

LOS PROGRESOS DEL HORMIGON

EN LA CONSTRUCCION DE PUENTES

POR

FRANCISCO MARDONES,
Ingeniero Civil.

Sin el propósito de hacer un estudio detallado i completo del hormigon bajo el punto de vista de su empleo en la construccion de puentes, nos limitaremos a consignar en estas líneas cuál ha sido el desarrollo que el uso de aquel material ha adquirido en tales obras en los últimos tiempos.

Hasta no hace muchos años los puentes, ya sea para caminos, ya sea para ferrocarriles, contruidos con el carácter de permanentes, han sido hechos casi esclusivamente de mampostería. Mas tarde, con la introduccion del hierro como material de construccion, la mampostería ha experimentado una seria disminucion en ciertas partes aparentes de la obra, conservando su pleno dominio en los apoyos; machones i estribos.

Sin duda que esta suplantacion de la mampostería por el hierro ha tenido su oríjen en el costo de primera implantacion, que este material ha conseguido reducir notablemente.

En efecto, el cálculo de las bóvedas de mampostería ha sido universalmente efectuado por el procedimiento del trazado de la curva de los centros de presion. Ahora bien, se sabe que la posicion de esa curva es indeterminada mientras no se conozcan tres de sus puntos; i se sabe tambien que la indeterminacion ha sido salvada con la hipótesis de Méry, que coloca uno de esos puntos al límite superior del tercio central en la clave; i los otros dos, al límite inferior del tercio central en las juntas de fractura. Basándose pues, la verificacion de la estabilidad de las bóvedas en esta hipótesis—necesariamente aceptada—se atribuye a las presiones medias en las diversas secciones de la bóveda, valores mui superiores a los que se obtendrian si la curva de los centros de presion pasara por los centros de las juntas de clave i de fractura; i consiguientemente, espesores tambien mui superiores a los que se necesitarian en este segundo caso.

Verdad es que el método de Resal subsana la referida indeterminacion; pero como lo ha expresado Mr. Bourdelles en su interesante estudio sobre los *Puentes de albañilería*

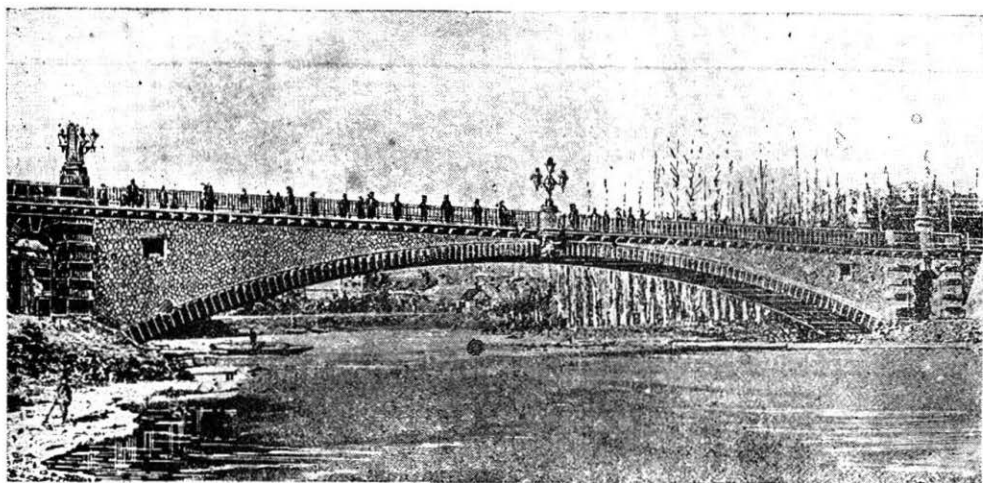
articulados, no es ménos cierto que dicho procedimiento, aparte de no ser sino un método de verificación de la estabilidad, como lo es el de Méry, exige cálculos estensos i depurados mui delicados. Además, las hipótesis adoptadas por Resal para la aplicación de su método, han fallado en la práctica, i la teoría ha quedado en desacuerdo con la realidad, como lo han señalado Darcell i Dupuy.

El procedimiento no ha salvado, pues, la dificultad del problema. Los puentes de albañilería han seguido construyéndose con un exceso de material mal aprovechado.

Nada extraño es entónces, que se haya dado tanta preferencia a las superestructuras metálicas, que, por lo mismo que son mas livianas, exigen fundaciones ménos costosas.

Además, encontrándose en este material preciosas propiedades que faltan en la mampostería: la elasticidad i la homojeneidad, el cálculo de las obras metálicas ha podido encuadrarse mejor dentro de ciertas normas. Pero, olvidando que al lado de las ventajas del hierro o del acero existen algunos inconvenientes en las construcciones hechas con estos materiales; olvidando que su duración es necesariamente limitada i que sólo puede prolongarse merced a grandes cuidados de conservación, que naturalmente, exigen también grandes desembolsos, se ha hecho de él un uso, que no trepidamos en llamar immoderado, prescribiendo la mampostería, aun en aquellos casos en que por las condiciones locales ella habria debido imponerse.

Mas tarde, con la introducción de las juntas reducidas de plomo, primero; i con la



Puente Munderkingen.—(*Hormigon articulado.*)

adaptación de las articulaciones a los arcos de mampostería, después, ha surjido la competencia entre los puentes de fábrica i los metálicos, a tal punto que hoy día se prefieren casi uniformemente los primeros en todos aquellos casos en que las características de la ubicación lo permiten, aun en aquellos países en que, como Alemania, Inglaterra, Francia, Estados Unidos, Austria, etc., por el gran desarrollo alcanzado en la industria del hierro, el costo de las construcciones de este material es relativamente bajo.

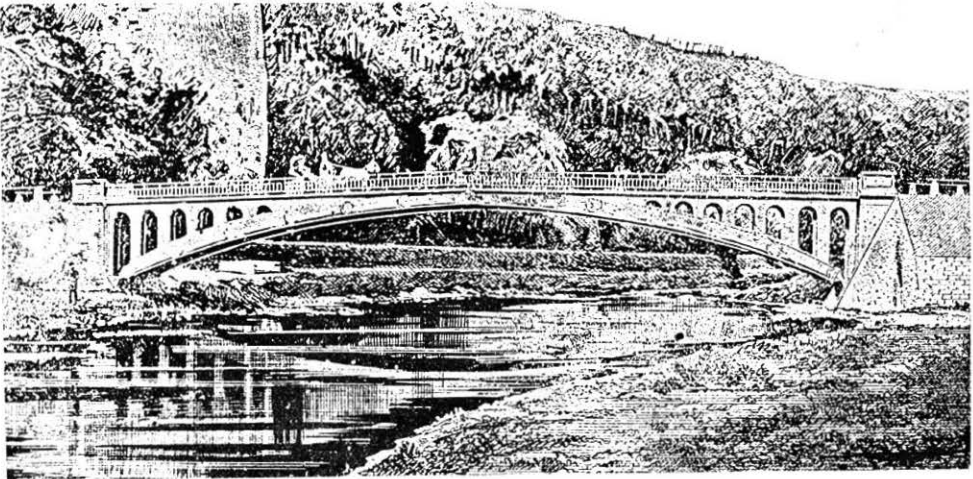
Esta preferencia por los puentes de fábrica, tiene su principal justificativo no solo en su duracion, podriamos decir indefinida, sino que tambien en su menor costo de conservacion, i muchísimas veces en su menor costo de primer establecimiento.

Bajo el punto de vista estético, no es ménos ámplio el favor dispensado a los puentes de fábrica. Así lo comprueban los numerosos concursos para puentes monumentales, en cuyas bases se ha escludido espresamente el tipo metálico.

El empleo de la triple articulacion ha venido a salvar el gran escollo en el cálculo de las bóvedas, haciendo determinada la posicion de la curva de los centros de presion. De aquí ha resultado, como consecuencia, una fuerte reduccion en la masa total de los puentes construidos como aquella disposicion, que se ha traducido por una considerable economía en el costo de primer establecimiento.

Bien que la idea de adaptar la triple articulacion a los puentes de fábrica haya tenido su origen en Francia, con Dupuy, en 1870, i en términos mas precisos, con Brosse-lin en 1877, las primeras aplicaciones han sido hechas en Alemania por Mr. Leibbrand, en los años 1885 a 1887, en los puentes de mampostería: Enz en Hofen, de $L=45$ m.; Enz en Wildbad, de $L=20,60$ m.; Glatt en Neuneck, de $L=20,80$ m. i Murr, de $L=43,50$ m. a los cuales han seguido muchos otros. De entre éstos mencionaremos a título ilustrativo i por no tener cabida en los cuadros anexos que sólo consignan los fabricados con hormi-gon: el Main en Miltemberg, con seis tramos de 31,20 m. a 34,20 m. de luz; el Max. Jo-sephe, con un tramo de 64 m. de luz; el Adda en Morbengo con un tramo de 70 m. de luz; etc.

