

Obras de hormigón armado para la carretera Baza-Huércal Overa (1925-1933). Diseño estructural y constructivo

Reinforced concrete works for the Baza-Huércal Overa road (Almería, Spain). 1925-1933.

Structural and constructive conception

Antonio Burgos Núñez

Civil engineer and Historian. Prof. Building Engineering School. Structural Mechanics Department. University of Granada, abn@ugr.es

RESUMEN

A principios de la década de 1930 se formó un notable conjunto de puentes para la carretera que une las localidades de Baza (provincia de Granada) a Huércal Overa (Almería).

Además de ser soluciones de Ingeniería racionales y muy meritorias, estas obras constituyeron una significativa aplicación de los principios estructurales de diseño con hormigón armado en los primeros tiempos de utilización de esta técnica constructiva en España. A partir del estudio in situ de los propios puentes y del análisis de la documentación técnica original, esta comunicación pretende describir la idoneidad de su diseño técnico y, recordando la necesidad de garantizar su pervivencia, poner de relieve su importancia para el patrimonio de la Ingeniería en el Sudeste de España.

ABSTRACT

In the 1930 decade a significative group of bridges was built for a road between the cities of Baza and Huércal Overa (Almería and Granada provinces, Spain).

They were created with engineering rational approaches, very interesting for being an early application of the new reinforced concrete construction method.

Its singular design is reviewed from the in situ recognition of the bridges and from the study of its remained original technical documentation. We hope this paper contributes to its recognition as some great works of Engineering Heritage in the Southeast Spain.

PALABRAS CLAVE: hormigón armado, puentes, diseño estructural, construcción, patrimonio

KEYWORDS: reinforced concrete, bridges, structural conception, construction, heritage

1. Construcción de la carretera de Baza a Huércal Overa (Almería).

A mediados del siglo XIX, en el marco de la modernización general emprendida por el nuevo régimen liberal, la Administración decidió impulsar la construcción de una red nacional de carreteras.

Su materialización se verificaría mayormente en la segunda mitad del siglo, en paralelo con la

expansión del rutilante nuevo modo de transporte, el ferrocarril. En ambas infraestructuras, aunque con mayor espectacularidad en el caso de los caminos de hierro, se implementaron los grandes avances de la Ingeniería Civil decimonónica, cuyo más renombrado exponente fueron los puentes metálicos.

La configuración de la red de carreteras respondía a una planificación estatal básica, incluida en sendos

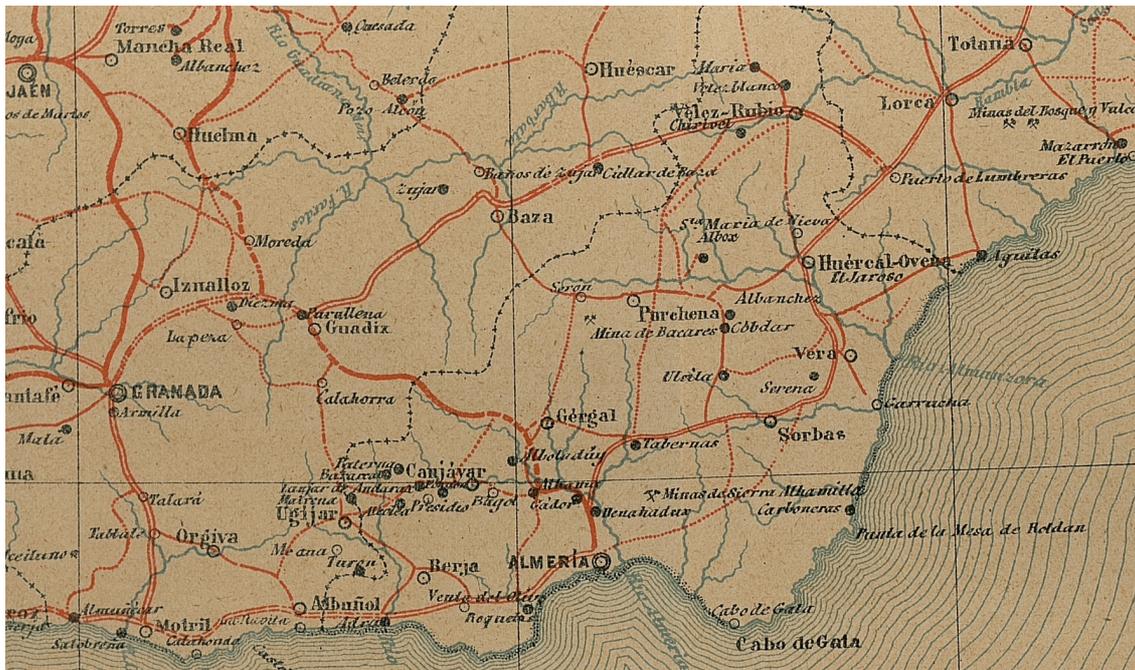


Figura 1. Situación de la red nacional de carreteras en el Sudeste de la Península en 1895. La carretera de 3er orden de Baza a Huércal-Overa figura ya prácticamente como construida [3]. Universidad de Granada. Biblioteca del Hospital Real.

