

# Los inicios del hormigón armado en España: Francisco Urcola y tres edificios singulares

*The first years of reinforced concrete in Spain: Francisco Urcola and three unusual buildings*

Fidel Carrasco-Andrés, Julio Carrasco-Andrés y Carmen Del-Castillo-Rodríguez  
Universidad Politécnica de Madrid (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8610>

## 1. EL ORIGEN DEL HORMIGÓN

Las primeras grandes civilizaciones del Oriente Próximo utilizaron el adobe con profusión, al ser el barro el material de construcción más abundante y económico, por no decir que en realidad era el único disponible. En Mesopotamia se construían los edificios de mayor importancia, como palacios y templos, utilizando el adobe desde el tercer milenio a.C. Posteriormente se extendería ampliamente el uso del ladrillo, como en el caso de los zigurats. Lo mismo sucedía en Egipto, donde el material fundamental era el adobe, quedando reservada la piedra para los templos, ya que de ese modo pretendían que su duración fuera eterna. [1]

Los romanos fueron los primeros en utilizar el hormigón propiamente como una piedra artificial. Son numerosos los ejemplos de edificios por todo el Imperio Romano, en los que se empleó el "opus caementicium": se trataba principalmente de construcciones destinadas a espectáculos, como teatros y anfiteatros. En estos casos el hormigón se empleaba como material estructural base, que se vertía como una masa fluida entre encofrados perdidos formados por otros materiales, como por ejemplo sillares de piedra. En ocasiones, se incluían refuerzos a base de hiladas de ladrillo, para colaborar en la traba de los diferentes materiales. En España podemos observar este tipo de construcción en numerosos edificios, como por ejemplo el Teatro Romano de Mérida, o el Anfiteatro de Itálica, en Sevilla, donde el paso del tiempo ha dejado a la vista el hormigón, que aparece detrás de los sillares de roca desprendidos. El hormigón fue revolucionario desde el inicio, ya que permitió dotar a estos edificios de sistemas estructurales de arcos

y bóvedas de mayor luz que los que podían resolverse con otros materiales contemporáneos. El máximo exponente fue el Panteón de Roma, con su bóveda de hormigón apoyada en su borde inferior sobre muros de fábrica de ladrillo, reforzada con arcos realizados también de ladrillo. "El Panteón de Agrippa, reconstruido totalmente en tiempo de Adriano, es la primera de las cúpulas del mundo antiguo. La inmensa cúpula de 43,50 metros de diámetro utiliza también elementos inmersos de ladrillo, pero es una construcción preponderantemente masiva donde se utilizan por anillos materiales diversos, que según se asciende son más ligeros" [2].

### 1.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRIMEROS HORMIGONES Y SU EVOLUCIÓN A LO LARGO DE LA HISTORIA

Desde la época de los romanos hasta el siglo XVIII se empleaba la puzzolana, a la que Vitruvio se refiere indicando que "mezclada con cal y piedra tosca, ofrece una gran solidez a los edificios e incluso en las construcciones que se hacen bajo el mar, pues se consolida bajo el agua" [3]. Los materiales conglomerantes más utilizados tradicionalmente fueron los yesos y las cales hidráulicas, no siendo hasta el siglo XVIII cuando aparecieron los cementos. "En 1824, Joseph Aspdin, un constructor de Leeds, en Inglaterra, daba el nombre de cemento portland y patentaba un material pulverulento que amasado con agua y con arena se endurecía formando un conglomerado de aspecto parecido a las calizas de la isla de Portland. Probablemente, el material patentado por Aspdin era una caliza hidráulica debido, entre otras cosas, a las bajas temperaturas empleadas en la cocción" [4]. Este tipo de cemento será el de uso más extendido en los inicios del siglo XX, cuando empezaron a dejar de emplearse los cementos naturales.

Además de los aglomerantes, a lo largo de la historia se emplearon numerosos componentes a modo de áridos, como

limos y arcillas, carbones, escorias de altos hornos o los residuos de combustión de calderas. Ya en la primera instrucción de hormigón española, el empleo de estos materiales estaba prohibido [5]. Esta limitación, en cambio no aparecía en las Instrucciones Reglamentarias para el empleo del cemento armado redactadas por el Laboratorio del Material de Ingenieros [6] que en su apartado A, que comprende los artículos 1º a 7º, trata los componentes del hormigón. La única salvedad en esta norma no obligatoria era "que la arena no se encontrara mezclada con tierra y materias orgánicas" salvo que se procediera a retirarlas con lavados de agua dulce. En cuanto a la grava, se indicaba que las condiciones físicas de este material tienen mayor influencia que su composición química, salvo que contuvieran sulfatos o sales de magnesio.