En pocas palabras, podemos decir que la triple articulacion en las bóvedas de fábrica facilita, desde que fija de una manera invariable la posicion de la curva de las presiones, la determinacion de los esfuerzos en las diversas secciones para cualquier reparticion de las fuerzas solicitantes; i por consiguiente, permite encontrar los espesores mas conve-nientes para un trabajo prefijado del material; lo que significa que permite reducir la masa total de la obra a sus justas proporciones. Además, ella elimina casi enteramente



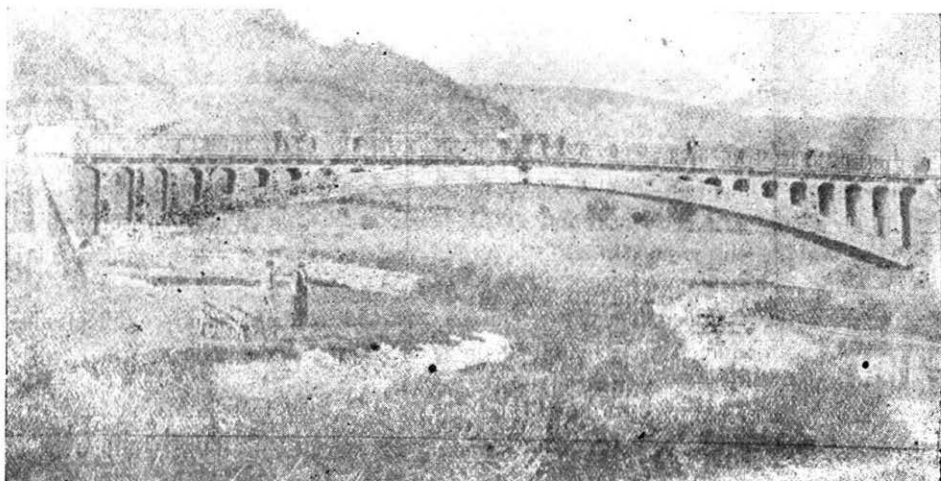
Puente Insigkofen.—(Hormigon articulado.)

la influencia de las variaciones de temperatura, de los movimientos de los apoyos i del asiento de las cimbras, cuando no son considerables.

Se explica, pues, este resurjimiento en la construccion de puentes de albañilería, al que tan favorablemente ha contribuido el desarrollo alcanzado por el empleo del hormigon en las diversas obras; desarrollo que justifican sus buenas propiedades como material de construccion, comprobadas tanto por múltiples ensayos de laboratorio, como por la experiencia recogida en el terreno mismo de la práctica.

El gran número de puentes, con o sin articulaciones, construidos con este material sea simplemente comprimido, sea armado, ha venido a demostrar hasta la evidencia que se le puede considerar, racionalmente, como muy adecuado para este género de obras.

Los cuadros anexos, aunque sólo consignan un corto número de puentes de hormigon



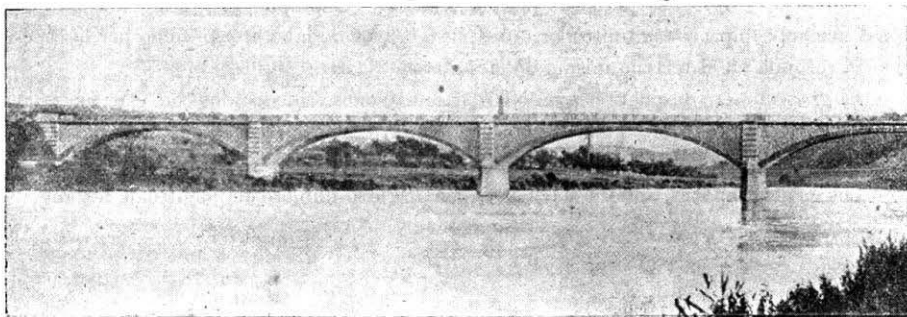
Puente Neckar en Neckarhausen — (*Hormigon articulado*)

articulados, i de hormigon armado, contribuyen a corroborar los hechos de que hemos querido dejar constancia.

Las fotografías de algunos de esos puentes, con las que ilustramos este trabajo, contribuyen tambien al mismo fin.

Para reforzar aun mas nuestra esposicion, espresaremos que segun resulta de las informaciones de las revistas, son de hormigon todos los puentes de la línea Nurtingen a Neuffen (Alemania), así como tambien los de la línea Calaguas a Tharsis (España); i en su mayor parte, los de la línea San Luis a San Francisco (Estados Unidos), i de Pekin a Hon kow (China); que la Compañía del Illinoi (Estados Unidos) ha decidido reconstruir de hormigon todos los puentes de sus líneas que haya necesidad de rehacer i que ha puesto manos a la obra con la construccion de los puentes Santa Ana i Big Muddy terminados hace un año; que en la línea Cincinnati a Indianopolis se han reemplazado, para establecer la doble via, quince puentes metálicos que han exijido 48,500 m.³ de hormi-

gon; que son de hormigon los puentes Gürbethal (Alemania), de 23 m. de luz; Sosa (España) con cinco tramos de 15 m., el viaducto de la avenida Conecticut, en Washington, con cinco tramos de 45 m. de luz, i dos de 25 m., etc., etc., i finalmente que es de hormigon



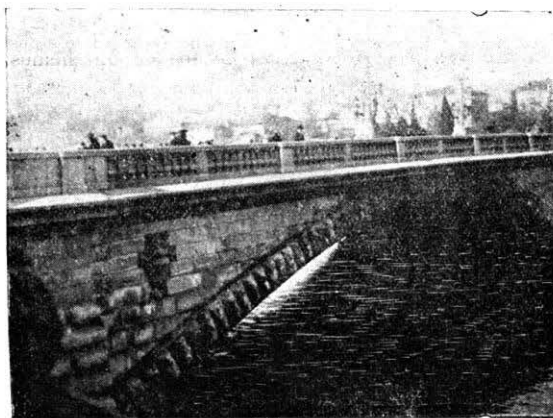
Puente Neckar en Kirchheim.—(Hormigon articulado.)

nuestro conocido puente sobre el Longaví, i que con este material se han construido varias pequeñas obras de arte en los ferrocarriles en construccion en la rejion sur del pais

Las ventajas que se pueden hacer notar a favor de los puentes de hormigon sobre los de mampostería, son:

a) La mayor facilidad de construccion. En efecto, la mampostería ofrece dificultades que tienen oríjen en el costoso i lento manejo de los sillares, lo que exige un gasto considerable de tiempo para su preparacion en la cantera, su trasporte al pié de la obra, i su colocacion.

En cambio, el hormigon se compone en la misma cancha, en donde por lo jeneral se encuentra la piedrecilla i la arena, debiéndose trasportar solo uno de los componentes, el cemento, que representa una fraccion bien reducida de la masa total;



Puente Coulouvrenier.—(Fot. del señor M. Trucco.)

b) La mayor homojeneidad que se obtiene con el hormigon que, ejecutado con mortero de fraguado lento endurece uniformemente formando verdaderos monolitos; a diferencia de la mampostería en que habrá siempre juntas que interrumpen la homojeneidad i que determinan un conjunto ménos resistente que la piedra, por cuidadas que sean las juntas, i cualquiera que sea el material que en ellas se emplee;

c) Bajo el punto de vista estético, el hormigon se presta,

sin aumento sensible de costo, a la mas rica ornamentacion; tanto bajo el punto de vista del moldurado como del de la coloracion;

d) El hormigon bien ejecutado i construido con buen cemento, es el único material para el cual los agentes atmosféricos son factores que contribuyen a su aumento de resistencia; a diferencia de la mayor parte de las piedras para las cuales dichos agentes son factores de destruccion, o por lo ménos de disgregacion;

e) Bajo el punto de vista del costo las ventajas del hormigon son aun mas visibles, como con tanta precision lo ha hecho notar Mr. W. C. Parmley en su conferencia sobre «El empleo del hormigon en la construccion de cloacas.»

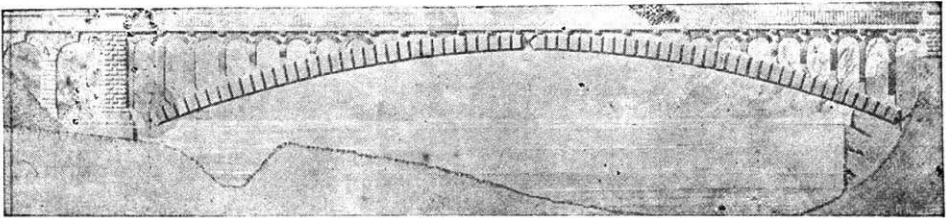
Detallando un poco esta cuestion de suyo tan importante, diremos:

1.º En los últimos años el precio de la piedra de talla ha aumentado considerablemente miéntras que el precio del cemento Portland ha disminuido talvez en un 50 %, permaneciendo casi sin variacion el precio de la piedra partida, del cascajo i de la arena, que, por lo demas, se gobierna por condiciones absolutamente locales;

2.º El 75 % al 80 % de la masa total de la mampostería, es decir la piedra, debe trasportarse desde la cantera al sitio de la obra, recargando considerablemente el costo por los fletes; miéntras que el cascajo i la arena están comunmente al alcance de la mano, o se preparan artificialmente al pié de la obra con piedras que, por lo mismo que pueden ser de mediana calidad, se encontrarán por lo jeneral a mucho menor distancia.