planes de carreteras, aprobados en 1860[1] y 1877[2]. Ambos contemplaban una jerarquía entre los grandes ejes estatales o carreteras de primer orden, conexiones interprovinciales (carreteras de 2º orden) y ciertos itinerarios de ámbito provincial pero con interés general (carreteras de 3er orden).

Se puede afirmar que hacia 1900 el cuerpo principal de la red, casi todas las carreteras principales y gran parte de las de segundo orden, se encontraba construido y en funcionamiento. Pero no ocurría lo mismo con la red de tercer orden, cuyo despliegue se completaría definitivamente durante el primer tercio del siglo XX.

Eso fue lo que ocurrió con la carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa, importante itinerario que, junto con una línea de ferrocarril gestionada por una compañía británica, articulaba los productivos enclaves mineros del norte de la provincia de Almería. Discurría básicamente por el valle del río Almanzora, [figura 1].

La construcción de esta infraestructura se emprendió relativamente pronto, estando redactados los primeros proyectos en la década

de 1860. Se incluían en el trazado gran número de puentes y otras obras de fábrica, necesarias para salvar en diversos puntos el río Almanzora así como las numerosas ramblas que desembocan en él. La complejidad de la construcción de puentes en estos emplazamientos (cauces anchos, laderas de escasa pendiente y terreno poco competente desde el punto de vista geotécnico) complicaría notablemente su realización, resultando obligada la reiteración de proyectos reformados. En la mayoría de los casos, las situaciones problemáticas se resolvieron solventemente con extraordinarios puentes de fábrica, quedando con ellos la carretera terminada casi por completo para el cambio de siglo. Sin embargo, quedaron pendientes las obras de mayor entidad: un grupo de cuatro puentes sobre el río Almanzora, los cuales oficialmente se encontraban «en estudio» [3].

Esta situación se prolongaría durante casi tres décadas más, impidiendo que entrara en servicio con normalidad el tramo central de la carretera, el que discurría entre las localidades de Serón, Tíjola, Armuña y Purchena.

Cuando finalmente la Administración pudo

afrontar su construcción, la Ingeniería de puentes había experimentado un cambio sustancial. La aparición del hormigón armado, iba a modificar radicalmente el panorama. En la construcción de las nuevas carreteras, los ingenieros apostaron decididamente por la nueva técnica constructiva, a cuya consolidación contribuirían con vigor.

De ese modo, en dicho tramo de la carretera no sólo se construyeron con hormigón armado los cuatro puentes del Almanzora. El nuevo material también se emplearía, con profusión, en obras de fábrica menores y hasta otros puentes que se añadieron al trazado con posterioridad. Así se conformaría con una clara diferenciación constructiva con el resto de la carretera, caracterizada por las tradicionales fábricas decimonónicas de ladrillo y piedra.

2. La estandarización del diseño de puentes con hormigón armado en España en el primer cuarto del siglo XX.

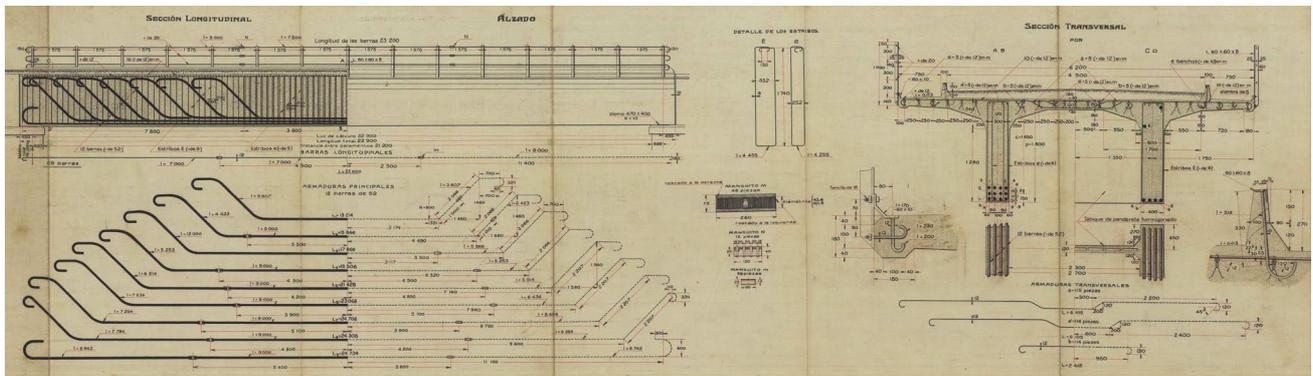
El hormigón armado se introdujo en España en torno a 1900. Tras unos comienzos en los que la nueva técnica fue monopolizada por compañías

