

Jules Seguin en España: prefabricación e innovación en los puentes colgantes de Fuentidueña, Arganda, Carandía y Zaragoza construidos por el empresario francés

Joaquín Cárcamo Martínez

Según lo que conocemos, no llegó a dos docenas el número de puentes colgantes de entidad construidos en España. Los tres más tempranos (Burceña, Bilbao y Aranjuez) pueden considerarse como hechos aislados y excepcionales. Las gestiones realizadas por la Administración con Jules Seguin dieron como fruto la construcción entre 1841 y 1844 de cuatro nuevos puentes en Fuentidueña, Arganda, Carandía y Zaragoza. En esa misma década aún se levantarían otros seis puentes más.

El conocimiento que se ha tenido de muchos de estos puentes, ha sido reducido y fundado esencialmente en algunas fuentes escritas, como el Diccionario de Madoz, o gráficas, como algunos grabados y pinturas o las escasas –y tardías– fotografías conocidas, que no permitían precisar las características técnicas de los puentes ni las transformaciones sufridas por estos a lo largo del tiempo. Esto ha dado lugar a algunas imprecisiones repetidas; sirva de muestra la contenida en la publicación sobre obras de la ingeniería francesa realizadas en otros países (Pilot 2011). Sin embargo, durante estos últimos años, algunas investigaciones realizadas han explorado en los archivos y con ello ha aumentado nuestro conocimiento sobre algunos de los puentes. Cierto que se han hallado más expedientes administrativos que proyectos y documentos gráficos de los puentes originales; tampoco fotográficos. Pero en el estado actual de la cuestión, ya parece posible realizar un intento de aproximación a las características técnicas de estas estructuras y en concreto de los

cuatro puentes que la empresa francesa levantó en España.

Se ha partido de los datos que hoy tenemos sobre los cuatro puentes. Se han analizado, por otra parte, las patentes de los Seguin, especialmente las relacionadas con la incorporación de soportes de fundición y de elementos metálicos, identificándose algunos de los puentes realizados con este tipo de soportes tanto por sus empresas como por otros ingenieros y constructores. Los puentes españoles realizados por Jules Seguin (figura 1) tenían soportes-biela metálicos de fundición modulares y móviles, ya experimentados previamente en Francia, y otras innovaciones en su tablero, que respondían a las características reflejadas en las patentes.

LOS PUENTES COLGANTES MODERNOS

Los puentes colgantes modernos surgen en los Estados Unidos a comienzos del siglo XIX de la mano de James Finley. Son puentes de cadenas apoyados sobre torres de estructura de madera. En el Reino Unido, en las primeras décadas del siglo se producen importantes avances en su desarrollo que en 1826 dan el majestuoso ejemplo del puente sobre el estrecho de Menai de Thomas Telford, de 177 metros de luz, también de cadenas pero con torres de piedra. En el continente europeo es en Suiza con Dufour y en Francia con Marc Seguin y sus hermanos y el trabajo teórico de ingenieros como Navier, donde en la déca-

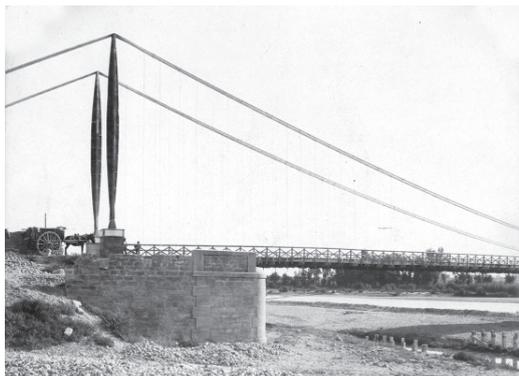


Figura 1
El puente de Santa Isabel sobre el río Gállego en Zaragoza en una imagen inédita de E. Beltran. (Colección del autor)

da de 1820 comienza el desarrollo de los puentes colgantes que utilizan los cables de alambres y torres o columnas también de piedra.

Estos primeros pasos del tipo estructural han sido seguidos con interés por diversos autores que han prestado atención a los contextos en los que se desarrollaron los procesos creativos, al estado de las enseñanzas técnicas y la investigación o al desarrollo de la industria en el momento en el que surgían los avances, al estudio comparado de lo sucedido a ambos lados del Atlántico, a la transferencia de las tecnologías, etc. Cabe citar entre otros los trabajos de David P. Billington (Billington [1983] 2013) Tom E. Peters (Peters 1987) Eda Kranakis (Kranakis 1997) o Michel Cotte (Cotte 1997, Cotte 2007).