En lo que respecta al empleo del acero, el origen se encuentra en la protección de elementos de estructura metálica. La primera utilización del hormigón reforzado con acero, la encontramos en 1852, en la cubierta plana de la casa de François Coignet, formada por una losa de 30 cm de canto reforzada con viguetas de hierro de sección doble T, colocadas en la parte inferior de la losa [7].

Los orígenes del hormigón armado como un material nuevo, con entidad propia, compuesto por dos materiales principales como el hormigón y el acero, se basaron en el sistema de patentes. Posteriormente aparecerían los primeros tratados de cálculo estructural y las normativas para regular los distintos aspectos del proyecto y la ejecución. En lo que se refiere a las patentes de lo que hoy conocemos como hormigón armado, se consideran pioneras las de Joseph Monier ("Sistema de macetas y depósitos portátiles, en hierro y cemento, aplicables a la horticultura", 1867) y la de François Hennebique ("Sistema de forjados tubulares de hormigón reforzados con elementos de hierro", 1886).

La aportación de Monier, más rudimentaria, consistía en repartir hierros en las paredes de los elementos de hormigón, sin llegar a conseguir un modelo que tuviera relación con los esfuerzos a soportar, debido en parte a su escasa formación, ya que era jardinero. Por su parte, Hennebique extendió su patente a la construcción

de elementos como columnas, pilares y pilotes, llegando incluso a diseñar un sistema para conseguir la construcción completa de un edificio con hormigón armado. La técnica se fue depurando, consiguiéndose en las patentes sucesivas armados más racionales, coherentes con los esfuerzos a los que pudiera verse sometido cada elemento estructural.

En cuanto al acero, los primeros refuerzos se realizaban con acero dulce. En general se trataba de barras lisas, pero ya en 1910 se ven figuras de acero corrugado, en el libro "Construcciones de Hormigón Armado" de Juan Manuel de Zafra [8].

## 1.2. LOS PRIMEROS AÑOS DEL HORMIGÓN ARMADO EN ESPAÑA

Los inicios del hormigón armado en España se basan en sistemas de patentes, asunto abordado con detalle en trabajos específicos, como son los dedicados a la Alhóndiga de Bilbao [9] y la cubierta del Tercer depósito del Canal, en Madrid [10]. La primera patente publicada en España fue la del francés Joseph Monier, en 1884.

En cuanto a las construcciones, la primera en España fue el depósito de agua de Puigverd, obra de Francesc Macià, finalizada en 1893. Este ingeniero militar "entra en contacto con el hormigón armado, cuyo uso estaba entonces empezando a extenderse en los principales países europeos. Decidido a introducirlo en España, patenta primero un sistema similar y luego se hace con los derechos del sistema Monier, que explotará comercialmente en los años siguientes junto con los empresarios Batlle y Lecanda" [11].

Otra empresa destacada en el sector fue La Compañía de Hormigones de Sestao, surgida de la unión del industrial francés Eugenio Grimal y el ingeniero francés Joseph Blanc, introductor en España de la patente Poutre Dalle, caracterizada por el enlace entre forjados y vigas [12]. Las aplicaciones del sistema aparecen en un documento [13] en el que se incluyen algunas figuras que ilustran sobre el modo de construir elementos planos, en los que las armaduras de vigas y viguetas se elaboraban disponiendo una barra de acero en la zona comprimida de la sección y dos en la traccionada. Estas barras se unían con alambres colocados a modo de estribos o formando una celosía. Para otros casos, la aplicación debía adaptarse en base a la experiencia de los técnicos y constructores.

En los documentos de las patentes se establecían criterios para el armado de algunos elementos estructurales genéricos. Los casos concretos de cada obra debían resolverse por los ingenieros y arquitectos

en función de su propia experiencia y en base a las indicaciones facilitadas por los autores de las patentes, cuyos criterios solían reflejarse en documentos comerciales.

El uso del hormigón armado se extendió rápidamente, ya que por su sencillez de ejecución, hacía a estas estructuras muy competitivas con respecto a las de acero, en las que era necesario emplear gran cantidad de mano de obra y por consiguiente mayores plazos de tiempo. Además, el hormigón aportaba una mayor resistencia al fuego, factor determinante por sí mismo en determinados usos. Por supuesto, la implantación del nuevo sistema contaría con detractores desde el primer momento, como por ejemplo los constructores de estructuras metálicas, que veían peligrar su negocio.