foráneas, pronto sería ampliamente implementada por técnicos nacionales en numerosas obras de Arquitectura e Ingeniería Civil.

En particular, su aplicación en puentes fue uno de los vectores que con mayor intensidad contribuyeron a la consolidación de su diseño y ejecución. Es ya un lugar común referirse a la determinante contribución que hicieron para ello los dos grandes ingenieros civiles españoles: Juan Manuel de Zafra y José Eugenio Ribera.

Zafra, exponente del ingeniero científico que apoya sus creaciones sobre sólidos fundamentos racionales, proporcionaría el paradigma para los tramos rectos de luces reducidas: los puentes de sección transversal en π , desarrollados en sus trabajos en los ferrocarriles de las Minas de Cala y Suburbanos de Málaga [4] a partir de la fórmula primaria de tablero de losa sobre dos vigas de sección rectangular. Perfeccionado para la colección de «modelos de puentes de hormigón armado para carreteras» [5], su diseño devino en canon para los tramos rectos de luces reducidas y medias en España, hasta la generalización de las vigas prefabricadas de hormigón pretensado [figura 2].

Por su parte, Ribera, inspirado artífice y pionero de innumerables obras de hormigón armado, se



Antonio Burgos Núñez / VIII CONGRESO ACHE – SANTANDER 2020

Figura 2. Descripción del armado y características geométricas del Modelo creado por J.M. de Zafra para puentes de carretera con tramos rectos de 22 m de luz [5]. Archivo General del Ministerio de Fomento

afirmó como gran especialista de puentes en arco, que materializó en todas sus variedades [6]. Fruto de esta amplia experiencia fue llamado a colaborar para la formación de la colección de modelos oficiales, encargándose de los puentes arco. Su propuesta principal se apoyaba en dos

arcos gemelos empotrados, de 1 m de ancho, con tablero de losa apoyado sobre tabiques [figura 3]. Con este diseño se podían alcanzar hasta 50 m de luz [6].

En manos de los ingenieros encargados de la construcción de carreteras, los modelos de Zafra

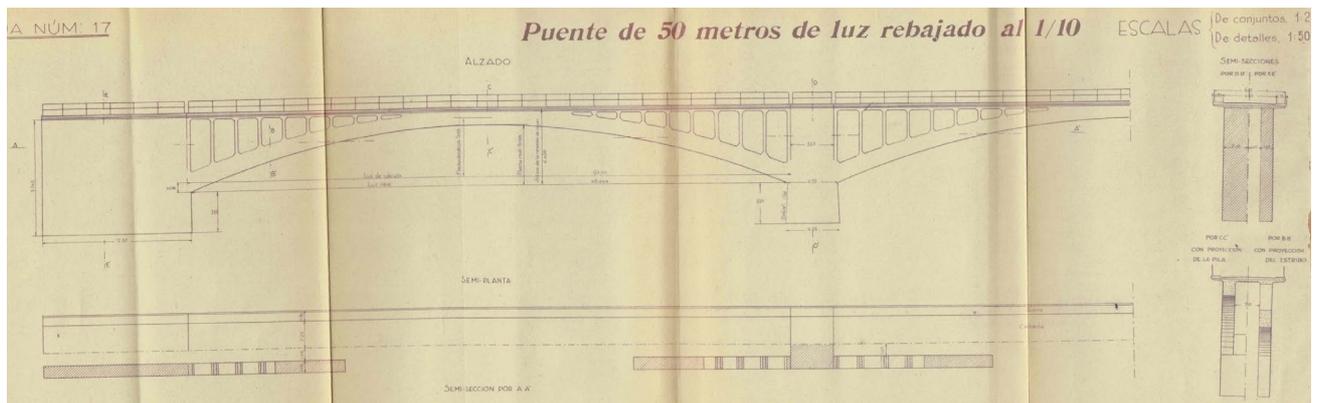


Figura 3. Configuración básica de los puentes arco de hormigón armado diseñados por J.E. Ribera para la colección de modelos de puentes de hormigón armado [6]. Universidad de Granada. Biblioteca Politécnica.