LA PATENTE DE SEGUIN HERMANOS DE 1832 Y SU DESARROLLO EN FRANCIA. BRY-SUR-MARNE

Marc Seguin (1786-1875) fue el introductor de los puentes colgantes con cables de alambres en Francia. Jules Seguin (1796-1868), tercero de los hermanos (Camille, Paul y Charles también participaban en las actividades empresariales), había creado en Lyon, con el apoyo de su primo Pierre-François Montgolfier una empresa consagrada a la construcción de puentes colgantes, con intereses separados de los de sus hermanos, empresa que se sumaba a lo que Michel Cotte ha denominado la «*nébuleuse*» de empresas de los Seguin, aunque en ocasiones se convirtiera en competen-

cia de sus propios hermanos. Se preocupó de hacerse con personal competente, formado en la obra de Tournon y, a diferencia de estos, se asoció de forma permanente con el ingeniero Chaley –autor del puente de Friburgo– y acabó obteniendo la adjudicación de uno de los primeros puentes sobre el Ródano, en Beaucaire, un gran puente de cuatro tramos, los dos centrales de 120 m. de luz y los extremos de 94 m., que fue el mayor puente realizado por los Seguin (Cotte 2007, 226-227). En 1830, realizó en Bry-sur-Marne un puente que sería el primer puente colgante en ser publicado en los *Annales des Ponts et Chaussées* (Jollois y Legraverend 1832). Este puente tiene un interés especial para nosotros ya que es también el primer puente que Jules Seguin realizó con el modelo de pilas de fundición que más tarde introduciría en España.

No solo esto sino que los hermanos Seguin solicitaron una patente para «diversas aportaciones realizadas en la construcción de puentes colgantes» (Seguin, M. y Seguin, C. 1935) patente que recoge, entre otras innovaciones, la referente a la incorporación de las pilas de fundición aplicada por vez primera, como ya hemos dicho, en el puente de Bry-sur-Marne.

Según la descripción que la revista hace del puente de Bry sobre el río Marne (figura 2), este tiene 76 m de luz, dispone de 10 cables, cinco en cada lado, de los cuales cuelgan 126 péndolas que soportan las vigas del tablero. Las cuatro torres principales, sobre las que apoyan los cables, están formadas por pedestales de piedra de base cuadrada de 1 m de lado y 1,32 m de altura, sobre los que descansan cojinetes de fundición nervada de 0,551 m de largo x 0,164 m de ancho y 0,15 m de altura. Sobre estos cojinetes apoyan los soportes verticales móviles de 5,23 m de altura y forma oblonga, también nervados como se aprecia en los dibujos, y rematados en su parte superior por un elemento cilíndrico acanalado de 0,40 m de diámetro y 0,80 m de longitud que recoge los cables permitiendo el ensanchamiento de los mismos para equilibrar en lo posible la tensión de los alambres. El peso total del soporte es de 730 kg.

La patente recoge propuestas para puentes de dos tramos colgantes y un tramo-pórtico central con diversos diseños posibles –que recuerdan al puente de Rouen–; puentes de tres tramos de luces sensiblemente similares –solución adoptada en Arganda– y puentes de tres tramos con el tramo central de gran luz y dos tramos extremos de luces pequeñas, lo que permite suprimir las torres en los estribos.

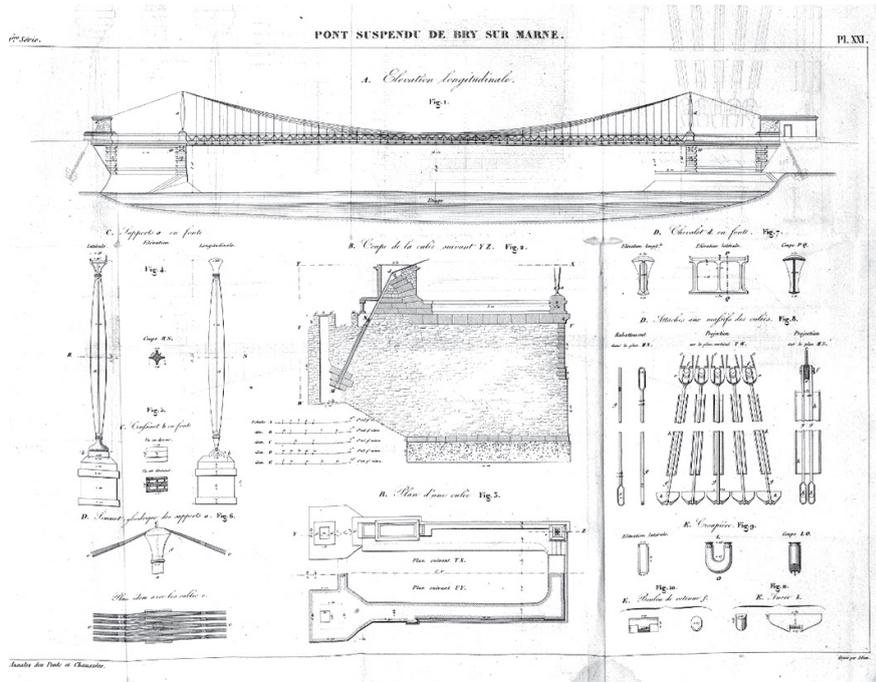


Figura 2
Plano del proyecto del puente colgante de Bry-sur-Marne (Francia). (Jollois y Legraverend 1832. gallica.bnf.fr)

En 1885 Croizette Desnoyers reconocía el carácter innovador del puente de Bry que «Parmi les ponts à supports oscillants, on doit citer comme le plus ancien celui de Bry-sur-Marne, construit en 1832 par M. Séguin et qui pendant un certain temps a servi de type» y a continuación emitía su juicio negativo sobre la utilización de soportes metálicos articulados: «Des accidents survenus ont fait abandonner complètement ce système, et cependant des articulations, pour les supports, sont appliquées sur un grand nombre de points à l'étranger ... Le défaut de solidité constaté pour les colonnes oscillantes dans les ponts précités, tient probablement à ce que ces colonnes fonctionnaient isolément ou n'étaient reliées que d'une manière insuffisante.» (Croizette 1885, 508-509).

