

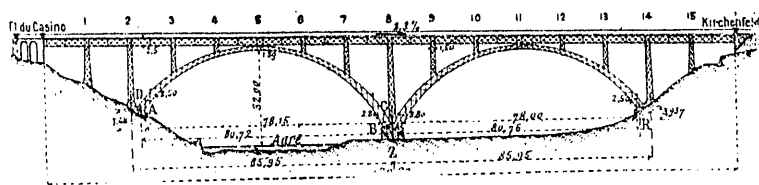
REVISTA EXTRANJERA

El refuerzo del puente de Kirchenfeld en Berna
(hierro y cemento armado).

Sobre este asunto publica el profesor A. Kohn un extenso artículo en el *Schweiz. Bauzeitung*, y de él tomamos las figuras 1.^a (esquema de conjunto del puente de Kirchenfeld antes de ser reforzado), 2.^a (esquema de los arcos del lado de la plaza del Casino), 3.^a y 4.^a (pilares principales después de ser reforzados) y el resumen que constituye esta nota.

El puente de Kirchenfeld, sobre el Aar, que tiene dos grandes arcos de 78 metros de luz y una longitud total de tablero de 229,20 metros, fué construído en 1882-1883, mediante un gasto de 1.250.000 francos.

Desde hace bastante tiempo, su defecto de rigidez, el mal es-

Fig. 1.^a

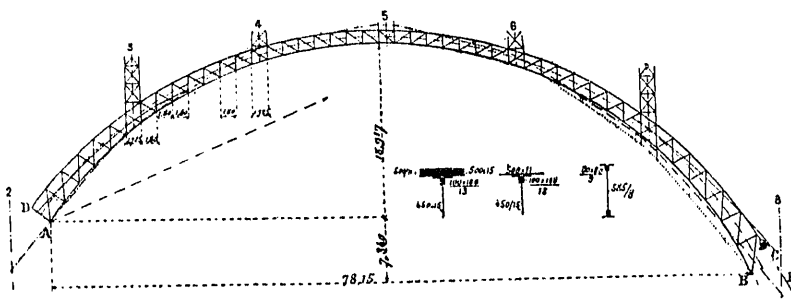
tado del camino carretero, la necesidad de colocar en él una segunda vía de tranvía hacían precisa la realización de un refuerzo eficaz. En 1894 se reforzó, sin gran resultado, el contraviento de los arcos. En 1899 el profesor Ritter procedió á una verificación de su resistencia estática, y teniendo por base este trabajo, el Ingeniero von Bonstetten redactó un proyecto de consolidación para la ciudad de Berna. Este proyecto, cuya evaluación subía á 400.000 francos, fué aprobado en 1912-1913 por el Gran

lugar de consolidarlo, se ha creído más ventajoso reemplazarlo por un embaldosado de cemento armado que permitía poner tirantes las cabezas de viga superiores de los largueros y unos arriostramientos, además de reducir esto los gastos de entretenimiento. Este embaldosado recubierto de una capa de asfalto colado de un centímetro lleva un pavimento de madera de 10 centímetros con 5 centímetros de hormigón de guijarros. El peso por metro cuadrado resulta de 670 kilogramos en tanto que era de 790 por metro cuadrado en el antiguo piso. En cuanto á los carriles del tranvía se apoyan sobre unos largueros de madera alquitranada de espesor variable á causa de las irregularidades del perfil. El embaldosado de cemento armado se compone de tres partes de 86 metros de longitud cada una, con unas barritas de palastro estriado en las juntas y los carriles de tranvía tienen también en los mismos puntos unas juntas de dilatación.

El refuerzo de las piezas de puente intermedias ha tenido por objeto llevar la carga muerta y una mitad de las cargas móviles sobre las diagonales tensas que estaban reforzadas y sobre los montantes, en tanto que las diagonales comprimidas no reforzadas se aliviaban en otro tanto. El mismo principio se ha aplicado para las piezas de puente principales con esta diferencia, que como aquí tenían los montantes una sección excéntrica, no había razón para aumentar notablemente su trabajo como piezas comprimidas.

De la misma manera se han tratado los largueros principales añadiéndoles en el curso de la ejecución unos refuerzos provisionales de madera.