Ademas, i por lo mismo que el hormigon se prepara al pié de la obra, puede variarse convenientemente la dósis de los componentes en conformidad con la resistencia que se desea conseguir, o mas claro, con las presiones que el material debe soportar; obteniéndose por este capítulo un nuevo factor de economía. La mampostería no admite mas variacion que pasar del sillar a la piedra desvastada, obteniéndose así una fuerte economía en el segundo caso con respecto al primero, pero que está léjos de ser comparable a la obtenida en el conjunto de la obra de hormigon en la cual la dósis de los componentes de cada una de sus partes armoniza con el objeto a que está destinada;

3.º En las obras de mampostería sólo pueden emplearse albañiles prácticos; i como el trabajo es delicado, el costo de la obra de mano resulta proporcionalmente alto. Por lo

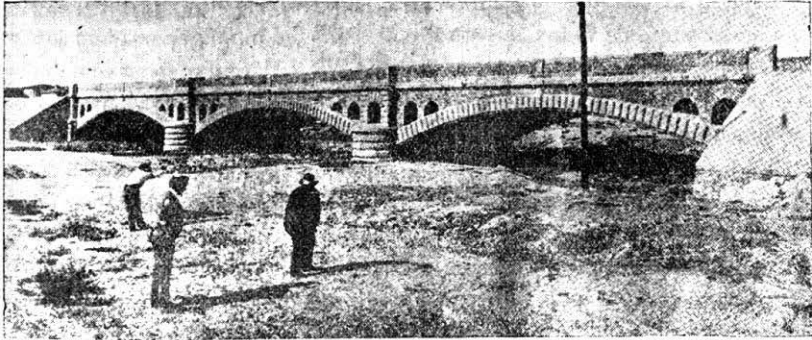


Puente Segadas.—(Hormigon articulado.)

demás, el jornal de los obreros ha subido i tiene aun tendencias a subir mas, habiendo sido este aumento mucho mas considerable para los buenos albañiles que para los trabajadores corrientes. En los trabajos de hormigon, casi toda la construccion puede ejecutarse

con obreros comunes, de manera que el costo de la obra de mano resulta proporcionalmente bajo.

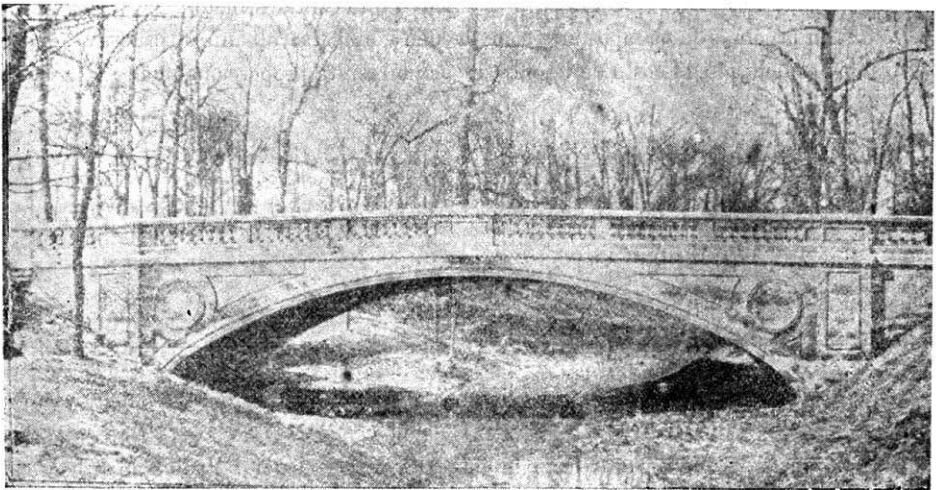
4.º Como el número de los buenos albañiles es mui limitado, éstos se ponen fáilmente de acuerdo para exigir mejores jornales, circunstancia que el contratista debe to-



Puente Sinigaglia.—(*Hormigon articulado.*)

mor mui en cuenta al formar su presupuesto. Resulta, pues, de aquí un nuevo sobreprecio para la obra de mampostería que, como hemos dicho, requiere albañiles especiales; i que no es sensible en la obra de hormigon para la cual es fácil preparar obreros corrientes.

Por otra parte, el avance efectivo de una faena en una obra de mampostería se ve, a menudo, seriamente retardado por la falta de algunos obreros que no han ejecutado a tiempo la parte del trabajo que se les ha encomendado; miéntras que en una obra de



Puente Franklin.—(*Hormigon armado.*)

hormigon la falta de algunos trabajadores nada significa, pues fácilmente se les reemplaza por otros.

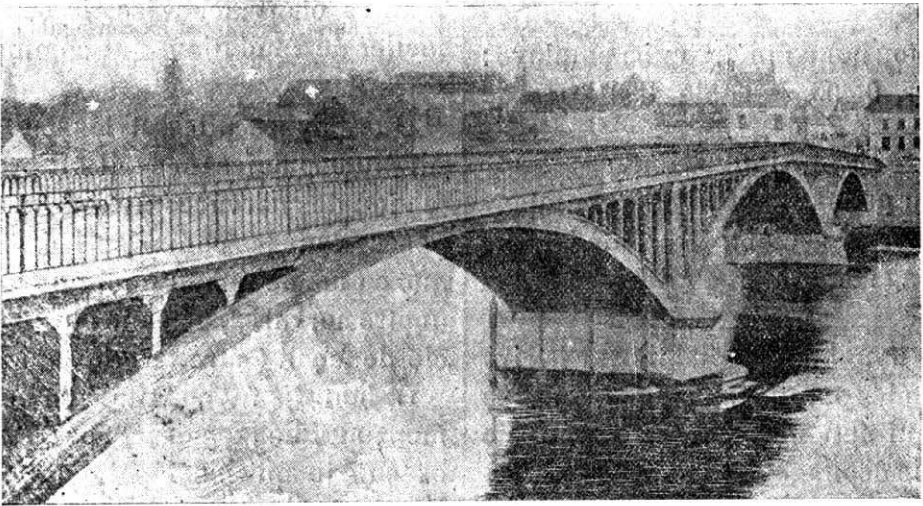
Las ventajas especiales del empleo de aquel material en las fundaciones, son demasiado conocidas para que sea necesario recordarlas aquí. Ellas son las que han determinado su uso tan extendido en esta parte de las construcciones.

Sin duda que la base del éxito en un puente de hormigon, estriba tanto en la buena calidad de los materiales empleados como en el esmero gastado en la construccion.

Ambas cuestiones han sido i siguen siendo cuidadosamente estudiadas por ingenieros i Asociaciones en todos los paises. Sus conclusiones, controladas en el terreno de la práctica, forman un verdadero cuerpo de doctrinas guia seguro del constructor que emprende esta clase de trabajos.

Tan cuidadosamente analizadas como lo han sido, tanto las propiedades físicas i los caracteres químicos como las condiciones de resistencia de las diversas clases de cementos, se puede ya proceder con acierto en la eleccion.

Igualmente, los repetidos estudios i ensayos practicados sobre muestras de morteros de cemento i arena natural o artificial, así como tambien sobre muestras de hormigon

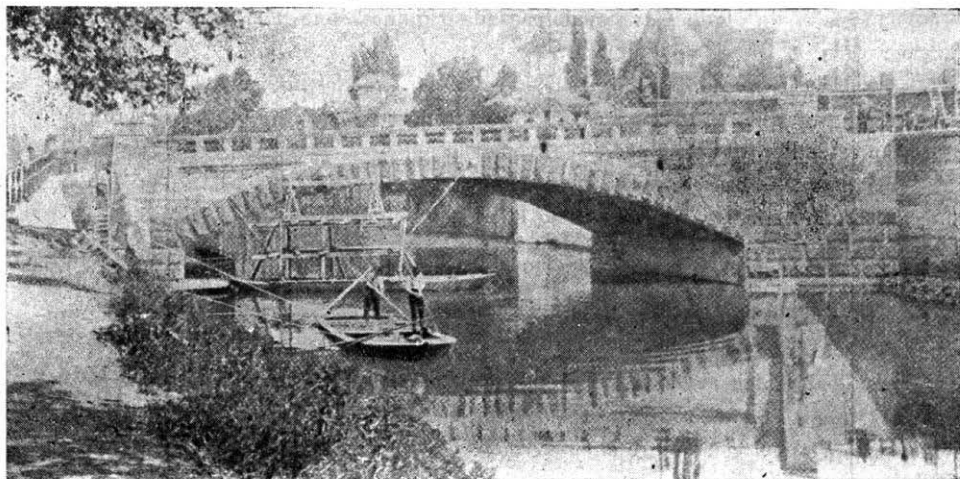


Puente Chatellerault.—(*Hormigon armado.*)

de cemento, arena i piedras partidas, o cascajos, han proporcionado sobradas enseñanzas para fijar con acierto la proporción de los tres componentes en conformidad con las particulares condiciones de la obra.