## 2. EL ARQUITECTO URCOLA LAZCANOTEGUI

Francisco Urcola nació en San Sebastián en 1873, en la casa que su padre había construido poco antes en Hernani 15. Cursó sus estudios en la Escuela de Arquitectura de Madrid y obtuvo su título en 1899. No hacía mucho que su padre había muerto y su ausencia de San Sebastián durante sus estudios no le permitió enlazar completamente con la actividad constructora familiar, aunque no por eso el joven arquitecto dejó de contar con excelentes oportunidades. De hecho, cuando Luis Aladrén murió, en 1902, fue Francisco Urcola quien se ocupó de proseguir las obras de la Plaza de Toros del Chofre" [14]. Entre sus obras destacan dos edificios de gran importancia en la ciudad de San Sebastián, como son el Hotel María Cristina y el Teatro Victoria Eugenia. A pesar de su extensa y completa obra, la figura de Urcola apenas es conocida, incluso en los lugares en los que realizó sus principales trabajos.

### 2.1. LOS EDIFICIOS DE ESPECTÁCULOS EN LA OBRA DE URCOLA

Entre la numerosa obra de Urcola, desarrollada principalmente en San Sebastián, con un importante número de edificios de viviendas, destacan algunos de gran envergadura destinados a albergar espectáculos. Es el caso del ya mencionado Teatro Victoria Eugenia y las plazas de toros de Pamplona y Sevilla.

#### 2.1.1. El Teatro Victoria Eugenia

El Teatro Victoria Eugenia se construyó simultáneamente con el Hotel María Cristina, en el que en realidad Urcola solamente asumió la dirección de obra, siendo

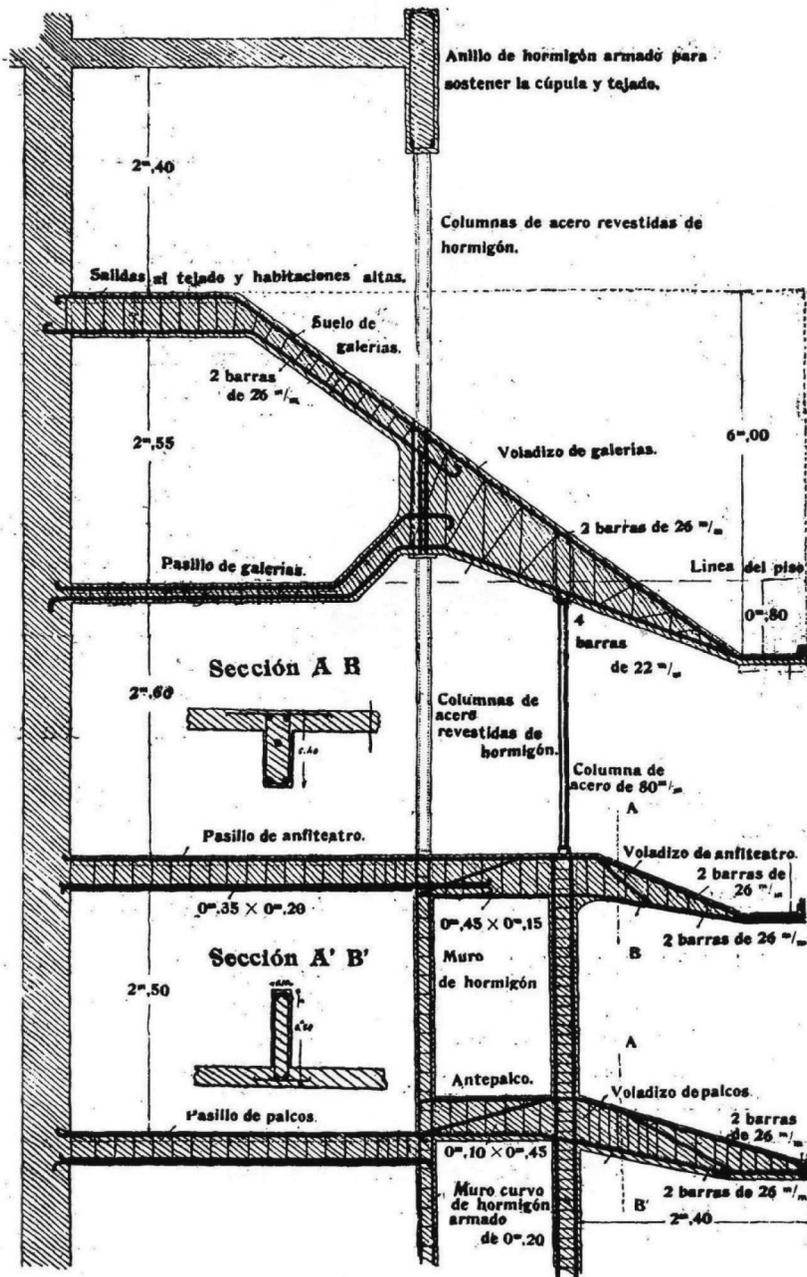
autor del proyecto el arquitecto Charles Mewes [15]. En la construcción del teatro Urcola contó con la colaboración de los ingenieros militares Luis Sierra y Antonio Liaño, quienes se encargaron de los cálculos estructurales. Se utilizó el hormigón armado tanto en la cimentación como en gran parte de la estructura principal. "Por exigencia del arquitecto director, la estructura tenía además un importante condicionamiento: las plateas, palcos, anfiteatro y galerías se debían construir volados para que ninguna columna de la sala pudiera estorbar a la vista" [16].