y Ribera resultaron ser una herramienta utilísima, contribuyendo a la largo tiempo esperada terminación de la red provincial y local. En concreto, fueron determinantes para la satisfactoria resolución de los cuatro puentes sobre el río Almanzora de la carretera de Baza a Huércal Overa, cuya larga paralización era eufemísticamente descrita indicando que «habían figurado gran número de años en el plan general del Estado» [7].

3. Puentes de tramos rectos.

Tres de los cuatro puentes de hormigón armado sobre el río Almanzora fueron resueltos con la tipología de tramos rectos isostáticos. El primero de ellos se situaba junto a la localidad de Serón. Su proyecto, que data de 1927 fue redactado por el ingeniero de Caminos Ángel Elul Navarro [8].

Siendo el condicionante principal de su diseño salvar los 22 m de anchura del cauce del río, el técnico estudió dos alternativas para el puente: un arco de la colección oficial o varios tramos rectos. Se decantó finalmente por esta última por economía de construcción y mayor sección de desagüe. Definitivamente, el puente quedó constituido por un tramo central de 22 m de luz y dos laterales de 11m, todos ellos proyectados según modelos de la colección oficial. Completaban la obra dos importantes muros de acompañamiento [figuras 4 y 5]. Quedó terminado en julio de 1929 [9].

Algunos kilómetros aguas abajo el río Almanzora presenta pronunciados meandros, teniendo que ser

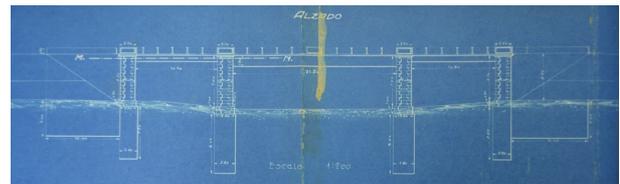


Figura 4. Alzado del puente nº 1 sobre el río Almanzora [8]. Archivo Histórico Provincial de Almería.



Figura 5. Puente nº 1 sobre el río Almanzora en la actualidad. Fotografía del autor.

atravesado por la carretera en dos puntos, cerca de la localidad de Armuña.

El proyecto original de la infraestructura, realizado por el ingeniero Rafael Levenfeld en 1873, contemplaba aquí la construcción de dos puentes de tramos rectos metálicos.

Este diseño estaba ya superado cuando, cincuenta años más tarde, se pudieron acometer las obras. No obstante, el ingeniero Francisco de Paula Abellán, responsable del proyecto

Antonio Burgos Núñez / VIII CONGRESO ACHE – SANTANDER 2020

de los planteamientos de Levenfeld [10].

Significativamente, tomó como propio el estudio

hidrológico del ingeniero decimonónico, clave para la determinación de la sección transversal de desagüe. De allí se derivó la decisión de utilizar tramos rectos de 20m de luz.

Abellán supo así mismo aprovechar la beneficiosa circunstancia de estar en construcción el puente nº1. De su ejecución dedujo, por ejemplo, conclusiones determinantes para la cimentación, que fue solventada mediante métodos directos.

Para racionalizar la ejecución, en los vanos principales se utilizarían los mismos tramos de 22 m de luz de la colección oficial [figura 2] ya

aplicados en el puente nº 1. Con tres de ellos quedaba garantizada la sección de desagüe en los dos casos. No obstante, en el puente nº 2 se acoplaron a cada lado sendos tramos secundarios de 14 m, con objeto de reducir la longitud de los muros de acompañamiento [figura 6].