Navascués cita la opinión de Eduardo Saavedra manifestada en su libro de 1856 Teoría de los puentes colgados: «Otros que no han caído por defectos en los apoyos y cimientos se han arruinado por el empleo del hierro fundido que ha estallado repentinamente, como hace poco el de Arganda» o «Finalmente algunos ca-

sos ha habido de ruina por alguna particularidad de disposición dentro del sistema general, como el empleo de bielas móviles para apoyos ... y otras que sirven sólo para probar la necesidad de atenerse a un sistema puramente científico y de desechar las recetas con que vienen diariamente algunos inventores de profesión para hacer puentes baratos y a su decir indestructibles» (Navascués 2007, 48).

Hubo otros puentes con soportes móviles. Un puente singular es el construido en Saint-André de Cubzac en los años 1830 sobre el río Dordoña en Francia por la asociación creada por M. Fortuné de Vergès y F. Bayard de la Vingtrie junto al grupo Quénot y el fundidor de Fourchambault Émile Martin, constructor de muchos de los puentes arco de fundición franceses y principal defensor en esos años de la utilización de las cadenas. El puente constaba de grandes pilas formadas por anillos troncocónicos de fundición calados. Aunque quedó inutilizado en 1869 tras un temporal, el fracaso fue achacado en parte a las pequeñas bielas de fundición móviles que remata-

ban las torres, Eiffel reutilizó en su reconstrucción la base de las columnas hasta la altura del nuevo tablero, tal y como hoy puede aún verse. El puente de Mengibar, y otros puentes como los construidos en Toulouse (Francia) o en la Cockeill de Seraing (Bélgica) retomaron este modelo de pilas en una escala más pequeña y sin las bielas móviles del de Cubzac.

Es oportuno citar el puente colgante de Basse-Chaîne en Angers (Francia) de 1838, proyectado por el ingeniero Chaley, que se hundió el 16 de abril de 1850 al paso de un regimiento cuando se dirigía a una revista militar pereciendo doscientos veintiséis soldados (Navascues 2007, 43); el puente, cuyo hundimiento tuvo una gran repercusión mundial tenía soportes de fundición, aunque fijos, como otros puentes europeos.

Se construyeron más puentes con el sistema de columnas móviles de forma oblonga –también de forma cilíndrica– sobre todo en Francia, como los de la isla de Bouchard (figura 3) Ancennis, Chalonnes-sur-Loire, Elbeuf, Triel o Villefranche-sur-Cher, este último con torres de piedra y pequeñas bielas en su parte superior.

Un modelo particular lo constituyen los tres puentes Napoleón construidos en Lyon por los Seguin entre 1847 y 1849. Los tres tenían la peculiaridad de que los cables se suspendían a una altura intermedia de unas torres de sillería en forma de obelisco, aparentemente de un aparato de apoyo normal. Sin embargo, oculta en el interior de las torres se disponía una pequeña biela móvil al estilo de las de Bry-sur-Marne, (Montgolfier y Seguin 1841) (figura 4).

En Lyon también se construyó un puente urbano que pese a los daños sufridos durante la segunda gue-

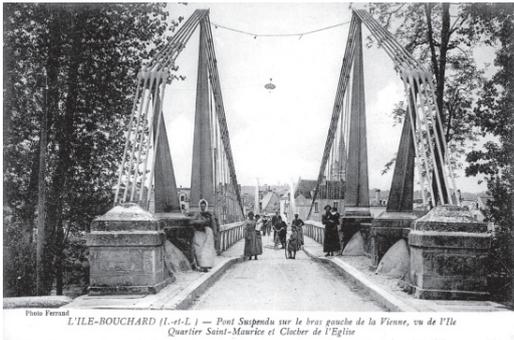


Figura 3
Uno de los dos puentes de l'Île-Bouchard (Francia). (Colección del autor)

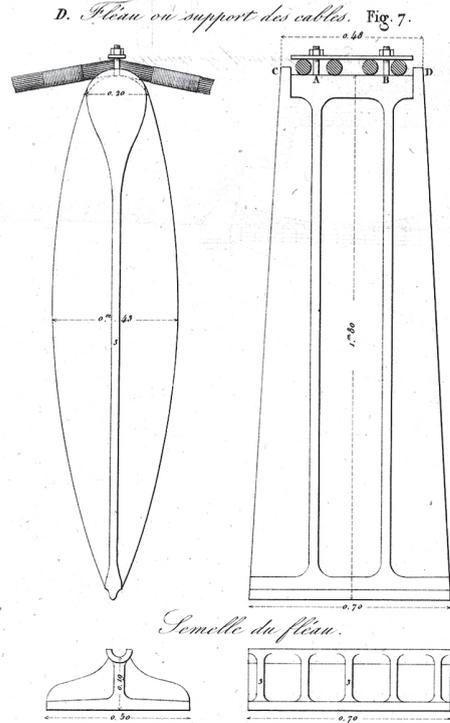


Figura 4
Alzados de uno de los pequeños soportes móviles ocultos en los obeliscos de los puentes Napoleón de Lyon. (Montgolfier y Seguin 1841. Colección del autor)



Figura 5
Soportes de la pasarela Saint Georges en Lyon en una vista frontal actual. (Colección del autor)

rra mundial aún permanece en pie, la pasarela de Saint Georges, actualmente Paul Couturier, abierta al uso en 1853 con un tramo suspendido de 87 m (figura 5). Aunque sus bielas originales no sufrieron aparentemente daños fueron sustituidas por otras de chapa soldada que tratan de recordarlas. Otra pasarela que sin embargo se mantiene funcional hoy con el sistema original es la Altenbergsteg sobre el río Aare en Berna (Suiza) de 1857.