La estructura diseñada por Sierra y Liaño se componía de vigas y losas de sección variable, siendo los apoyos principales los muros exteriores y unos anillos de vigas de hormigón dispuestas sobre Columnas de acero, en algunos casos revestidas de hormigón, como se aprecia en la Fig.1. El diseño de los armados aparece definido en la sección estructural del teatro, donde se aprecia que el modo de distribuir las armaduras no es exactamente como el que empleamos actualmente, con barras de refuerzo para momentos negativos en la cara superior de las vigas y para los positivos en la cara inferior. El armado descrito en la sección del Teatro Victoria Eugenia se corresponde con el concepto de la época, con barras de hierro que discurren desde la cara superior a la inferior y viceversa. Este tipo de armado se corresponde con el definido en algunas de las patentes utilizadas con mayor profusión en España, como las de J. Monier y La Poutre Dalle. Esta disposición se hace más evidente en los voladizos de las dos plantas inferiores, correspondientes a los palcos y anfiteatros.

Observando la Fig. 1 con detenimiento, se detectan algunas disposiciones que hoy en día consideramos incorrectas, como el quiebro de las losas superior e inferior del pasillo de galerías, similar al que tienen las zancas de las escaleras, en las que habitualmente se pasan las barras de las caras superiores hasta las caras inferiores, donde se prolongan sus patillas. Además de los voladizos, estructuralmente destaca el arco del escenario, de 13,75 m de luz y 3 de flecha, soportado por un muro de ladrillo de 60 centímetros de espesor y 8 metros de altura.

En la Fig. 2 podemos ver un momento de la ejecución de la estructura del teatro, publicada en la revista Novedades en 1912. En la imagen se aprecia el hormigonado de una de las placas de la estructura, aparentemente la del nivel del voladizo de palcos, con puntales dispuestos en los voladizos.

En cuanto a la composición arquitectónica, el edificio cumple con los cánones



DETALLE DE LA ORGANIZACIÓN DE VOLADIZOS.

Fig. 1: Sección estructural del Teatro Victoria Eugenia, publicada en 2012 en la que destacan los armados de los grandes voladizos dispuestos en palcos, anfiteatros y galerías. Memorial de Ingenieros del Ejército. Año LXVII, nº12. Dos obras interesantes de hormigón armado. Madrid, diciembre de 1912. Archivo del Instituto de Historia y Cultura Militar. Madrid



Fig. 2: Fotografía de las obras de construcción del teatro Victoria Eugenia, publicada en la Revista Novedades en 1912. Colección de los autores

de la arquitectura neoclásica, habitual en la obra del arquitecto donostiarra. En las fachadas resalta la planta baja, rematada por una moldura a modo de cornisa. Sobre este nivel se disponen columnas a modo de órdenes gigantes, que recorren las plantas primera y segunda, sobre las puertas de arcos de medio punto existentes en planta baja. El conjunto se remata superiormente con otras dos cornisas longitudinales, que enmarcan ventanas de menor dimensión que en las plantas inferiores y motivos ornamentales. Además, las fachadas laterales se dotan cada una de un torreón de composición similar a los que el arquitecto dispondría posteriormente en las puertas grandes de las plazas de toros de Sevilla y Pamplona. La sutileza de las proporciones en los edificios de Francisco Urcola, dotaba a los mismos de un aire neoclásico que aporta una seña de identidad a sus creaciones arquitectónicas.