No menos útil ha sido la esperiencia adquirida por lo que respecta a los procedimientos de construccion. De sus enseñanzas ha podido deducirse, tanto el mejor modo de fabricar el hormigon como el método mas adecuado de ponerlo en obra.

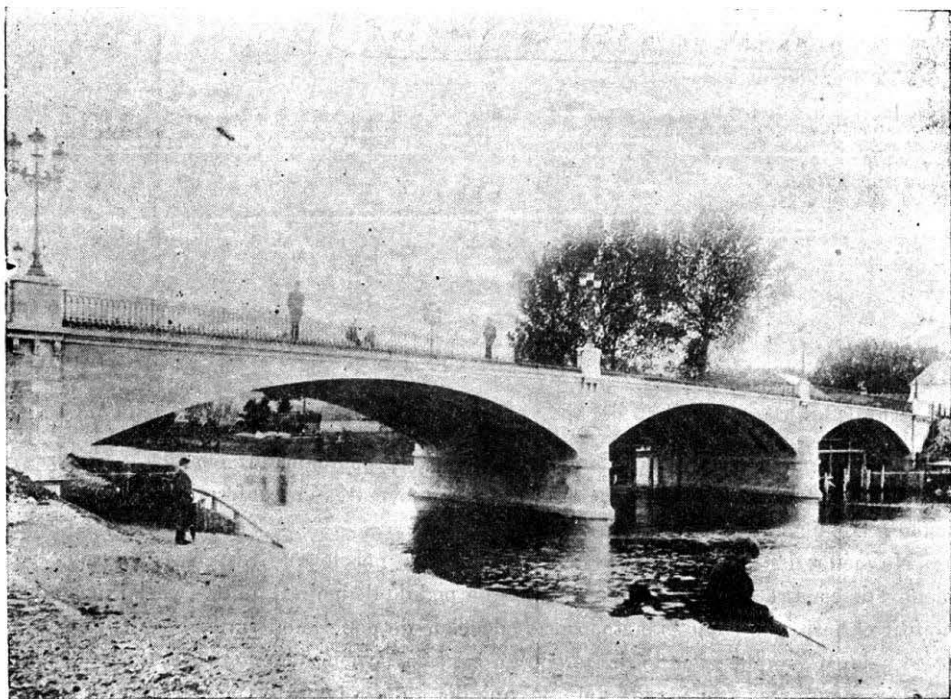
En suma, la aplicacion del hormigon en la construccion de puentes es un problema definitivamente resuelto, i nada impide que dia a dia vaya estendiéndose con mas rapidez.



Puente Painperdu.—(*Hormigon armado.*)

Resumiendo lo que llevamos dicho, resulta:

1.º Que la aplicacion de las articulaciones a los puentes de fábrica ha conseguido, disminuyendo la masa de la superestructura i por consiguiente la de las fundaciones, reducir considerablemente el costo de primera instalacion; i



Puente Aisne.—(*Hormigon armado.*)

2.º Que el empleo del hormigon en la construccion de puentes ha contribuido tambien mui poderosamente a conseguir aquel mismo resultado.

Con todo, los ingenieros no han quedado aun satisfechos; i siempre persiguiendo la economía han aprovechado los buenos resultados obtenidos en toda suerte de obras de hormigon armado para adaptar a los puentes este jénero de construccion.

La adaptacion ha sido, sin duda, coronada por el éxito mas completo, i hasta podríamos decir, asombroso. Es sugestivo el siguiente cuadro, que da el número de puentes de hormigon armado construidos en once años segun el sistema Hennebique, i que reproducimos de la revista *Le Ciment*:

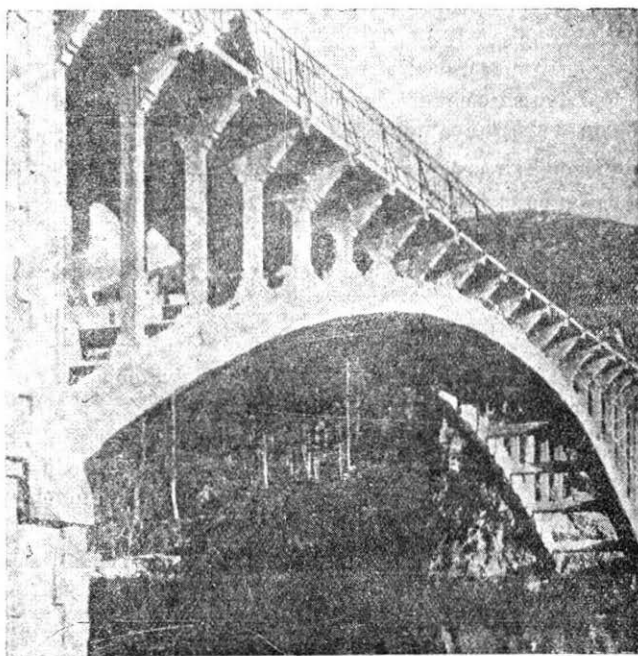
	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	Total jeneral
Francia	3	2	5	6	20	28	30	43	64	56	96	353
Otros paises.	2	1	5	7	9	14	28	26	49	49	66	256
TOTAL	5	3	10	13	29	42	58	69	113	105	162	609

Obsérvese que esta es la obra efectuada por los concesionarios de uno solo de los numerosos sistemas que se hacen la competencia.

En realidad, pensamos que la cuestion del hormigon armado, no ha alcanzado aun toda la perfeccion de que parece ser susceptible.

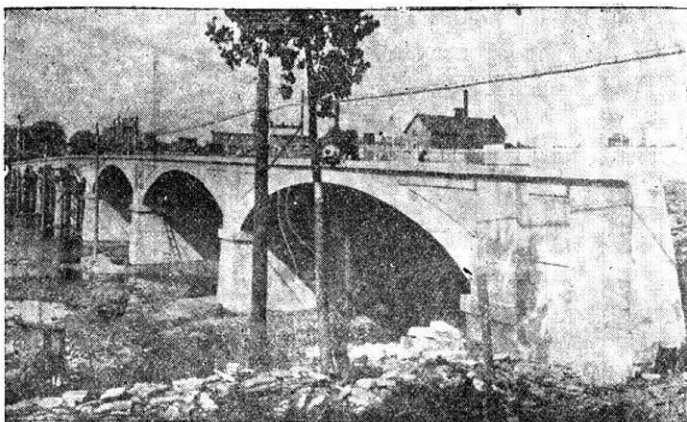
A conseguir ese resultado tienden los continuados estudios i esperimientaciones que dia a dia practican eminentes ingenieros i constructores a la cabeza de quienes figura Mr. Considère que ha consagrado gran atencion a este jénero de construcciones.

De las esperiencias practicadas por dicho ingeniero, i de las que con no



Puente Golbarde.—(Hormigon armado.)

ménos constancia han llevado a cabo Harel de la Noë, Hartman, Coignet, Tedesco, Resal i otros, se ha deducido una serie de conclusiones, aceptadas hoi universalmente,



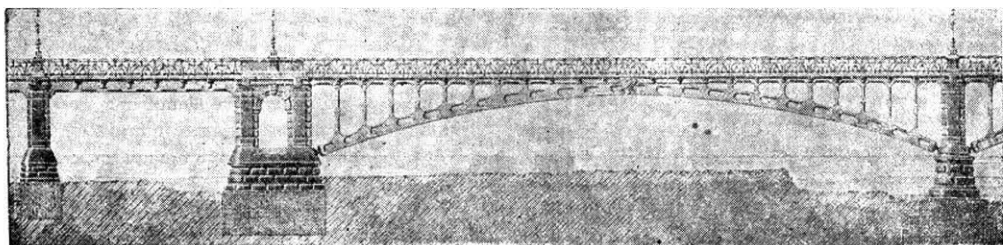
Puente Kaukahee.—(*Hormigon armado.*)

que han servido de base a los métodos de cálculo empleados. Pero, i por mas que las construcciones ejecutadas de acuerdo con aquellas deducciones hayan satisfecho sus fines del modo mas satisfactorio, pensamos que aun queda mucho por estudiar; i así deben haberlo comprendido las diversas Administraciones, pues hasta hoi no han dictado sino a título de provisorias algunas no mui completas cláusulas i condiciones para este tipo de obras.