LA PATENTE DE 1841 DE SEGUIN Y MONTGOLFIER PARA LA UTILIZACIÓN DEL HIERRO EN LA ESTRUCTURA PORTANTE DEL TABLERO

Jules Seguin presentó en 1841 junto con su primo Pierre François de Montgolfier una solicitud de patente para incorporar el hierro en sustitución de la madera a algunas partes de los puentes, fundamentalmente la estructura del tablero (figura 6) (Montgolfier y Seguin 1841). La fecha coincide con la del comienzo de la construcción de los puentes españoles y, efectivamente, Seguin experimentó en ellos su nuevo sistema tal y como se reconoce en publicacio-

nes francesas: «Ce système ingénieux est dû à M. Jules Seguin, qui l'a appliqué pour la première fois en Espagne» (Locart 1851, 372).

Algunos documentos parecen corroborar lo anterior. Así, el 10 de abril de 1841, Vicente Cusin se dirige al Ministro de Gobernación anunciando en nombre de Jules Seguin el envío de hierro y alambre a puertos españoles para la construcción de los cuatro puentes: por los puertos de Valencia y Alicante, entre otras partidas de alambre, 25.000 kg de hierro para viguetas y por el de Santander 25.000 kg de hierro en barra (Luján 2015, 778).

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CUATRO PUENTES

Desde 1837 la Dirección General de Caminos que dirigía José Agustín de Larramendi estuvo en negociaciones con la empresa de Jules Seguin para la construcción de diez puentes colgantes en España; nueve ubicados en las localidades de Fuentidueña y Arganda (Madrid), Carandia (Cantabria), Cullera (Valencia), Zaragoza, dos puentes en Puerto de Santa María (Cádiz), Sevilla y Mengibar (Jaen); por último se tra-

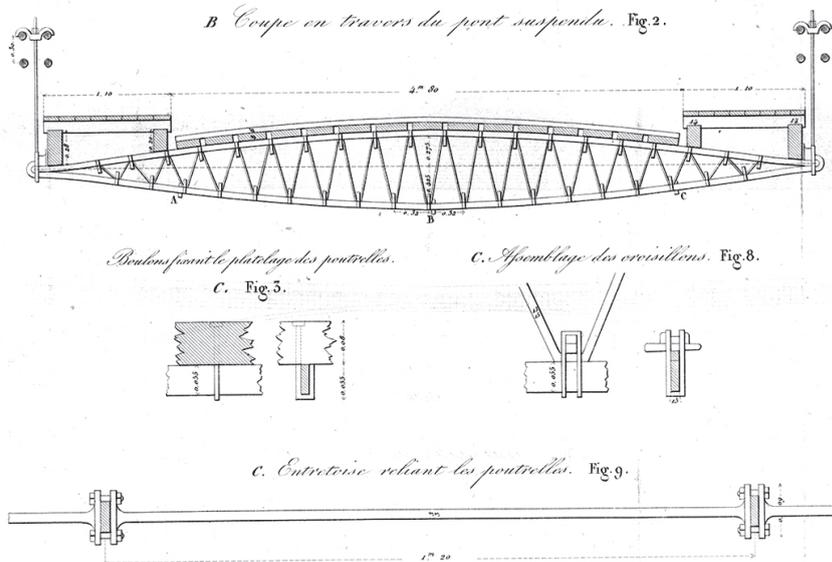


Figura 6
Detalle de la estructura portante del tablero de los puentes Napoleón de Lyon. (Montgolfier y Seguin 1841. Colección del autor)

Puente colgado de Santa Isabel (Zaragoza)—Vista general.

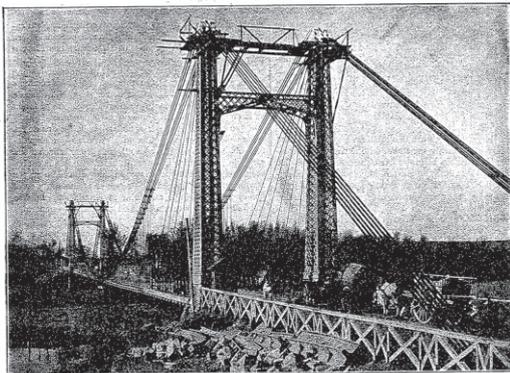


Figura 7
Fotografía de la reconstrucción del puente de Santa Isabel.
(ROP 1897)

taba de restablecer la comunicación del Puente de Almaraz, sobre el Tajo, arruinado tras la I Guerra Carlista. Larramendi, incluso, trató de conseguir que se construyera otro más sobre el Besós cerca de Barcelona. De entre los argumentos utilizados por el ingeniero y político, cabe destacar aquí el relativo a la importancia que concedía a la transferencia tecnológica: «en ello llevo también la mira de que los Jóvenes de la Escuela de Caminos vean estas construcciones, adquieran practica y se familiaricen con ellas; lo cual contribuirá mucho á especulaciones nacionales» (Luján 2015, 400).