### 2.1.2. Plaza de toros Monumental de Sevilla

La construcción de la Plaza de Toros Monumental de Sevilla se inició en 1916, siendo inaugurada en 1918. Se mantuvo en servicio durante las temporadas de 1918, 1919 y 1920. Las vicisitudes sobre las pruebas de carga efectuadas antes de su inauguración, son tratadas con detalle en un trabajo aparte [17]. El edificio se construyó según el proyecto de Francisco Urcola, quien también se ocupó de los cálculos estructurales, siendo director de la obra el arquitecto sevillano José Espiau y Muñoz. La empresa constructora fue la Compañía de Sestao. Tenía una capacidad para 23.000 espectadores. A pesar de la relevancia que llegó a alcanzar el edificio, apenas se conserva documentación sobre el mismo.

El promotor José Julio Lissén eligió a Urcola entre los arquitectos disponibles, por su conocimiento de la técnica del hormigón armado [18], material elegido por su versatilidad y rapidez de ejecución.

Estructuralmente el edificio constaba de pórticos que se repetían para conformar el edificio circular. Estos pórticos se componían de pilares de hormigón armado, sobre los que se disponían vigas de canto del mismo material. En la sección destacan los refuerzos de los extremos de las vigas, en los encuentros con los pilares, donde adquirían sección variable para mejorar el comportamiento ante los esfuerzos cortantes. Sobre estas vigas se construía la estructura escalonada de la grada, también de hormigón armado (Fig. 3). Este tipo de vigas de canto variable se repiten con profusión en los edificios de hormigón armado de los primeros años del s. XX.

En cuanto a la composición arquitectónica, el edificio tenía un claro estilo neoclásico, que se hacía evidente en la

fachada principal, en la que destacaba la Puerta Grande, formada por un arco de medio punto, enmarcado por dos elemen-

tos masivos, que recordaban a las torres de las fachadas laterales del Teatro Victoria Eugenia. Este carácter neoclásico se apreciaba también en el trazado ortogonal de los pilares y vigas de la fachada, así como en la arquería de la última planta (Fig. 4).

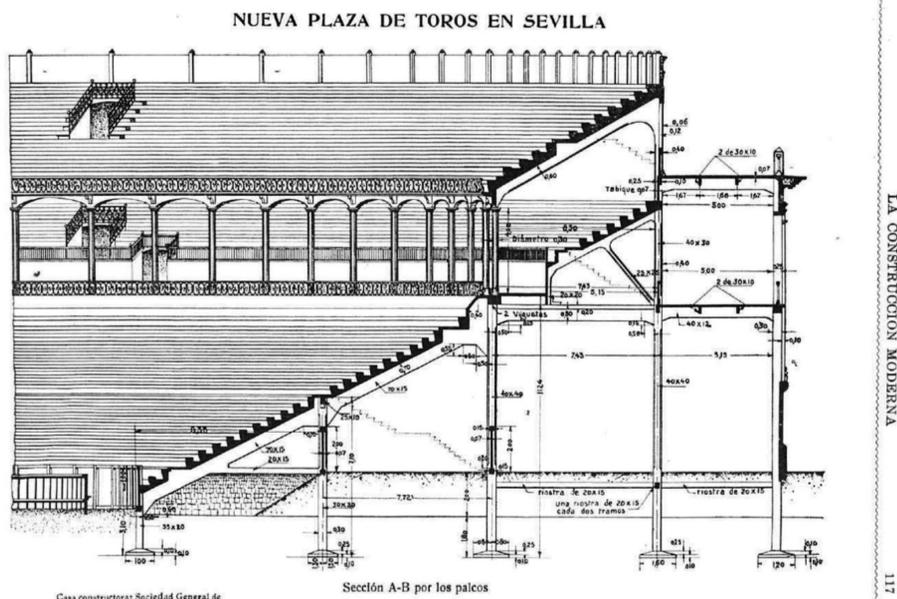


Fig. 3: Sección de la Plaza de Toros Monumental de Sevilla publicada en La Construcción Moderna en 1918. Biblioteca Nacional de España

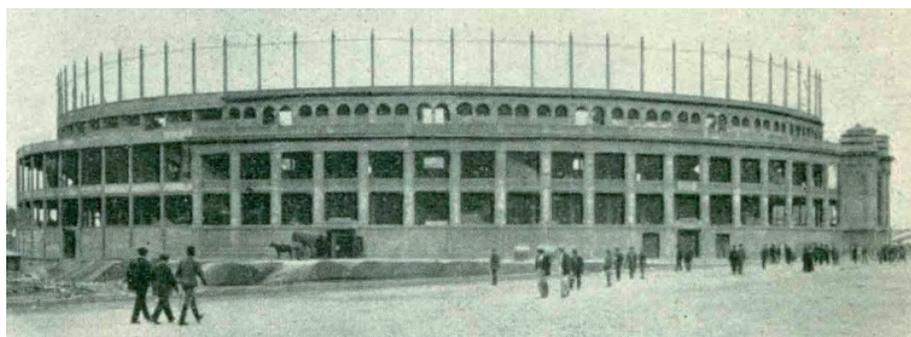


Fig. 4: Plaza de Toros Monumental de Sevilla, en una imagen publicada en Mundo Gráfico en 1917. Colección de los autores