Con todo, el estado actual de la cuestion del hormigon armado en los puentes es bastante satisfactorio. Así lo demuestra el gran número de obras de esta clase construidas en diversos países.

La asociacion del hierro o el acero al hormigon en las vigas rectas o curvas de puentes constituye un tipo de construccion que, por lo mismo que aprovecha las mejores propiedades resistentes de ámbos materiales, no puede ménos que aportar una fuerte reduccion en el volúmen de las obras.

El único inconveniente estriba en que su ejecucion requiere gran prolijidad, lo que significa que sólo puede encomendarse a obreros especiales bajo la direccion de cons-



Puente Mieres.—(*Hormigon armado i articulado.*)

tructores experimentados; o por lo menos a obreros inteligentes bajo la direccion de un constructor estudioso i contraido.

Por otra parte el empleo de la triple articulacion en los puentes de hormigon armado, allega nuevo continjente a las ventajas peculiares del sistema. Como lo expresa M. Cristophe: «la triple articulacion para los puentes de hormigon armado, como para los arcos metálicos i para las bóvedas ordinarias es el tipo mas racional».

Aunque no mui numerosos, algunos ejemplos de puentes de hormigon armado i articulados han puesto en evidencia las ventajas económicas de este tipo de obra.

CONCLUSIONES

Como resultado de lo que queda dicho i teniendo, ademas, presente:

- 1.º Que no existiendo en nuestro pais la industria del hierro, el 90 a 95% del valor total de la superestructura de los puentes metálicos debe ser cubierto en el extranjero;
- 2.º Que tanto por el grado de dureza de las buenas piedras de construccion nacionales, como por el escaso número de buenos canteros, el valor de la obra de mano en las mamposterías es relativamente alto;
- 3.º Que en la jeneralidad de nuestros rios se encuentra en abundancia el cascajo i la arena de buena calidad;
- 4.º Que las administraciones de los servicios disponen de los elementos necesarios para practicar ensayos de resistencia de los morteros i hormigones en cada caso particular; i
- 5.º Que la fabricacion de cales i cementos existe como una industria nacional que puede alcanzar gran desarrollo i perfeccionamiento;

Podemos concluir:

Siempre que las condiciones locales lo permitan, el puente de fábrica debe preferirse al puente metálico; i en la jeneralidad de los casos habrá conveniencia en recurrir al empleo del hormigon ya sea simplemente comprimido ya sea armado; i muchas veces simultáneamente a la triple articulacion.

NOTA.—En los cuadros anexos se reunen algunos ejemplos de puentes construidos con hormigon, articulados o armados. No contienen sino aquellos con tramos de luces superiores a 15 m. i de los cuales las revistas que han estado a nuestro alcance dan informaciones mas o ménos suficientes para caracterizarlos. Dichos cuadros consignan muchos datos útiles que tener a la vista en el estudio de un proyecto de puente de alguno de esos tipos. Podria observarse el corto número de ejemplos de puentes rieleros; esto tiene, a buen seguro, su orijen en que las Revistas dan casi siempre informaciones de las obras ejecutadas por las Administraciones de los servicios públicos; pero mui a menudo escapan a la publicidad las que ejecutan las Administraciones particulares de las lineas férreas.

CUADRO A

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Naturaleza de las articulaciones	ESPEORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓSIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS		
						Clave	Rifones	Arranques	Cemento	Arena	Piedrecillas
Puente sobre el Danubio en Munderkingen (Austria).....	1	59,00	$\frac{1}{10}$	8,00	metálicas	1,00	1,40	1,10	1	2,5	5
Puente camino i tranvias Cou louvreniér, sobre el Ródano, en Jinebra.....	2 1 1	40,00 12,00 14,00	$\frac{1}{7.5}$	20,00	metálicas plomo plomo	1,00	1,40	1,00	425	k. x	m. ³
Puente camino Insigkofen sobre el Danubio.....	1	43,00	$\frac{1}{10}$	3,80	metálicas	0,70	1,10	0,78	1	2,5	4
Puente camino sobre el Eyach cerca de Imnau.....	1	30,00	$\frac{1}{10}$	4,00	pedras o graníticas	0,45	0,80	0,50	...	...	...
Puente camino Grasdorf sobre el Leine.....	1 2 1 1	40,00 6,00 20,00 30,00	$\frac{1}{8.5}$	6,00	Köpke	0,85	1,16	0,90	1	2,5	4
Puente camino sobre el Neckar, cerca de Kirchheinn.....	4	38,00	$\frac{1}{8.5}$	5,50	plomo	0,86	...	0,90	1	2,5	5
Puente rielero Friederichsfelde en Berlin.....	1	21,50	$\frac{1}{8.5}$	...	?	...	...	...	...	...	...
Puente Esslingen sobre el canal Hammer.....	1	19,00	...	...	plomo	...	...	...	1	2,5	5
Puente sobre el Tyach (Hohen- zolern).....	...	30,00	$\frac{1}{10}$	...	pedras graníticas	...	...	...	...	...	...
Puente Vauxhall sobre el Táme- sis (Lóndres).....	2 7	40 44,20	$\frac{1}{10}$	24	?	0,94	...	1,36	1	4 a.	1 pied.

PUENTES DE HORMIGON, ARTICULADOS

Año de la construcción	OBSERVACIONES
1893	Calculado para una sobrecarga de 400 kg. por m. ² Se ha admitido hasta 34 kg. cm ² para el trabajo a la compresion. Articulaciones metálicas formadas por especies de cojinetes de acero mantenidos por dovelas de palastros de 0,50 m. de largo, 0,80 m. de altura i 0,23 m. de espesor. Ha costado 88,750 fr. o sea 221 fr./m. ² total.—A. P. C., 1898.—III.—G. C. XXVI.
1895	Las bóvedas de 40 m. son elípticas, con articulaciones análogas a las del Munderkingen, rellenas con hormigon despues del descimbramiento. Fundaciones en parte de hormigon de cal, en la proporcion de 200 kg. de cal por 0,8 de caseajo i 0,5 de arena, i de 300 kg. de cemento por 0,8 i 0,5 en otras. Sobrecarga de prueba: tren de 60 T; dos locomotoras con 150 T de peso para el San Gotardo, destinadas a ser presentadas en la esposicion.—G. C.—XXIX.
1895	Calculado para un cilindro compresor de 15 T. Se ha admitido una presion máxima de 36,5 kg./cm ² . i una traccion de 1 kg./cm. ² Articulaciones formadas por cilindros de acero entre cojinetes de fundicion. Timpanos formados por pilares que soportan bovedillas de alijeramiento. Las proporciones en el hormigon son variadas en las diferentes partes de la obra. Ha costado 33.250 fr., o sea alrededor de 17.250 fr. 185 fr./m. ² —G. C.—XXX.—A. P. C.—II.—1897.
1896	Calculado para dar paso a un cilindro compresor de 15 T i para una sobrecarga uniforme de 360, kg. m. ² ; se ha admitido hasta 4 kg/cm. ² para el trabajo por traccion i 34 kg/cm. ² a la compresion. Andenes volados. Timpanos aliviados con bovedillas trasversales. Articulaciones de piedra granítica. Ha costado o sea 84 fr./m. ² —A. P. C.—I.—1901.
...	Bóveda en arco carpanel, calculada para carros de 20 T i sobrecarga uniforme de 400 kg/m. ² Timpanos aliviados con bovedillas trasversales de hormigon, de 1c 4a-6p. Articulaciones de piedras graníticas con superficies de contacto cilindricas de radios diferentes.—L. C. 1901 i A. T. P. B.—1901.
1896	Sobrecarga de cálculo: 400 kg./m. ² Presion máxima: 22 kg./cm. ² en la clave i 30 kg./cm. ² en los arranques. Timpanos aliviados con galerías longitudinales. Articulaciones de piedra tallada con interposicion de láminas de plomo. Ha costado 233.000 fr. o sea unos 280 fr./m. ² cubierto.—A. P. C.—1899.—L. C.—1897.
...	Oblicuo a 45°. Costó 13.500 marcos.—L. C.—1898.
...	Sobrecarga de prueba: rodillos de 15 T. Ensayos de morteros en la proporcion de 1c i 3a dieron 27 kg./cm. ² a la traccion, i los del hormigon de la bóveda: 234,5 kg/cm. ² a la compresion. Costo 37.500 fr.—L. C.—1897.
...	Bóveda en arco de círculo. Articulaciones de piedras graníticas de 0,50 m. de espesor, con interposicion de láminas de plomo para reducir los frotamientos.—A. T. P. B.—1898.
1899	Timpanos aliviados con galerías longitudinales. Paramentos revestidos con piedras graníticas blancas. Proporciones del hormigon variables en las diferentes partes. Los ensayos practicados con el hormigon de la bóveda han dado 256 kg./cm. ² despues de sesenta dias.—A. T. P. B.—1898 i L. C. 1899.