Sin embargo, tan sólo se llegaron a construir cuatro de ellos, administrados bajo la denominada Sociedad Española de los Cuatro Puentes Colgantes, constituida al efecto por Seguin. Tres años duraron las conversaciones entre el propio Jules Seguin, su apoderado en España Vicente Luis Cusin y la Administración española. Finalmente, el contrato se cerró en Madrid el 21 de diciembre de 1840 con la firma de Manuel de Marliani, cónsul general de S.M. en París en representación de Seguin, para la construcción de cuatro puentes sobre el Jarama en Vaciamaadrid (o Arganda), sobre el Tajo en Fuentidueña, sobre el Gállego en Zaragoza, y sobre el Pas en Carandía.

En marzo de 1841, por encargo de Juan de Subercase, los ingenieros Baltasar Hernández y Calixto de Santa Cruz remiten el examen previo de los planos y memorias redactados por Jules Seguin; en abril se anuncia la próxima llegada a los puertos de Valencia,

Alicante y Santander de diversos componentes de hierro de los puentes. Nos limitaremos a anotar los datos esenciales de cada uno de los puentes en lo que interesa al objeto de este trabajo.

El puente de Fuentidueña fue el primero en comenzarse. Los planos de este puente y del de Arganda fueron remitidos en marzo de 1841. Seguin nombró encargado de la dirección del puente de Fuentidueña a su primo P. F. Montgolfier y la Dirección General de Caminos designó a los ingenieros Joaquín de Aguirre Zubillaga y José Subercase para la inspección de ese puente y del de Arganda. El apoderado de Seguin, Vicente Cusin, se trasladó a Lyon en junio de 1841 siendo sustituido por Isidoro Caro. Se decidió reutilizar los estribos del antiguo puente con lo que la luz quedó fijada en 64,5 m. El ingeniero constructor del puente, el francés Frédéric Malboz solicitó la realización de la prueba de carga que se efectuó el 16 de julio de 1842 y el puente se abrió oficialmente al público el 7 de agosto. Según Luján, Eusebio Dalp y José Goicoechea, director y subdirector de la Sociedad de los Cuatro Puentes Colgantes creada por Seguin y constituida el 29 de abril de 1842 en Madrid, gestionarían la administración de los cuatro puentes. Con motivo de la catástrofe de Angers en 1850, se inspeccionaron todos los puentes colgantes y se realizaron reparaciones señaladas por Eugenio Barrón en el de Fuentidueña en 1852. El puente acabó sus días en enero de 1866, destruido en una acción militar del general Prim.

Un plano firmado por Isidoro Caro el 1 de Marzo de 1842 (Luján 2015, 417) refleja en alzado uno de los soportes o pilonos de fundición.

Las obras del puente de Arganda, en la carretera de primer orden de Madrid a Valencia como el de Fuentidueña, no comenzaron hasta año y medio después de la firma del contrato debido a desavenencias importantes entre las partes, entre las que estaban algunas relativas a las dimensiones de las pilas de fundición. Finalmente arrancaron en junio de 1842 una vez fijada la longitud total del puente en 160 m como proponía Seguin, divididos en tres tramos de 50,30 m, 60,40 m y 50,30 m. Las obras, también bajo la responsabilidad del ingeniero francés encargado por Seguin de la construcción, Frédéric Malboz, avanzaron con celeridad aunque los problemas surgidos en el puerto de Alicante por los aranceles las retrasaron. Finalmente en septiembre de 1843 se realizaron las pruebas de carga y el 31 de octubre de ese año el



Figura 8
«Puente colgante de hierro sobre el río Gállego, en Zaragoza». (Archivo Foral de Bizkaia. Fondo de Grabados)

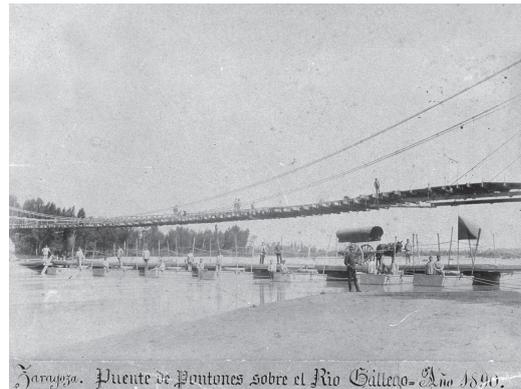


Figura 9
«Zaragoza. Puente de pontones sobre el Río Gállego. 1890». Fotografía de autor desconocido. (Colección del autor)

puente se abrió al público. Estuvo prestando servicio poco más de quince años ya que el 1 de diciembre de 1858 una riada destruyó una de las pilas centrales.