Los tres puentes de tramos rectos incorporaban ya un diseño moderno de hormigón armado, resuelto con barras (lisas). En las vigas, la armadura de flexión se concentra en el centro del vano, abajo, correspondiendo a los

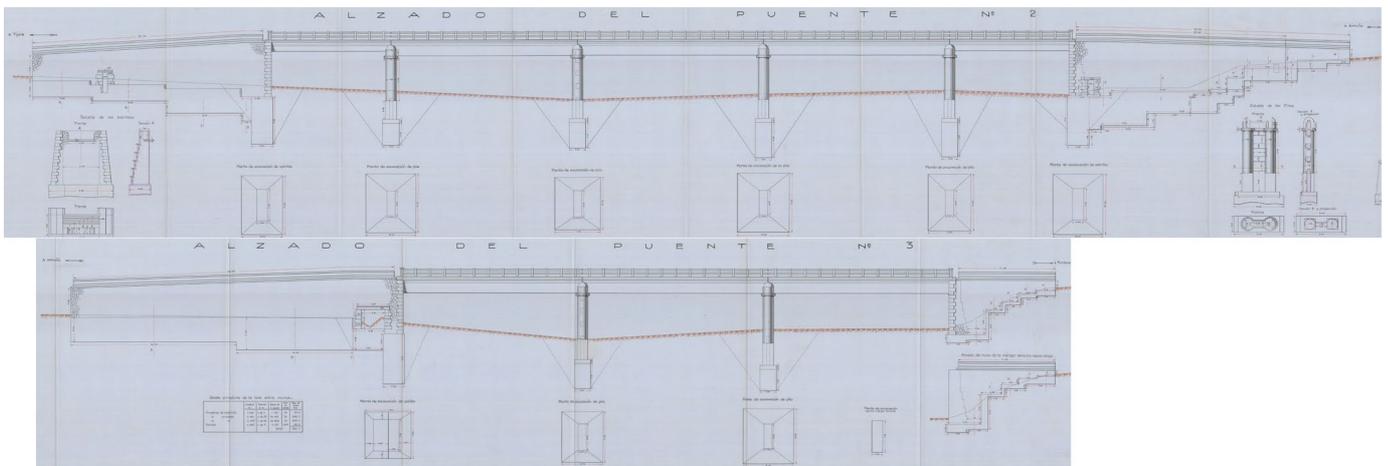


Figura 6. Puente número 2 sobre el río Almanzora [10]. Archivo General de la Administración.

momentos positivos generados en la configuración de tramos isostáticos. Con el característico diseño tradicional, estas barras están levantadas a 45° en los extremos, disposición que, junto con los cercos que se incorporan de modo uniforme, contribuye a resistir el cortante. La losa del tablero se arma transversalmente a negativos. Todas estas barras incorporan disposiciones de anclaje en gancho [figura 2]

En definitiva, los tres puentes responden racionalmente a planteamientos similares, mostrando como característica diferenciadora el diseño de las pilas. Mientras que en el puente nº1 el ingeniero Ángel Élul se decantó por robustas pilas-tabique de sección rectangular, su compañero Abellán prefirió disponer pilas

cilíndricas gemelas [figura 7].

La construcción de los puentes 2 y 3 se verificó, con sujeción al proyecto original y sin que se registraran incidencias durante su ejecución, en diciembre de 1931 [11].

Con los tres ejemplares del río Almanzora no terminaría la nómina de puentes de tramos rectos de hormigón armado de la colección oficial construidos en la carretera de Baza a Huércal Overa. Su afortunado diseño sería implementado después en el puente proyectado en 1931 por José López Rodríguez para la Rambla de Albox (tres vanos principales de 18 m de luz con dos laterales de 9 m) [12]

A ellos habría que añadir un conjunto de nueve



Figura 7. Puente números 1 y 2 sobre el río Almanzora. Detalles de las pilas. Fotografía del autor



Figura 8: Puente del Barranco del Agua. Tres tramos rectos isostáticos de 14m de luz (1931). F. Abellán y J.L. López Rodríguez, ingenieros. Fotografía del autor

puentes y pontones proyectados por el ingeniero F. Abellán en 1928. Todos ellos hechos con tramos rectos de la colección oficial con luces comprendidas entre 7 y 20 m [13] [figura 8].

4. El puente viaducto de Purchena.

Junto a los magníficos puentes de tramos

rectos, en el conjunto de obras de hormigón armado de la carretera de Baza a Huércal Overa, se inscribe un puente de gran singularidad que cruza el río Almanzora junto a la localidad de Purchena. Oficialmente denominado puente nº 4 sobre el río Almanzora, este viaducto está constituido por un gran arco de 50 m más seis tramos rectos de 14,50m de luz de la colección de modelos oficiales. Completan la obra sendos muros de acompañamiento de amplias dimensiones,

incluyendo los cuales la longitud total de la obra pasa de los 250 m [figura 9].