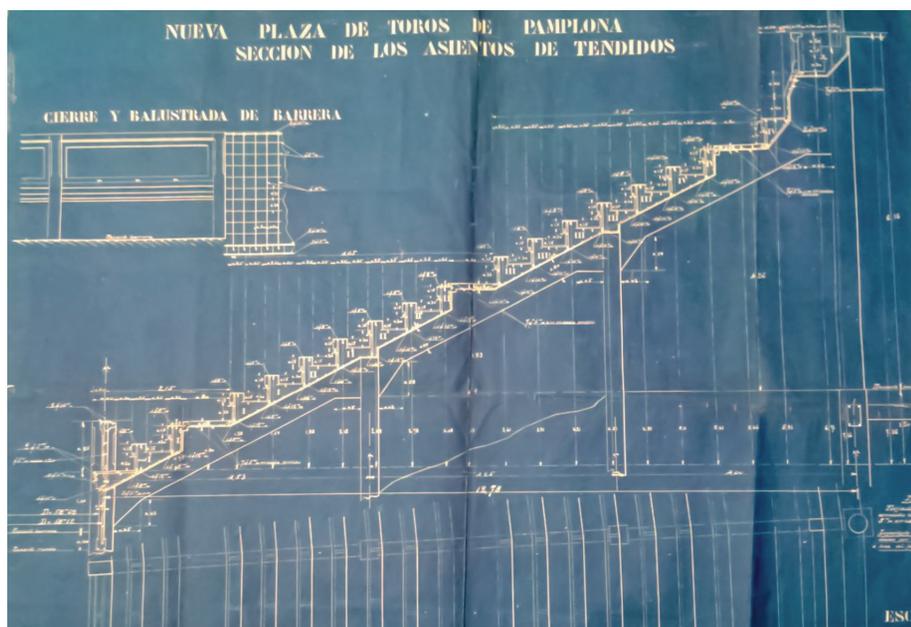


Fig. 5: Sección estructural de la plaza de toros de Pamplona, donde se define parcialmente uno de los pórticos principales de la estructura. Este es el único plano de la estructura que se conserva, faltando en el dibujo la estructura de gradas y andanadas. Arquitecto Francisco Urcola. Archivo Casa de Misericordia de Pamplona. Plaza de Toros

### 2.1.3. Plaza de toros de Pamplona

La plaza de toros se construyó por la Casa de Misericordia de Pamplona, sobre terrenos cedidos por el Ayuntamiento de la ciudad. Se inauguró el 7 de julio de 1922, siendo Francisco Urcola autor del proyecto y director de las obras. El aspecto exterior de este recinto era muy similar al de la Monumental de Sevilla, siendo su aforo menor, con capacidad para albergar a unos 13.000 espectadores. En la Casa de Misericordia, propietaria del inmueble, se conservan algunos planos que permiten observar con cierto detalle la composición arquitectónica y estructural del edificio. En ellos aparece el alzado de la fachada principal de la plaza, así como los detalles elaborados por Urcola para definir sus elementos ornamentales.

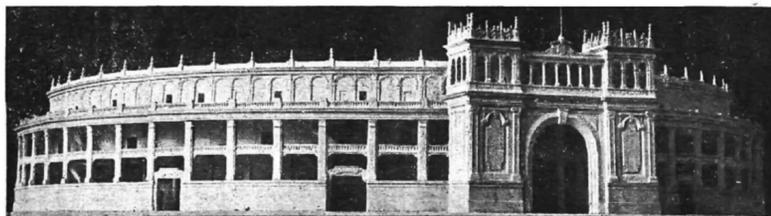
Las obras se realizaron por contrata, siendo ejecutadas por "D. Rufino Marticoarena y D. Antonio Mendizábal, contratistas ambos ventajosamente conocidos por sus numerosos trabajos en Guipúzcoa" [19]. Al comparar las secciones, se aprecia la similitud entre los pórticos de hormigón armado de las plazas de toros de Sevilla y Pamplona, especialmente en la solución constructiva del encuentro de las vigas con los pilares, donde las primeras adquieren sección variable para su mejor adaptación al esfuerzo cortante (Fig. 3 y 5).