Reconstruido por el ingeniero Eugenio Barrón – siendo ya Falcó y Compañía la sociedad concesionaria– utilizando las columnas de fundición, el remozado puente de Arganda se sometió a la prueba de carga el 28 de noviembre de 1859 aunque se dejó la nivelación para el día siguiente. Se daba por terminado este acto cuando se oyó una fuerte detonación y los tres tramos del puente vinieron instantáneamente al río debido a la rotura de una de las columnas de fundición reutilizadas (Saavedra 1860, 291). De nuevo se volvió a reconstruir pero esta vez Barrón proyectó columnas de hierro laminado hechas en Birmingham (Inglaterra), de la firma John Henderson Porter.

Se conserva un detalle de las pilas dibujado en abril de 1843 por Joaquín de Aguirre Zubillaga y un alzado realizado en julio de 1859 por el ingeniero Eugenio Barrón, que lo reconstruyó tras su fracaso, en el que se aprecia que los pilonos centrales sobre las pilas tienen una altura mayor que los laterales levantados sobre los estribos (Luján 2015, 431 y 433). La fotografía de Laurent que conocemos hace referencia al puente reconstruido por Barrón que tuvo la virtud de ser uno de los primeros puentes colgantes con pilas de hierro laminado construidos en Europa.

El puente de Carandía, en la carretera de segundo orden que unía Burgos con Peñacastillo (Santander)

tenía algo más de 50 m de luz y medía unos 6,12 m de ancho. La dirección de las obras corrió a cargo, como en los anteriores, de Malboz que lo entregó en mayo de 1843 abriéndose al público en ese mismo año. En 1856-57 se efectuó una reforma en la que se sustituyeron partes importantes del puente como numerosos alambres oxidados y también, al parecer, las columnas o bielas originales de fundición por otras de piedra. Resistió las avenidas de 1863 y estuvo en servicio hasta 1901-1902 redactándose en 1904 un proyecto para su demolición y aprovechamiento de materiales (Gutiérrez 2013; Luján 2015, 435-440).



Figura 10
Estribo de la margen derecha del puente de Santa Isabel sobre el Gállego, de 1844. (Fotografía del autor 2015)



Figura 11
«Vista de Fraga y su puente colgante», conservado en el Museo Romántico de Madrid (Wikimedia Commons)

Existe una fotografía anónima del puente de hacia 1880 en una colección privada y un plano de 1901 en el Archivo General de la Administración que reflejan la imagen del puente tras la sustitución de las pilas de fundición por las de piedra. No se conocen, sin embargo, ilustraciones del puente original.

Por último, el puente de Santa Isabel sobre el río Gállego en Zaragoza, en la carretera de Madrid a La Junquera por Barcelona, se terminó de construir en noviembre de 1844. Tenía un solo tramo con una importante luz de 136 m y sus materiales metálicos fueron importados de Francia, como en los otros tres puentes, dirigiendo su montaje el ingeniero León Wiedrischowsky (Navascués 2007, 56). El puente revertió al Estado a los 25 años en 1869. Había sufrido hasta entonces diversas intervenciones, como los restantes, y entre 1888 y 1889 el ingeniero Antonio Fernández Navarrete redactaba un proyecto de intervención en el puente en colaboración con el francés Arnodin que realmente supuso de hecho la construcción de un nuevo puente ya que se sustituyeron incluso las pilas de fundición por otras nuevas de celosía de perfiles laminados.

La Revista de Obras Públicas –en adelante ROP–relata el proceso de sustitución: «Pero la operación más difícil fue, sin duda alguna, la sustitución de las antiguas bielas oscilantes por los apoyos definitivos. Se montaron éstos rodeando a los antiguos y dejando sin cerrar una de las caras de la celosía, para poder extraer por ella los apoyos antiguos. Se trasladaron uno á uno los alambres de los cables desde el apoyo antiguo al carretón del nuevo, sosteniendo este carretón con fiadores provisionales, y después se desmon-

taron las bielas de fundición para poderlas sacar del interior de los apoyos nuevos. Solo durante esta última operación, que se ejecutaba en algunos minutos, había necesidad de suspender el paso por el puente.» (ROP 1897, 267).

Las fotografías tomadas durante la construcción y publicadas en la revista nos presentan las antiguas columnas o bielas ya desmontadas acopiadas junto a una de las nuevas torres (figura 7). No conocíamos del puente histórico más imágenes que un grabado perteneciente al Archivo Foral de Bizkaia incluido en el Álbum artístico de los grandes monumentos de Zaragoza hacia 1844 y publicado en el libro sobre puentes de Bilbao que edité en 2003 (Salazar 2003) que reproduzco (figura 8). Recientemente tuve la oportunidad de conocer dos nuevas fotografías del puente; la primera de ellas, tomada por el fotógrafo de Zaragoza E. Beltran con estudio en la calle Méndez Núñez 14, probablemente en la década de 1880, refleja con bastante nitidez uno de los estribos con sus torres-bielas de fundición y parte de los cables y el tablero (véase la figura 1). La segunda fotografía, de autor desconocido, muestra el proceso de sustitución de cables y tablero del puente Seguin por los del nuevo puente Arnodin y está tomada en 1890 (figura 9). En la foto de Beltran y en las de la ROP, puede apreciarse que cada una de las bielas se había fundido en tres piezas de similar longitud uniéndose mediante bulonado in situ. Desde un punto de vista patrimonial cabe destacar que al menos los estribos del puente se conservan parcialmente aún en la actualidad (figura 10).