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Naturaleza de las articulaciones	ESPESORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓSIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS						
						Clave	Riñones	Arranques	Cemento	Arena	Piedrecillas				
Puente riellero Sinigaglia sobre el Rosso (Italia).....	3	22,00	$\frac{1}{10}$	8,56	metálicas	0,80	1,00	1,00	450k.	0,5	0,8				
Puente camino sobre el Danubio en Ehingen (Wurtemberg)....	1	20	$\frac{1}{11}$	7,70	plomo	0,70	...	0,90	1	2,5	5				
	2	21				0,70		0,95							
Puente camino sobre el Schlitz (Austria) (dos puentes).....	1	30	$\frac{1}{10}$	...	metálicas	0,70	0,82	0,70	1	2	3			
Puente camino de las Segadas (Asturias)	1	50	$\frac{1}{10}$	5	metálicas	1	1,40	1,10	1	2,5	5				
Puente camino Cornelius sobre el Isar (Munich)	1	44	$\frac{1}{12}$	18	metálicas	...	...	...	1	2,5	5	
	2	38,50	$\frac{1}{10}$			...	...	...				
Puente camino Reichembach.	1	44	$\frac{1}{10}$	20	metálicas	...	...	...	1	2,5	5	
	1	28				plomo	»	»	»
	1	27				plomo	»	»	»
	1	26				plomo	»	»	»
Puente camino Maximiliano (Austria)	2	45	$\frac{1}{9}$	...	metálicas	...	...	...	...	...	...
Puente en la Esposicion de Düsseldorf.....	1	28,00	$\frac{1}{14}$	9,30	granito	0,65	0,70	0,85	1	4	4				
Puente camino sobre el Neckar, en Neckarhausen.....	1	50	$\frac{1}{11}$	5,50	metálicas	0,85	1,20	0,90	1	2,5	5				
Puente camino sobre el Etsch (Austria)	1	31,40	$\frac{1}{10}$	6,80	metálicas	0,70	0,84	0,70	1	2,5	4				
Puentes rielleros en Baviera	1	65	...	17	metálicas	...	...	...	...	...	...
	?	20	...	...	plomo	...	...	...	...	...	...

Año de la construcción	OBSERVACIONES
1901	Bóveda de arco de círculo, calculada para el tren tipo reglamentario. Articulaciones análogas a las del Munderkingen. Presión máxima; 26,30 kg./cm. ² , que llegará a 32 kg./cm. ² si la bóveda trabajase como empotrada, pues se ha rellenado el hueco entre articulaciones, algún tiempo después del descimbramiento. El hormigón empleado fué ensayado durante la construcción, los resultados fueron de 247 a 332 kg./cm. ² después de siete días, i de 308 a 350 kg./cm. ² después de veintiocho días, para la compresión; i de 7,3 a 15,1 kg./cm. ² en el primer caso, i de 12,4 a 16,5 kg./cm. ² en el segundo, para la tracción.—G. G. C.—1902.
1901	Sobrecarga de cálculo: 400 kg./m. ² i una carga rodante de 14 T. Las presiones llegan a 15,6 kg. cm. ² en la clave, 13,1 en los arranques i 25 en los riñones. Las articulaciones son láminas de plomo de 20 mm. por 150. La presión máxima alcanza a 73 kg./cm. ² en la clave i 83 kg./cm. ² en los arranques. Juntas libres entre la albañilería de los timpanos i de los apoyos. La dosis del hormigón en las fundaciones ha sido 1-4-8 i en las partes superiores 1-3-6. Ha costado 82,336 fr. o sea 172,50 por m. ² útil. A. P. C.—IV.—1901 i A. T. P. B.—1902.
...	Arco carpanel. Sobrecarga de cálculo: 460 kg./m. ² i carga rodante de 6 T. La presión máxima alcanza a 30 kg./cm. ² . Los timpanos aligerados con galerías longitudinales. Ensayos del hormigón empleado en la bóveda dieron una resistencia a la compresión de 270 kg./cm. ² a la compresión, después de 12 semanas.—A. P. C.—II.—1903 i A. T. P. B.—1903.
1902	Sobrecarga de cálculo: 300 kg./m. ² i una carga rodante de vehículos de 6 T. Timpanos aliviados con bovedillas transversales. Presión máxima en la bóveda: 40,53 kg./cm. ² Ha costado 76,894 pesetas o sea 202 pesetas por m. ² —A. P. C.—2.—1902 i R. O. P.
1902	Dos partes independientes con un costo total de 910.000 fr.—A. T. P. B.—1901.
1902 a	Toda la parte superior aligerada por galerías longitudinales. La dosis del hormigón es de 1-4-8 en las fundaciones i 1-3-6 en la parte superior de los apoyos. El costo total fué de 725.000 fr. o sea 265 fr. por m. ² cubierto.—A. T. P. B.—1904. (El puente Trauhnhof en Mónaco es edéntico en cuanto al número de tramos i sus luces, i al sistema de sus articulaciones.)
1904	A. T. P. B.—1904.—L. C.—1904.—G. C.—1905.
1902	Sobrecarga de prueba: local de 27 T i uniforme de 450 kg./m. ² en la rejión mas desfavorable. Presión máxima 47 kg. Ensayos previos del hormigón acusaron una resistencia de 254 kg/cm. ² a las cinco semanas.—L. C.—1902.
1903	Sobrecarga de cálculo: 400 kg./m. ² i un rodillo compresor de 15 T. La presión máxima admitida es de 40 kg./cm. ² , i no se aceptó trabajo a la tracción. La dosis del hormigón en las fundaciones i pilares de timpanos es de 1-3-6. Su costo fué de 88.000 fr. o sea 320 fr. por m. ² cubierto.—A. T. P. B.—1904.
...	Sobrecarga de cálculo: 460 kg./m. ² , carros de 12 T o un carro aislado de 40 T. La presión máxima en la bóveda alcanza a 25 kg./cm. ² . El hormigón de la bóveda ha dado como resistencia después de 4, 8 i 12 semanas 414 kg./cm. ² , 528 kg./cm. ² i 722 kg./cm. ² . El de los estribos, en la proporción de 1-3-6, ha dado en las mismas condiciones 327, 361 i 356 kg./cm. ² Los ensayos se hicieron en cubos de 15 cm. de lado. El costo total de la obra ha sido de 84.400 fr., comprendido un puente provisorio i diversos trabajos accesorios. Descartando éstos, el puente habria costado 75.700 fr. Uno metálico que aprovechaba los estribos existentes, se presupuestó por 80.200 fr.—A. T. P. B.—1904.
1904	Han costado en conjunto 2,375.000 fr.—L. C.—1904.

CUADRO B

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Sistema de construcciones	ESPEORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓSIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS		
						Clave	Ribones	Arranques	Cemento	Arena	Piedrecillas
Puente camino Steyr (Austria)..	1	42,40	$\frac{1}{2.8}$	6	Melan	0,60	0,80	0,70	...	...	...
Puente camino Francisco José (Austria).....	1	33	$\frac{1}{7}$	14	»	0,50	0,68	0,65	...	...	...
Puente camino Caudal en Mieres (España).....	3	10,50	recto	7	Ribera	0,50	0,70	0,60	250k.	0,4	0,8
	2	35	$\frac{1}{10}$								
Puente camino sobre el Jesenic (Austria).....	...	19,27	$\frac{1}{2.8}$	5,70	Melan	0,35	...	0,45	1	2	3
Puente camino Laibach (Austria)	1	33,35	$\frac{1}{7.7}$	15,20	»	0,50	0,70	0,65	1	3	3
Puente camino de Wildeg (Suiza).....	1	37,22	$\frac{1}{10.7}$	3,90	Monier	0,17	...	0,25	...	...	...
Puente camino Ebhausen (Wurtemberg).....	1	20	$\frac{1}{8}$	4,00	»	0,20	...	...	...	...	...
Puente camino Waidhofen (Austria).....	1	44	...	...	»	...	...	...	...	...	...
Puente camino Nymphenbourg (Baviera).....	1	17,30	$\frac{1}{9.4}$	10	»	0,30	...	1,20	...	...	...
Puente camino sobre el Bialka (Austria).....	1	26,30	$\frac{1}{4.1}$	?	»	0,32	...	0,45	...	...	...
Puente rielero Detroit (Estados Unidos).....	1	15,24	$\frac{1}{5.3}$	30,50	Melan	0,46	...	...	...	...	...
Puente camino Neutra (Hungria)	6	17	$\frac{1}{1.5}$	6	Wunch	0,25	...	1,38	...	...	...
Puente Edempark (Estados Unidos).....	...	21,30	$\frac{1}{7}$	10,30	Melan	0,38	...	1,22	...	...	...
Puente camino Topeka (Estados Unidos).....	5	30,10	$\frac{1}{6}$ med.	12,30	»	0,50	...	2,50	...	...	...
		33,80									
		38,40									
Puente camino Paterson (Estados Unidos).....	3	26,90 27,12	$\frac{1}{9.4}$	15,85	»	0,38	...	1,67	...	...	...
Puente camino Sarajevo (Bosnia)	1	25,36	$\frac{1}{10}$	11,65	Wunch	0,30	...	7,25	...	...	...

