación de la plataforma del puente hasta una anchura de 11,70 metros, generando en los laterales los pasos peatonales y dejando la sección del puente actual para tráfico rodado. La ampliación es simétrica y se materializa con prelosas de hormigón prefabricadas apoyadas sobre el puente existente.



Figura 6. Montaje de prelosas prefabricadas de hormigón con la anchura definitiva del puente.

Estas prelosas crean unos voladizos de 2,35 metros de anchura en ambos laterales por donde discurre el tránsito peatonal.

La secuencia de ejecución de la ampliación del puente fue la siguiente:

- Desmontaje de forma manual las albardillas de granito y los pretiles de mampostería, que fueron acopiados para su posterior reutilización.
- Limpieza de tímpanos y corrección de patologías detectadas: vegetación, fisuras, etc...
- Cosido con barras transversales de acero del mirador de la margen derecha del río.
- Ejecución de una losa de hormigón armado sobre el puente como losa de nivelación para un correcto apoyo de las prelosas.
- Colocación de 35 prelosas prefabricadas de hormigón armado de 11,80 m x 2,00 m. Inyectando posteriormente lechada entre las prelosas y losa de nivelación para un reparto uniforme de cargas.
- Hormigonado “in situ” sobre las prelosas con un hormigón ligero autocompactante de árido de arcilla expansiva conformando la ampliación del puente.
- Impermeabilización del tablero en toda su anchura.
- Restitución de los pretiles de mampostería y albardillas de granito a su posición original, separando con este muro el tráfico rodado de los peatones y manteniendo la imagen original del puente.



Figura 7. Hormigonado de la losa sobre prelosas con hormigón ligero autocompactante.

- Colocación de barandilla ejecutada con chapa deployé y acero lacado simulación corten.
- Pavimentación con adoquín de granito de la zona peatonal.
- Aglomerado con 5 cm de espesor y mezcla cerrada de la calzada.

Finalmente se realizó una iluminación rasante mediante tiras led lineales ocultas en

barandilla y pretilos, que confieren un aspecto muy agradable al viandante sin contaminación lumínica asociada.



Figura 8. Acera iluminada con tira led integrada en barandilla y pretilos de mampostería.

Con la iluminación se realza la estructura y se integra en la iluminación monumental de la ciudad de Toledo, evitando cualquier atisbo de contaminación lumínica.



Figura 9. Aspecto final del puente, manteniendo la estética del puente original.

5. Comprobaciones estructurales.

La actuación en un puente de estas características conlleva unos estudios estructurales específicos que permitan asegurar la capacidad portante de la estructura. La ampliación del tablero del puente supone un incremento de peso de 91,5 kN por metro lineal, lo que suponen 3940 kN de sobrepeso sobre el arco. El incremento de carga permanente del puente se acercaba al 15% de la existente.

Se realizaron inspecciones visuales de la estructura, verificando que no existiesen patologías que impidiesen la ampliación de la estructura. También se sacaron testigos para conocer la capacidad portante del hormigón del arco.

Se analizó el arco por elementos finitos, comprobando que este incremento de carga sólo generaba compresiones en todas la secciones del arco, siendo éstas muy reducidas variando de 0,1 a 0,53 Mpa. por lo que en realidad se estaba mejorando el comportamiento del arco al estar más comprimido para carga permanente y disminuir las zonas traccionadas.

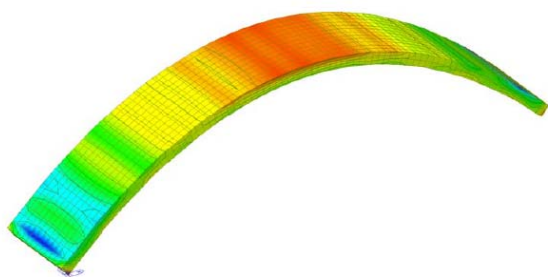


Figura 10. Modelo de elementos finitos del arco.

Hay que considerar que la directriz circular del arco no es el antifunicular de las nuevas cargas aplicadas (sería la parábola) de aquí las variaciones tensionales.

Durante todo el proceso de la ampliación del puente se fue observando el intradós del arco, según éste se iba cargando, ante la posible

aparición de fisuras o cualquier otra anomalía estructural que pudiese ser detectada y requiriese la adopción de medidas extraordinarias.

En este punto quiero poner en valor el mérito de los ingenieros de aquella época que no disponían de las herramientas de cálculo que hoy tenemos a nuestro alcance para verificar los estados tensionales del puente.

6. Actuación en las cimentaciones.

Es bien sabido que este tipo de arcos ofrece una gran resistencia siempre y cuando se garantice la indeformabilidad de las cimentaciones.