Jules Seguin elaboró durante 1837 y 1838 proyectos para otros puentes; al menos para los puentes colgantes de San Alejandro y San Pedro en Cádiz y de Mengibar en Jaen, los cuales entregó a la Administración durante las negociaciones que mantuvo con Larramendi por mediación de su apoderado el Sr. De Marliani; en 1943 se dirigía de nuevo a la Dirección General anunciando su intención de presentarse al concurso público convocado. Estos puentes fueron finalmente construidos por otras empresas (Luján 2015, 927-928).

LA TRANSFERENCIA DE LA TECNOLOGÍA A LOS NUEVOS Puentes COLGANTES

En Fraga (Huesca), sobre el río Cinca, se construyó entre 1845 y 1847 por la empresa catalana de Juan



Figura 12
Puente de Jánovas en el Pirineo oscense. (Fotografía del autor 2015)

Bautista Clavé según el proyecto del ingeniero Pedro de Andrés y Puigdollers el puente colgante de San Isidro. Constaba de tres tramos que medían 49 m + 83 m + 56 m en el momento de su primera reconstrucción en 1852 tras una riada aunque originalmente, según Navascués, medía 158 m, es decir, 30 m menos. Sus cables descansaban sobre columnas de fundición fusiformes y caladas, libres de giro. No tenemos más imágenes del puente que una pintura de Pérez Villaamil de 1850 (figura 11) en la que se pueden apreciar las cuatro columnas o bielas que, siguiendo la pauta marcada por las de la patente Seguin, poseen sin embargo la peculiaridad de tener sus costillas perforadas. El puente se arruinó en una nueva riada ocurrida el 21 de octubre de 1866 (Navascués 2007, 67-69; Biel y Pano 2011, 195-202).

En Monzón, en la carretera de Huesca a Lérida, el ingeniero Jacobo Fernández Arnao firmaba en 1842 un proyecto de puente colgante de cinco tramos, cuyos cables apoyaban sobre pilas de fundición empotradas en las pilas y estribos de sillería. Se trataba por tanto de apoyos fijos. El proyecto llegó a salir a subasta en 1847, aunque finalmente se realizó el presentado por la misma empresa catalana que había construido el de Fraga: Girona Hermanos, Clavé y Compañía. Según el proyecto del mismo ingeniero

Pedro de Andrés y Puigdollers. El puente ejecutado constaba de tres tramos iguales de 63,70 m entre ejes de pilas. Sobre estas pilas, en palabras del ingeniero Joaquín Pano que redactó el proyecto de reconstrucción del puente en 1876, recogidas por Biel y Pano, «iban los cables apoyados en dos columnas de fundición terminadas inferiormente en una arista que reposaba sobre un cojinete del mismo material»; es decir, las columnas tipo Seguin, como se puede apreciar también en el plano del proyecto existente en el Archivo General de la Administración y recogido por los autores citados. Un huracán derribó el 8 de junio de 1849 las ocho columnas ya colocadas, aunque el puente pudo ser inaugurado finalmente el 1 de noviembre de ese año. El puente colgante de Santa María permaneció en uso hasta el 17 de noviembre de 1866 en que una riada produjo su hundimiento. (Biel y Pano 2011, 165-177).

El ingeniero Andrés de Mendizábal proyectó un puente colgante sobre el río Pisuerga en Valladolid, aunque finalmente fue construido el actual Puente Colgante en bowstring, sobre el que publicó una breve reseña y un plano en la ROP y en el que incorporaba los soportes de fundición móviles de Seguin: «[el cable] subirá a apoyarse en dos columnas de hierro fundido en cada estribo» (Mendizábal 1853, 155).

Finalmente, un puente verdaderamente interesante desde el punto de vista que nos ocupa, cuyo gran valor patrimonial acaba de ser puesto de manifiesto en un escrito que ha visto la luz en el momento de finalizarse la redacción de esta comunicación (Fernández Troyano 2015) es el puente de Jánovas (Huesca). En este puente, de 48 m de luz, los cables se apoyan sobre unos soportes de fundición articulados en el apoyo, de 1 m de altura, los cuales a su vez se asientan en torres trapezoidales de piedra de 2,95 m. Estos soportes nos recuerdan a los de los puentes Napoleón de Lyon, aunque aquellos ocultos a la vista, y siguen en lo esencial el tipo de la patente Seguin. En su base llevan inscrita la fecha de 1881, presumiblemente la de su construcción. (figura 12)

CONCLUSIONES

En la construcción de los cuatro puentes se utilizó la patente Seguin de soportes/columnas/bielas de fundición modulares que por los datos conocidos no se fabricaron en Francia. Esto permitió a Jules Seguin

controlar al máximo el proceso de construcción en un país que desconocía, aquilatar los costes y limitar los plazos de ejecución y la contratación de personal.

Este modelo tuvo un relativo éxito ya que fue adoptado por ingenieros y empresas españolas, como Larramendi deseaba. En un momento en el que empresas como Santa Ana de Bolueta en Bilbao o la de Narciso Bonaplata en Sevilla estaban por primera vez en condiciones de fundir piezas del tamaño y calidad requeridas.