PUENTES DE HORMIGON, ARMADO

Año de la construcción	OBSERVACIONES
1898 1900	Bóveda única con triple articulacion. Armaduras formadas por arcos enrejados en número de seis para el Steyr. Sobre carga de cálculo: 700 kg./m. ² Presion máx: 29 kg./cm. ² Costo del Steyr: 69.300 fr.—A. P. C. 1899.—I.—A. T. P. B.—1899.
1903	Bóveda con triple articulacion, armada con cuatro arcos enrejados i ligados entre sí por contravientos. Tímpanos formados por pilares; tablero tipo Rivera. Andenes volados. Presion máxima 64 kg./cm. ² Sobre carga de prueba: 400 kg./m. ² en los andenes i tren reglamentario en la calzada. Costo 151680 pesetas o sea 196 pesetas/m. ² —R. O. P.—1902.
...	Seis arcos articulados en la clave i los arranques espaciados de 1 m. i formados por cantoneras de 80 mm. reunidas por tirantes U de 12 mm. Tímpanos alivianados con bovedillas de hormigon armado. Sobre carga de cálculo: 460 kgr./m. ² i carros de 12 T.—A. T. P. B.—1904.
1901	Bóveda única en arco carpanel con triple articulacion i armada con dieziseis arcos enrejados. Tímpanos alivianados con bovedillas de hormigon armado. Sobre carga de prueba: 400 kg./m. ² i carros de 12 T. Ha costado 154.000 fr. o sea alrededor de 290 fr. el m. ² —A. P. C.—II.—1903.
1900	Oblícuo a 45.° Sobre carga de cálculo: 500 kg./m. ²
1891	Bóveda única con armadura simple (íntrados) o doble (íntrados i trasdos). Armadura formada por barras directrices curvas i otras de reparticion dirigidas segun las jeneratrices de la bóveda i ligadas a las primeras con amarras de alambre.
...	Machones i estribos de hormigon no armado.
...	Arco carpanel. Sobre carga de cálculo: carros de 24 T.
1894	Sobrecarga de cálculo: carros de 12,8 T.
	(Otros del tipo Monier, pueden consultarse en los.—A. T. P. B.—1899)
1895	Oblícuo a 17.° Bóveda única mui reforzada en los arranques. Armaduras formadas por veintidos arcos enrejados i con alma llena en la rejion de la clave. Estribos de hormigon no armado.—A. T. P. B.—1897.
1892	Bóveda única que ocupa toda la altura comprendida entre el intrados i la calzada. Armadura formada por arcos metálicos completos. Sobre carga de cálculo: 400 kg./m. ²
1896	Sobrecarga de prueba: rodillo de 15 T.—A. T. P. B.—1897.
1896	Bóveda única armada por doce vigas de acero enrejadas de 0,45 m. en la clave i 0,65 m. en los arranques. El resto de la obra de hormigon no armado. Ha costado 625,000 fr. o sea alrededor de 240 fr./m. ² Un puente metálico hubiera costado 725,000 fr.—A. T. P. B.—1897 i 1898.
1897	
1897	Bóveda única en arco de círculo armado con diez vigas espaciadas de 0,60 m. Sobrecarga de prueba 480 kg./m. ² ; presion máxima en el hormigon 27 kg./cm. ² —A. T. C.—1898. (Otros de mismo tipo: A. T. P. B.—1899)

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Naturaleza de las articulaciones	ESPEORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓSIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS		
						Clave	Rifones	Arranques	Cemento	Arena	Piedrecillas
Puente camino Franklin (Estados Unidos).....	1	18,30	$\frac{1}{3.85}$	9,75	Melan	0,28	...	0,76	1	2,5	4
Puente Skodsborg (Dinamarca)...	...	21,85	$\frac{1}{8.5}$	3,14	Melan	0,25	...	0,26	...	...	...
Puente camino sobre el Gers en Auch (Francia).....	1	21	$\frac{1}{10.5}$	6,80	Bonna	0,30	...	0,30	...	...	...
Puente camino Châtellerault (Francia).....	1	40	$\frac{1}{10.4}$	8	Hennebq.	0,54	...	0,91	...	...	...
	2	50	$\frac{1}{10}$	8		0,44	...	0,80	...	...	...
Puente camino Painperdu (Gand)	1	21,92	$\frac{1}{7.8}$	12	Hennebq.	0,38	...	2,00	5 k	0,1	0,2
Puente camino i tranvías Illinois Street.....	3	22,20	$\frac{1}{9.4}$	18	Melan	0,40	...	...	1	2	3
Puente Meridian Street (Indianópolis, Estados Unidos).....	3	22,20	$\frac{1}{9.4}$	21	Melan	0,40	...	...	1	2	3
Puente camino Payerbach (Austria).....	1	26	$\frac{1}{14.4}$	5,50	Melan	0,45	...	1,46	...	...	...
Puente camino Bade (Austria)...	1	23,69	$\frac{1}{10}$	12	Hennebq.	0,40	...	2,70	...	...	...
Puente camino Vigneux (Francia).....	1	20,00	$\frac{1}{4.5}$	4	Piquetly	0,50	...	0,50	...	...	...
Puente i en y de Zanesville para camino i tranvías (Estados Unidos).....	8	24,60	$\frac{1}{10}$ max.	13,10	Thacher	0,45	...	2,50	...	...	...
		30,00				0,76	...	...	...
Puente Yacaguas (Puerto Rico)...	1	36,00	$\frac{1}{10}$	5,50	Thacher	0,50	...	2,50	...	...	...
	2	30,00										$\frac{1}{9}$
Puente Guayto (Puerto Rico).....	3	21,00	$\frac{1}{9}$ a $\frac{1}{10}$	5,50	Thacher	0,50	...	2,50	...	...	...
Puente camino Goats Islands (Estados Unidos).....	6	15,15 a	$\frac{1}{10}$	11,30	Thacher modifc.	1,95	...	1,80	1	2	4
		33,00									

Año de la construcción	OBSERVACIONES
1897	Bóveda única en arco carpanel armada con 11 vigas doble T de 0,20 m. de alto. La proporción del hormigón en los tímpanos es de 1, 3, 5. — L. C.—1899.
1898	Bóveda armada con cinco rieles Vignola de 28 kg. Tablero de hormigón armado con tela metálica i que descansa sobre montantes del mismo material. Costo: alrededor de 10.000 fr.—A. T. P. B.—1898.
1899	4 arcos de 0,40 m. de ancho. 2 pasillos volados de 0,75 m. Tímpanos formados por postes verticales. Tablero de 0,15 m. de espesor que recibe la calzada de madera. Armadura metálica completa de fierros planos formando un sistema rígido.—A. T. P. B.—1900 i L. C. 1899.
1899	Bóveda única de 6 m. de ancho reforzada con cuatro nervuras de 0,50 m. Andenes volados. Tímpanos formados por postes verticales de 0,20×0,20. Tablero de 0,15 m. de espesor medio. Armaduras metálicas de fierros circulares de acero dulce. Sobre carga de prueba: 600 kg./m. ² en los pasillos i 800 kg./m. ² de calzada, o un rodillo compresor de 16 T, 2 carros de 16 T i 8 ejes de 8 T. Costo total: 175,000 fr. para 1080 m. ² o sea 171 fr. por m. ² —A. T. P. B. —1900.—A. P. C.—1900.
1899	Ocho arcos de 0,25 m. de espesor i de 0,38 m. de alto en la clave i 2 m. en los arranques; armados en el trasdos i en el intrados Tablero armado i de 0,14 m. de espesor. Estribos de hormigón no armado. Sobrecarga de cálculo: 400 kg./m. ² o un rodillo de 18 T sobre dos ejes.—A. T. P. B.—1899.
1900	} Bóvedas armadas con vigas doble T de acero de 0,25 m. de alto i 39 kg. de peso por m.l, ancladas en los apoyos. La proporción del hormigón, con escepción de la bóveda, ha sido de 1, 3, 6.—L. C.—1901
1900	
1900	Bóveda única. Armadura formada por seis arcos enrejados de acero, espaciados de 1m. El resto de la obra no armado. (Otros del mismo tipo: A. T. P. B.—1899.)
1900	Tímpanos llenos i de armadura análoga al Soissons.—A. P. C.—I,—1904.
1900	Dos arcos de 0,50 m. de ancho. Dos pasillos volados. Tímpanos formados por postes verticales de 0,20 ×0,50. Tablero de rieles viejos i bovedillas de hormigón. Estribos de hormigón armado con rieles viejos. La armadura metálica de los arcos constituida con fierros circulares. Sobre carga de prueba: 400 kg./m. ² en los pasillos i carros de 8 T, en la calzada.—L. C.—1901.
...	Bóveda única armada con arcos constituidos por plats de acero independientes, provistos de remaches de cabeza alargada. El resto de la construcción de hormigón no armado.—L. C.—1902.
1900 a 1901	} Bóvedas armadas con fierros planos de 115×19 espaciados de 0,20 m. El resto de la construcción de hormigón no armado. Las bóvedas del Yacaguas se han ejecutado en tres secciones longitudinales i las del Guayto en dos.—A. P. C.—III.—1901.—L. C.—1901.
1900	Dos puentes: uno con un tramo central de 33 m. i dos extremos de 31 m., i el otro con un tramo central de 16,50 m. i dos extremos de 15,15 m.
1900	Bóveda única armada con trece arcos formados cada uno por dos fierros planos unidos con pernos i provistos de remaches de cabeza saliente. El resto de la obra de hormigón no armado, Costo: 510,000 fr.—L. C.—1901.