Como en el caso de Sevilla, la plaza de toros de Pamplona fue un edificio relevante en los primeros años del hormigón armado en España. Prueba de ello es la publicación en La Construcción Moderna de un artículo, en el que se incluían dos fotografías de una maqueta del edificio realizada en yeso (Fig. 6).

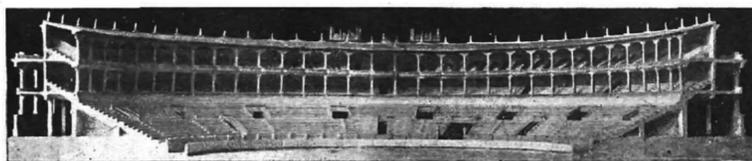
En cuanto a la organización de los espacios, las plazas de Sevilla y Pamplona tenían muchos elementos comunes, pero también notables diferencias. Entre los primeros se encuentran las fachadas, compuestas por un basamento que ocupaba la planta baja y dos plantas, una inferior correspondiente al nivel de grada y otro superior, en forma de terraza, para dar acceso a las andanadas. En ambos edificios la terraza de las andanadas se remata con una arquería, en la que se distribuían las escaleras de acceso al nivel superior del graderío. Como diferencias más destacables se encuentran la menor dimensión del edificio de Pamplona, como consecuencia de su menor aforo, así como la falta de

LA NUEVA PLAZA DE TOROS DE PAMPLONA

(EN CONSTRUCCION)



Fotografía del modelo en yeso.



Corte transversal.

Arquitecto,  
D. Francisco Urcola

LA CONSTRUCCION MODERNA

108

Fig. 6: Maquetas de la Plaza de Toros de Pamplona, publicadas en *La construcción Moderna*, el 30 de agosto de 1921. Biblioteca Nacional de España

cubierta de la andanada en la de Sevilla. Esto hacía que por el interior del recinto en la Monumental solamente se apreciara un nivel de columnas, mientras que la de Pamplona disponía de dos niveles.

Seguramente por la mayor dimensión del coliseo, la Monumental de Sevilla sólo presentaba completamente rematada la media fachada que daba a la avenida de Eduardo Dato, quedando a la vista el esqueleto estructural en la parte trasera del edificio. Esto hacía que desaparecieran en esa zona los arcos de la andanada. En cambio, la plaza de Pamplona se encontraba terminada en todo su perímetro.

Como curiosidad, el edificio fue reformado en 1967 por el arquitecto Rafael Moneo, "quien construyó el graderío alto y lo remató con una ligera cubierta de chapa verde. Su capacidad quedó ampliada entonces a 19.529 espectadores" [20].

En lo que respecta al conocimiento de Urcola de la técnica del hormigón armado, son prueba los edificios en los que participó como proyectista y director de obra. Otra muestra de la familiaridad del arquitecto con el nuevo material, lo tenemos en la prueba de carga previa a la puesta en servicio de la Plaza de Toros de Pamplona. En el archivo de la Casa de Misericordia se conserva un documento en el que Urcola muestra los resultados obtenidos en el ensayo realizado bajo su supervisión. El arquitecto certifica la realización de las pruebas entre el 26 de mayo y el 24 de junio de 1922, que afectaron a "diferentes sectores cargándolos con sobrecargas de seiscientos y ochocientos kilogramos por metro cuadrado manteniéndolas de veinticuatro a cuarenta horas siendo las deformaciones

acusadas por los flexímetros muy inferiores a las flechas toleradas en el pliego de condiciones estipulado y observándose en todas ellas una perfecta estabilidad" [21].

### 3. CONCLUSIÓN

El presente trabajo recopila y ordena documentos dispersos por varios archivos y prensa de la época, sobre la obra en hormigón armado del arquitecto vasco Francisco Urcola Lazcanotegui. A pesar de la importancia de su extensa obra profesional, este arquitecto es un gran desconocido para el gran público. Algunos de sus edificios alcanzaron gran relevancia en la prensa especializada de la época, como prueba la publicación de sendos artículos en la revista técnica *La Construcción Moderna*, relativos a sus dos plazas de toros construidas con hormigón armado.