En algunos o en todos los puentes, no lo sabemos con seguridad, se utilizaron por vez primera las soluciones estructurales metálicas diseñadas y patentadas por Seguin como soporte del tablero, soluciones que más tarde se incorporaron en otros puentes franceses.

LISTA DE REFERENCIAS

- Biel Ibáñez, María Pilar. 2000. «Recordando una obra singular zaragozana: El puente colgante de Santa Isabel». *Aragón T. y M.* 349: 28-30.
- Biel Ibáñez, María Pilar. 2009. «Los puentes colgantes de Aragón: recordando los de Fraga y Monzón». *Aragón T. y M.* 366: 43-48.
- Biel Ibáñez, María Pilar. 2012. «Los puentes colgados levantados en Andalucía a mediados del siglo XIX: El puente de San Pedro. Una aproximación a su historia constructiva». *Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública*. 2010. Sevilla.
- Biel Ibáñez, María Pilar y José Luis Pano Gracia. 2011. *El ingeniero de caminos Joaquín Pano y Ruata (1849-1919), Perfil biográfico y profesional*. Monzón: Centro de Estudios de Monzón y Cinca Medio.
- Burgos Núñez, Antonio, Olmo García, Juan Carlos y M^a. Paz Sáez Díez. 2012. «Historia del puente colgante de Mengibar, una obra de referencia la ingeniería civil española del siglo XIX». *Revista de Obras Públicas*. 3.533: 53-62.
- Billington, David P. [1983] 2013. *La torre y el puente. El nuevo arte de la ingeniería estructural*. Madrid: CINTER.
- Cotte, Michel. 1997. *Les fonds d'archives Seguin. Aux origines de la révolution industrielle en France 1790-1860*. Privas: Archives départementales de l'Ardeche.
- Cotte, Michel. 2007. *Le choix de la révolution industrielle. Les entreprises de Marc Seguin et ses frères (1815-1835)*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes
- Croizette Desnoyers, P. H. 1885. *Cours de Construction des Ponts*. Paris: Vve. CH. Dunod. Tomo segundo.
- Fernández Troyano, Leonardo. 2015. «El puente de Jánovas sobre el río Ara en el Pirineo aragonés, un puente colgante original del siglo XIX». *Revista de Obras Públicas*. 3.565: 55 a 62.
- Fernández Troyano, Leonardo y Amaya Sáenz Sanz. 2011. Los puentes: materiales, estructuras y patrimonio. En *El Ochocientos: de los lenguajes al patrimonio. Técnica e ingeniería en España*, Tomo VI. Editado por M. Silva, 470-473. Zaragoza: Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Gutiérrez Díaz, Francisco. 2013. «El puente colgante de Carandia». *Diario Montañés*, 12/10/2013: 11
- Jollois, M. M. y Legraverend. 1832. «Pont suspendu en fil de fer construit à Bry-sur-Marne (Département de la Seine) par M. Jules SEGUIN». *Annales des Ponts et Chaussées*. Tomo I: 210-234.
- Kranakis, Eda. 1997. *Constructing a Bridge. An Exploration of Engineering Culture, Design, and Research in Nineteenth-Century France and America*. Cambridge, Ma/London: The MIT Press.
- Locart, M. E. 1851. «Description du pont construit sur la Saône à Lyon, por M. Ferdinand Seguin, ingénieur civil». *Annales des Ponts et Chaussées*. Tomo II: 369-380
- Luján Díaz, Alfonso. 2015. *La modernidad latente de la obra pública: primeras aplicaciones del hierro en los puentes españoles, (1815-1846)*, Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense. En línea.
- Mendizábal, Andrés de. 1853. «Puente colgado sobre el río Pisuerga en Valladolid». *Revista de Obras Públicas*. Tomo I, 154-156 y lámina 10.
- Montgolfier, Pierre-François y Seguin, Jules. 1841. *Différents emplois du fer résistant à la traction et à l'écrasement*. INPI, Institut Nationale de la Propriété Industrielle. Base Brevets du 19^e siècle.
- Navascués Palacio, Pedro. 2007. *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*. Madrid: Iberdrola.
- Peters, Tom F. 1987. *Transitions in Engineering. Guillaume Henri Dufour and the Early 19th Century Cable Suspension Bridges*. Basel/Boston. Birdhouse Vela.
- Pilot, Georges y Jean Louis Bordes. 2011. *Ouvrages du génie civil français dans le monde. Ponts et viaducs: 1820-1915*. Paris. Comité génie civil et bâtiment. IESF. En línea.
- ROP. 1897. «El puente colgado de Santa Isabel (Zaragoza)». *Revista de Obras Públicas*. 1.119: 205-206; 1121: 266-267 y 271; 1122: 301.
- Saavedra, Eduardo. 1860. «Prueba del puente colgado de Arganda». *Revista de Obras Públicas*. Tomo I (24): 290-292
- Salazar Arechalde, José Ignacio. 2003. *La ría de Bilbao en el siglo XIX. Tendiendo puentes, abriendo caminos*. Bilbao. COAATBI.
- Seguin, Marc y Seguin, Camille. 1835. *Diverses innovations apportées dans la construction des ponts suspendus*. INPI, Institut Nationale de la Propriété Industrielle. Base Brevets du 19^e siècle.