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Sistema de construcción	ESPEORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓSIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS		
						Clave	Rifones	Arranques	Cemento	Arena	Piedrecillas
Puente para tranvías sobre el Nervion, Pena (Portugal).....	5	35,00	$\frac{1}{8}$	3,60	Hennebiq	0,40	...	2,70	...	...	...
Puente camino Krapina (Croatie)	1	20	recto	6	Ways	...	...	...	...	...	...
Puente camino Bormida (Italia).	1	51	$\frac{1}{10}$	5,80	Hennebiq.	0,60	...	1,00	...	...	...
Puente misto, camino rielero sobre el Aisne en Soissons (Francia).	3	24,48 24,25	$\frac{1}{10}$	14	Hennebiq.	0,30	...	2,75	...	...	...
Puente camino Golbaro (España).....	1	30	$7\frac{1}{5}$	4	Ribera	0,50	0,50	0,50	...	...	...
Puente camino Mary (Queensland).....	11	15,25	...	6,30	...	...	...	...	1	1,5	4
Puente camino sobre el Dora (Italia).....	2	20,00	$\frac{1}{10}$	14,20	Hennebiq.	...	...	...	...	...	...
Puente camino sobre el Yellowstone.....	1	36,57	$\frac{1}{8}$	5,65	...	...	0,61	1,22	...	...	...
Puente rielero Newark	1	16,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Puente camino Chauderon Montbenon (Lausanne).....	6	28,80	...	18	Melan	...	...	...	...	...	...
Puente camino Arch Street (New Jersey).....	3	16,60	$\frac{1}{22}$	15,24 14,02	...	0,51	...	1,27	...	...	...
Viaducto camino sobre el Tagliamento (Italia).....	3	48	$\frac{1}{2}$	5	Melan	1,00	...	1,50	...	...	...
Puente camino San Sebastian sobre el Urumea (España).....	3	24,00	$\frac{1}{3}$	20	Rivera	0,60	...	0,70	...	...	...

Año de la construcción	OBSERVACIONES
1901	Arcos aislados de seccion rectangular contraventados a plomo de los montantes.—L. C.—1902.
1901	Dos vigas rectas con entramado de fierros planos, con huecos que les dan el aspecto de vigas Vierendeel.—A. T. P. B.—1902.
1902	Cuatro arcos de 0,50 m. de ancho espaciados de 1,10 m. i reunidos por un entramado continuo. Timpanos formados por pilares verticales. Sobrecarga de prueba: 1.100 kg./m. ² —B. A. 1903.
1902	Oblicuo a 30°. Siete arcos de 0,30 m. de ancho en la llave i 0,60 m. en los arranques, excepto los laterales que son de 0,25 m. soportan superiormente un forjado de 0,12 a 0,16 m. de espesor que constituye tablero. Proporciones del hormigon variables en las diversas partes de la obra. Costo: 205,390 fr. o sea 190 fr./m. ² —A. P. C.—1903.—III
1902 1903	Dos arcos de 0,50 × 0,50 m. armados con vigas doble T i arriostros transversalmente con viguetas armadas. Timpanos formados por pilares arriostros superiormente por viguetas. Tablero de hormigon. Andenes volados.—R. O. P.—1902.
...	Bóveda única armada con once arcos formados por rieles Vignola de 20 kgr. separados de 0,61 m. Costo: 630,532 fr.—A. P. C.—1900.—IV.
1902	Oblicuo a 26° 45'. Ocho arcos de 0,30 m. de ancho cada uno, espaciados de 1,66 m. i que ocupan toda la altura comprendida entre el intrados i el tablero, el que está formado por un entramado de 0,16 m. reforzado por nervuras de 20 × 40. Machon i estribos de hormigon armado sobre una fundacion de albañilería ordinaria. Sobrecarga de prueba: 600 kg./m. ² de pasillos i dos rodillos de 18 T i 20 T en fila o al frente.—B. A.—1903.
1903	Bóveda única armada por diez arcos formados por vigas enrejadas de 0,30 a 0,57 m. de altura, arriostros por barras de acero. Timpanos llenos de hormigon.—A. P. C.—1904.—II.
...	Bóveda única armada con hierros circulares encorvados en planos paralelos a los paramentos i hierros tambien circulares colocados en la direccion transversal al puente.—A. P. C.—IV.—1904.
...	Dos secciones de 5 m. de ancho cada una: el espacio entre ellas de 6,60 cubierto por una bóveda tambien armada. Cada seccion está armada con cinco arcos metálicos. Sobrecarga de prueba: 20 T sobre dos ejes, i sobrecarga uniforme de 450 kg./m. ² i carros de 20 T; presion máxima: 33 kg./m. ² Costo: 900.000 fr. A. T. P. B.—1904.—L. C.—1902.
...	Bóveda única armada con once vigas metálicas. Costo: 189.500 fr. Análogo a este son el Clifton i el Hacksack.—A. P. C.—I.—1905.
1904	Dos arcos de 2 m. de ancho en la clave i 3 m. en los arranques, con huecos de 0,50 de altura practicados en el intrados, que reducen los arcos a otros dos frontales reunidos por un entramado superior. Armaduras del tipo Melan. Las bóvedas soportan un viaducto de pequeños arcos de 10,50 m. que reciben la calzada. Sobrecarga de cálculo: 600 kg./m. ² —A. T. P. B.—1904.
1904	Bóveda única armada con trece vigas enrejadas en forma doble T. Timpanos aliviados con galerías longitudinales formadas por tabiques de 0,20 m. de espesor que soportan el tablero de 0,15 m. El costo de este puente monumental ricamente ornamentado es de 659.776 pesetas.—R. O. P.—1904 i 1905.

PUENTE	Número de tramos	Luz	Rebajo	Ancho total	Sistema de construcción	ESPEORES DE LA BÓVEDA EN LA			DÓISIS DEL HORMIG. EN LAS BÓVEDAS		
						Clave	Riñores	Atranques	Centeno	Arena	Piedrecillas
Puente rielero Carbondale	3	42,67	$\frac{1}{4,7}$	15,42	...	...	...	...	...	...	...
Puente Thur (Suiza).....	2	35,00	$\frac{1}{9}$	3,60	...	0,16	...	0,60	...	...	...
Puente rielero sobre el Kankakee (Washington).....	1	22,27	$\frac{1}{8,7}$	14	Thacher	0,40	...	1,14	1	2	4

Año de la construcción	OBSERVACIONES
...	Bovedillas transversales de hormigon armado que soportan un tablero del mismo material i que descansan sobre arcos elípticos de hormigon no armado. Costo: 625.000 fr.—A. P. C.—1904 —II.
1904	Bóveda armada con hierros circulares. Tres vigas de 0,16 m. de alto soportan el tablero de 0,10 m. a 0,14 m. de alto. Sobrecarga de cálculo 300 kg./m. ² Costo: 35.000 fr. o sea unos 140 fr/m. ² —G. C.—XLV.
1904	Bóveda en arco carpanel armada con hierros planos espaciados de 0,43 m. i anclados en los arranques. Las bóvedas se han ejecutado en tres secciones longitudinales. Cada par de hierros planos de la armadura, reunidos por hierros circulares. Timpanos rellenos de tierra; los muros de paramento son de hormigon de 1, 3, 6. En las fundaciones i apoyos la proporcion es de 1, 3, 5, 7. Costo: 227.350 fr., incluyendo el desarme del antiguo puente metálico de viga Bow-string i la construccion de un pasillo para peatones.—J. W. S. E.—Abril, 1905.