De la calidad del trabajo de Francisco Urcola, da idea que dos de estos edificios, el Teatro Victoria Eugenia y la Plaza de Toros de Pamplona, siguen en servicio un siglo después de su construcción. En la documentación gráfica disponible de la plaza de Pamplona, se encuentran algunos detalles en los que el arquitecto define los acabados de las molduras de los elementos más ricos ornamentalmente, situados en la puerta principal. Su conocimiento tanto experimental como teórico en el ámbito de las estructuras de hormigón, quedó reflejado en su extensa obra, de la que son ejemplos claros los tres edificios para espectáculos detallados en este documento. Estos edificios son especialmente delicados, dada la seguridad añadida que conllevan por destinarse a alojar personas temporalmente

durante la celebración de los festejos o representaciones. El hecho de que una masa de público excitada pudiera levantarse o sentarse a la vez, imprimía a las estructuras de estos edificios un riesgo superior al de los convencionales y como consecuencia se hacía necesaria la realización de rigurosas pruebas de carga. El propio Urcola se encargó personalmente de la realización de los ensayos previos a la puesta en servicio de la Plaza de Toros de Pamplona, demostrando su conocimiento tanto del comportamiento del material, como de la normativa y criterios aplicables.

### PARA SABER MÁS

- [1] Burgos Núñez, A. Los orígenes del hormigón armado en España (2009). pp.35-38. Ministerio de Fomento
- [2] Chueca Goitia, F. Historia de la arquitectura occidental. I. De Grecia al Islam. p.100. Editorial Dossat, Madrid 1986.
- [3] De Arquitectura. Vitrubio, M. (Trad. José Luis Oliver Domingo). (1995). p.109. Alianza Editorial.
- [4] Historia del cemento. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones. [https://www.ieca.es/reportaje.asp?id\\_rep=5](https://www.ieca.es/reportaje.asp?id_rep=5)
- [5] Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón. Artículo 9. p.7. Ministerio de Obras Públicas. 1939.
- [6] *La Construcción Moderna*. Instrucciones Reglamentarias para el empleo del cemento armado. 15 de junio de 1912. Año X, N°11. p.159-172. Madrid.
- [7] Burgos Núñez, A. op.cit., p.77.
- [8] Pamies Rahan, T., Evolución del conocimiento del hormigón estructural hasta 1970. p.1-3. Tesis doctoral. UPM. (2011).
- [9] Marcos, I., San José, J.T., Cuadrado, J., Larrinaga, P. (2014). Las patentes en la introducción del hormigón armado en España: caso de estudio de la Alhóndiga de Bilbao. *Informes de la Construcción*, 66 (534): e024, doi:<http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.032>
- [10] Díaz-Pavón Cuaresma, E. Investigación sobre las causas que pudieron originar el hundimiento de la cubierta del tercer depósito del Canal de Isabel II en 1905. Tesis doctoral. UPM 2015.
- [11] CEDEX-CEHOPU (2010). Hormigón Armado en España 1893-1936. [http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/fichas/img\\_ficha.php?id\\_img=77](http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/fichas/img_ficha.php?id_img=77)
- [12] Burgos Núñez, A. op. cit. p.77.
- [13] Compañía Anónima del Hormigón Armado Sestao-Bilbao. (1902). Nota sobre las construcciones de hormigón armado. La Poutre Dalle. Sistema Blanc. Bilbao: Imprenta Antonio Apellaniz.
- [14] *Arquitectos en San Sebastián. 1880-1930*. p.298. JoséLaborda Yneva. Colegio Oficial de Arquitectos Vasco Navarro y Diputación de Guipúzcoa. 2008.
- [15] El arquitecto amigo de Usandizaga 1912. *Diario Vasco*. 2007. [http://www.diariovasco.com/prensa/20070306/san\\_sebastian/arquitecto-amigo-usandizaga-1912\\_20070306.html](http://www.diariovasco.com/prensa/20070306/san_sebastian/arquitecto-amigo-usandizaga-1912_20070306.html)
- [16] Gallego Ramos, E. Memorial de Ingenieros del Ejército. Año LXVII, N°12. 1912.
- [17] Carrasco Andrés, F., Carrasco Andrés, J. Comportamiento estructural de la Plaza de Toros Monumental de Sevilla, en base a las pruebas de carga de 1917 y 1918, y su demolición en 1930. *Informes de la Construcción*. "En prensa". <http://dx.doi.org/10.3989/ic.16.124>
- [18] Ramos-Kueth, Lourdes. La monumental de Sevilla. *Voces y silencios*. (2011). p.105. ICAS-Ayuntamiento de Sevilla.
- [19] La nueva Plaza de Toros de Pamplona. *La Construcción Moderna*. Año XIX, n°16. 30 de agosto de 1921.
- [20] Díaz-Y. Recaséns, G. Plazas de Toros. p.324. *Consejería de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Arquitectura y Vivienda*. Sevilla. 1992.
- [21] Urcola Lazcanotegui, F. Certificado de las pruebas de resistencia de la Plaza de Toros de Pamplona. 1922. Archivo Casa de Misericordia de Pamplona. Plaza de Toros.