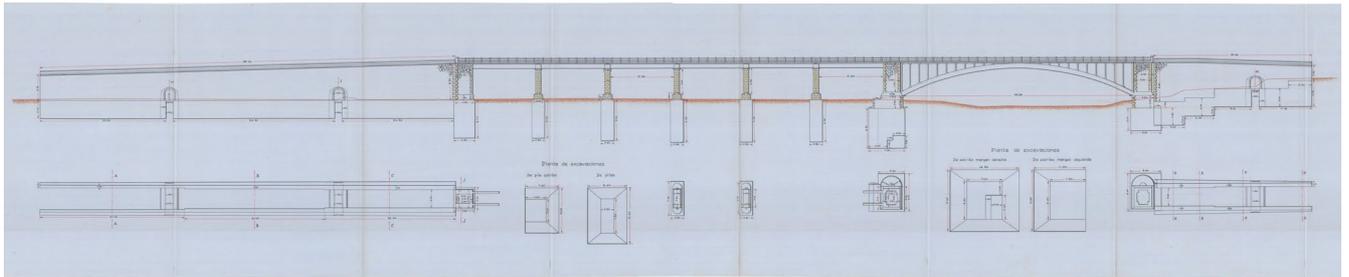
Fue proyectado por el ingeniero de caminos Ángel Elul en 1927, encargándose de su ejecución, que tuvo lugar entre mayo de 1928 y junio de 1930, su colega José López Rodríguez [14].

Los tramos rectos de este puente tienen la misma

configuración (apoyo isostático) que los del puente nº1, obra también de ambos ingenieros.

Su elemento diferenciador es el gran arco, un diseño original de Elul, aunque concebido teniendo en cuenta algunos de los principios de la colección de modelos oficiales de puentes en arco de hormigón armado [6].

Se asemeja en efecto al modelo de 50 m de luz rebajado al 1/10 [figura 3], pero en vez de por dos



arcos gemelos está constituido por una única bóveda de 4 m de anchura, con forma de arco parabólico de 50 m de luz y 6,30 m de flecha [7].

Este gran arco está empotrado en sus arranques, gracias a un voluminoso macizo de cimentación

Alz en la margen derecha y al potente muro de acompañamiento de la margen izquierda [figura 9].