En este sentido, el puente está cimentado sobre la roca madre que conforma el peño toledano, siendo ésta de extraordinaria dureza, pero fragmentada en algunos puntos, como pudo comprobarse en la ejecución de los micropilotes.

Se realizó una inspección subacuática de las cimentaciones, concluyendo que en la margen izquierda del río existía una oquedad en el arranque de las cimentaciones que era preciso corregir.



Figura 11. Ejecución de viga perimetral de defensa de las cimentaciones de margen izquierda.

Para ello se realizó alrededor de la zapata del puente una pantalla de micropilotes bordeando la zapata y dentro del recinto creado por los micros se rellenó con hormigón

7. Algunas reflexiones humanísticas.

El realizar una actuación como ésta en una ciudad Patrimonio de la Humanidad es algo que impone considerablemente. Afortunadamente, la intervención no ha estado rodeada de la polémica arquitectos-ingenieros que se generó durante la construcción del puente, entre otras cosas porque se ha trabajado conjuntamente como equipo multidisciplinar.

Debemos descartar la idea del ingeniero con un perfil exclusivamente técnico y humanizar nuestras obras. Esta reflexión nos ha llevada a que en todos los puentes proyectados por nuestra oficina dejamos embebido en su interior una imagen de nuestro patrón Santo Domingo de la Calzada, buscando ese romanticismo un tanto impropio en nuestros días.

Como guiño a la historia de la ciudad de Toledo hemos incorporado una placa en acero corten que reza “*Ego Toletum hunc pontem feci*”, incluyendo en números romanos las fechas de inauguración del puente y de su ampliación.

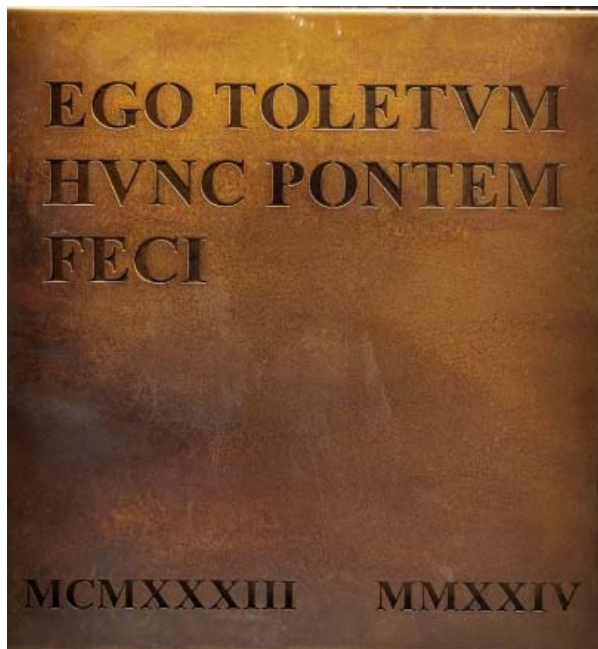


Figura 12. Placa conmemorativa de la construcción y posterior ampliación del puente.

Finalmente, y estando tan cerca del antiguo acueducto romano, en uno de los estribos se ha dispuesto una placa que recrea cómo podía ser el acueducto según la versión de

Rey Pastor con tres líneas de arcadas. Hay otras recreaciones posteriores (dos líneas de arcadas o acueducto-sifón), lamentablemente no podemos asegurar que ninguna de ellas refleje fielmente como era tal coloso que debió ser durante siglos asombro y orgullo de los toledanos.



Figura 13. Placa ilustrativa del antiguo acueducto de Toledo sobre el Tajo.

Agradecimientos

Agradecer a los técnicos municipales del Ayuntamiento de Toledo, a la arquitecta Dña Virginia Cavia y al ingeniero de caminos D. Víctor Cuellar por su apoyo y perseverancia para que el proyecto se convirtiera en realidad.

A la empresa ETYSER S.L por la calidad en la ejecución de la obra y su siempre buena disposición a solventar los problemas inherentes a la construcción, especialmente a Jesús López y al jefe de obra D. Javier Moreno.

Referencias

- [1] 1926.- Revista de Obras Públicas: número 2464. Concurso de proyectos de puentes sobre el río Tajo en Toledo.
- [2] Proyecto de Puente sobre el río Tajo en sustitución del de Alcántara y avenidas de enlace. Rafael Enríquez. Archivo Ministerio de Transportes y MS.
- [3] Rafael del Cerro Malagón. La obra del Puente Nuevo de Alcántara (1929-1933).