Es importante destacar que tanto en la gran

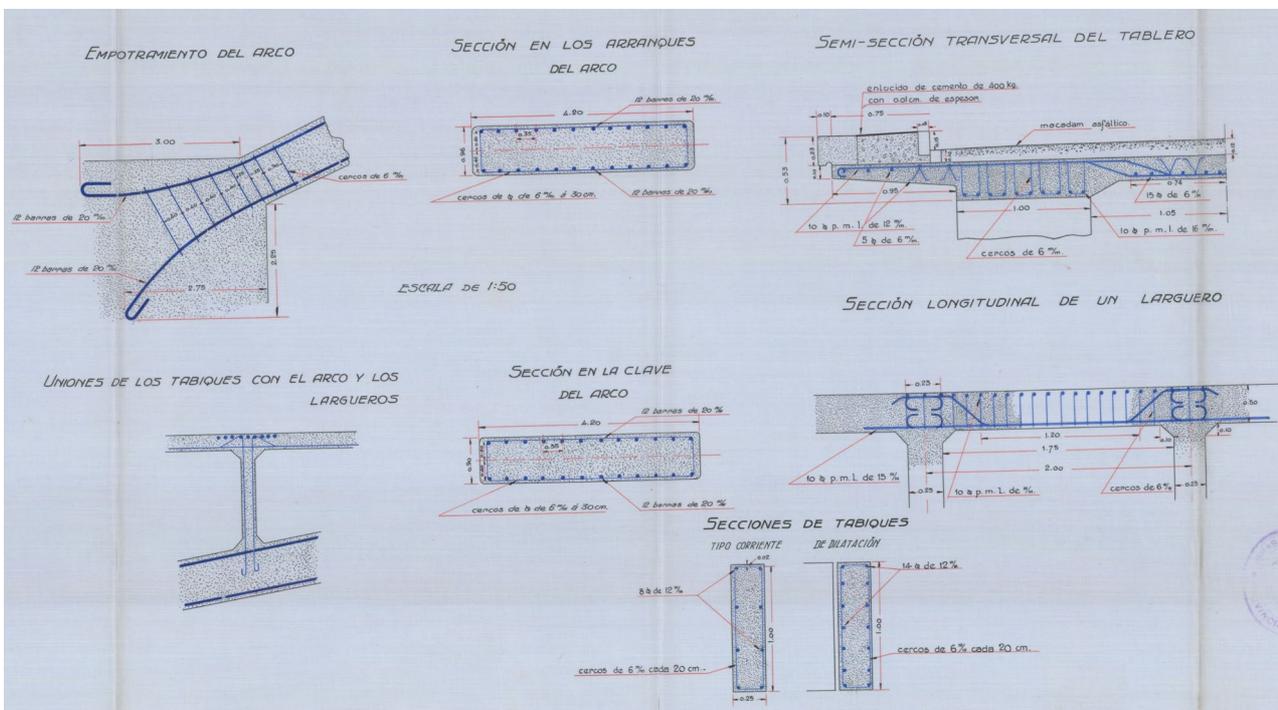


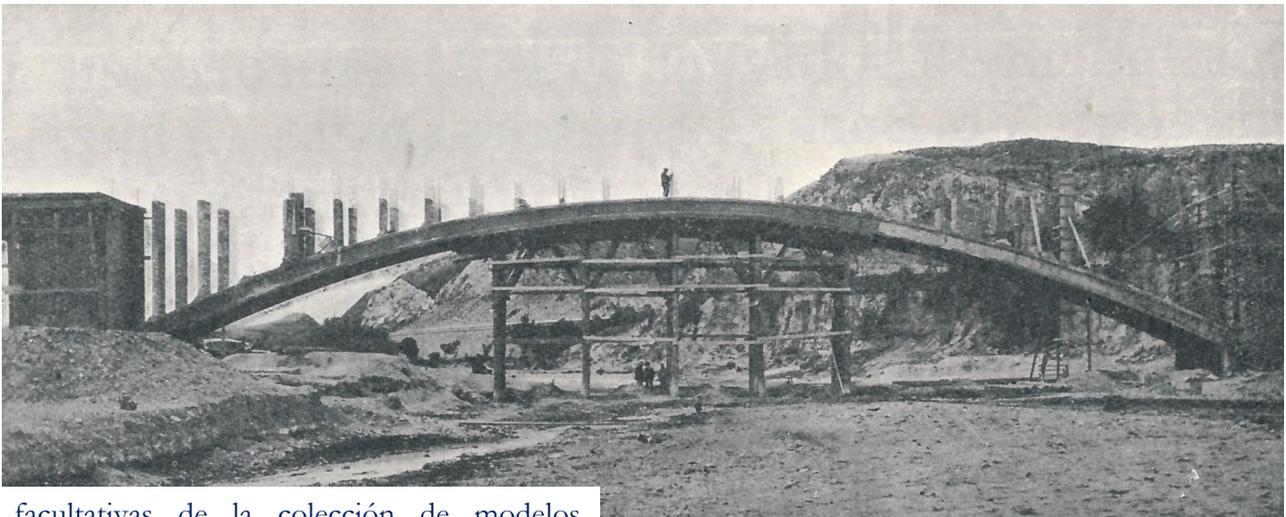
Figura 10: Detalles constructivos del armado del puente viaducto de Purchena. [14]. Archivo General de la Administración



Figura 11: Imagen del puente tomada antes de la reforma de 2008. Fotografía del autor

bóveda como en el resto de elementos de hormigón armado del puente se aplicaron disposiciones constructivas modernas. En particular, se utilizaron barras normalizadas de sección circular para el armado, en lugar de las armaduras rígidas preconizadas en la colección para los puentes de dimensiones similares [figura 10].

En cuanto a las propiedades mecánicas de los materiales, sus valores eran los consignados de modo general en el pliego de condiciones



facultativas de la colección de modelos oficiales [15]. Se prescribía allí la utilización de aceros con límite elástico no inferior a 2500kg/cm², valor que, según declaración del proyectista [7], quedaba muy por encima de las máximas cargas de trabajo de las armaduras del puente.

El tablero, superior, se forma con una losa de hormigón armado, que descansa en el arco mediante pares de tabiques transversales de sección rectangular [figura 11].

Pese a su complejidad, el puente se construyó en un periodo relativamente corto y en razonables condiciones de economía.

Ello se debió en buena parte a la afortunada circunstancia de encontrarse el lecho del río seco la mayor parte del tiempo, lo que permitió el empleo de una cimbra sencilla [6] [figura 12]

5. Situación actual.

El conjunto de las obras de hormigón armado de la carretera de Baza a Huércal Overa se conserva íntegro en la actualidad, si bien en muy diversas condiciones.

El puente nº 1 se encuentra en inmejorables condiciones. Sigue prestando servicio

satisfactoriamente, sin haber experimentado cambio ni reforma respecto a su configuración original. Habiendo sido desdoblada la carretera, el tramo donde se ubica ha quedado como vía secundaria del municipio de Serón, con tráfico tan reducido que no se plantea su remodelación. Hasta la fecha no ha sido objeto de ninguna intervención de reparación.

El resto de puentes de tramos rectos se localizan en la parte de la carretera no desdoblada. En nuestros días, es una infraestructura muy utilizada, el eje principal a través del cual se articulan las comunicaciones en el Valle del Almanzora. Tiene un alto volumen de tráfico, con significativa



Figura 14: Puente viaducto de Purchena sobre el río Almanzora en la actualidad. Fotografía del autor



Figura 13: Puente nº3 en la actualidad. Fotografía del autor

ordenación estructural que los construidos en la década de 1930.[figura 13].

En cuanto al puente viaducto de Purchena, también puede darse por muy buena su situación. Hace ya varias décadas que se construyó una variante para no tener que atravesar el núcleo urbano. Esta modificación convirtió el tramo de la antigua travesía de Purchena (en el que se incluye el puente) en otra de las vías urbanas de la mencionada localidad. Aún así, fue necesario reformarlo en 2008, porque su tablero no permitía el paso de dos vehículos a la vez. Las actuaciones fueron, en general, respetuosas con la naturaleza histórica y monumental del puente, consistiendo básicamente en la sustitución de los tableros antiguos por otros de mayor anchura. Así mismo, el arco original fue reforzado con inyecciones de mortero, consolidándose también sus estribos [16].

Referencias

- [1] Ministerio de Fomento: R.D. aprobando el plan general de carreteras de la Península e islas adyacentes. *Gaceta de Madrid*, año CXCIX , nº 255, 11 de septiembre de 1860.
- [2] Ministerio de Fomento: Ley aprobando el adjunto plan de carreteras del Estado, que sustituirá al de 6 de septiembre de 1864

- Gaceta de Madrid*, año CCXVI, nº 204, 23 de julio de 1877.
- [3] Ministerio de Fomento, Estadística de Obras Públicas en 1895 y 1896. Imprenta de los hijos de J.A. García, Madrid, 1898.
- [4] J.M. de Zafra, Puentes de hormigón armado, para Ferrocarril, Revista de Obras Públicas, 1833 (1910) 1-6.
- [5] J. M. de Zafra, Puentes de hormigón armado para carreteras, Madrid, 1921.
- [6] J.E. Ribera, Puentes de Fábrica y de Hormigón armado, Tomo IV, Sucesores de Rivadeneyra, Madrid 1932.
- [7] J. López Rodríguez, Dos puentes de hormigón armado en la carretera de Baza a Huércal Overa (Almería), Revista de Obras Públicas, 2540 (1930) 17-18.
- [8] A. Elul Navarro, Proyecto de terminación de carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa, puente nº1, Almería (1926). Archivo Histórico Provincial de Almería, 2071-1533.
- [9] J. López Rodríguez, Liquidación del puente de hormigón armado nº 1 en la carretera de Baza a Huércal Overa, Almería (1932). Archivo General de la Administración, 04-87-24-16066.
- [10] F. de P. Abellán Gómez, Proyecto de terminación de la carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa. Puentes números 2 y 3 sobre el Almanzora., Almería (1928). Archivo Histórico Provincial de Almería, 2073-1537.
- [11] J. López Rodríguez, Proyecto de carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa. Puentes números 2 y 3 sobre el Almanzora., liquidación. (1933). Archivo Histórico Provincial de Almería, 2061-1470.
- [12] J. López Rodríguez, Proyecto de terminación de la carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa. Puente sobre la Rambla de Albox (1931). Archivo Histórico Provincial de Almería, 2071-1528.
- [13] J. López Rodríguez, Proyecto de carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa. Obras de terminación, liquidación (1933). Archivo Histórico Provincial de Almería, 2064-1487.
- [14] J. López Rodríguez, Carretera de tercer orden de Baza a Huércal Overa. Puente nº 4 sobre el río Almanzora liquidación (1931). Archivo General de la Administración, 04-87-24-16065.
- [15] Dirección General de Obras Públicas. Modelos de puentes de hormigón armado para carreteras: memoria, condiciones facultativas y datos de la estructura metálica. Madrid, 1925.
- [16] Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Ensanche y mejora del puente sobre el río Almanzora en Purchena. Dossier de Prensa. Julio de 2008.