Para el refuerzo de los arcos principales que descansaban sobre unos apoyos sin articulación y que habían sido calculados como tales por Ritter, se comenzó por suprimir los puntos de

Fig. 2.^a

- — — Curva de presiones debidas á las cargas estáticas, para el arco de dos articulaciones A y B.
- La misma curva teniendo en cuenta el empuje P de 130 toneladas en C.
- - - - La misma curva en el arco primitivo.

Consejo y la Cámara de Berna. Su ejecución, sin embargo, se ha llevado á cabo por M. A. Kohn.

Las cargas tomadas como base de los cálculos han sido:

- a) Carretones según las prescripciones de 1892 del departamento federal de Correos y ferrocarriles, 20 toneladas.
- b) Tranvías de un metro de anchura de vía, sobre una vía, una plataforma de 19 toneladas con 3 metros de separación de eje y sobre la otra vía una automotora de 14 toneladas con 3,20 metros de separación de eje.
- c) Masa de peatones á razón de 450 kilogramos por metro cuadrado.
- d) Carretón de 20 toneladas entre las dos vías de tranvías según el eje longitudinal y simultáneamente una automotora de 14 toneladas.

El piso primitivo estaba formado de una capa de hierros que soportaba una de cemento fino, y el empedrado de la calzada, en

caída de manera de realizar el arco de dos articulaciones, y se procedió entonces al refuerzo de las secciones y á la reparación de los roblonados. Para levantar la curva de las presiones se introdujo al exterior de una de las caídas una presión por gato hidráulico, calculada de manera que ninguna reacción negativa pudiera producirse sobre los apoyos y que el trabajo de los elementos de arco más fatigados fuese disminuído y no excediese, á lo más, de un 22 por 100 la tasa admitida por el Reglamento. La verificación de los esfuerzos así ejercidos se efectuó por medio de aparatos Manet Rabut. Las pilas principales se consolidaron por el hormigonado de sus vigas verticales y su ligazón por medio de unas planchas de cemento armado de 12 centímetros. Los arriostramientos y los cruzamientos de estas pilas fueron también rodeados de hormigón de modo que la totalidad de los hierros se encontrase protegida contra la herrumbre por el revestimiento.

La marcha que siguieron las obras fué la siguiente: á fines de Abril, hormigonado de la pila mayor á fin de atirantar la obra transversalmente antes de demoler el antiguo tablero. En Mayo, suspensión del paso de los carruajes, conservándose el de los tranvías al paso. Julio: principio de la demolición del antiguo tablero del lado de agua arriba. Los hierros de éste se cortaron á un metro del eje por medio del soplete oxihídrico. Después de la aplicación de los refuerzos provisionales de madera, de la operación de quitar las diagonales que había que reforzar y de su nueva colocación en su sitio, se efectuó el embaldosado de cemento armado, su revestimiento de asfalto y la calzada.

La modificación de las caídas para el apoyo central se comenzó el 30 de Junio y el 31 de Julio para las de agua arriba y

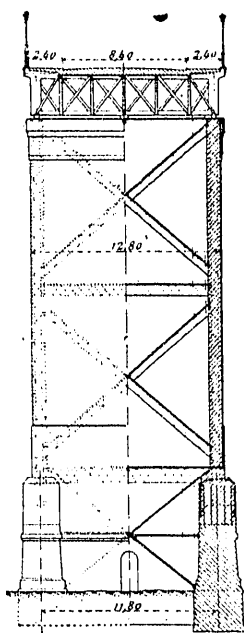


Fig. 3.ª

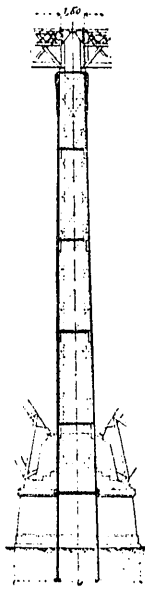


Fig. 4.ª

para las de agua abajo del 12 al 14 de Noviembre. La curva de las presiones definitivas para la carga muerta se realizó del lado agua arriba los días 18 de Octubre y 8 de Noviembre, y del lado agua abajo los 15 y 13 de Diciembre. De este modo el gran arco de agua arriba á la izquierda, ha funcionado más de tres meses como un arco de dos articulaciones.

Las obras de refuerzo de los arcos contra la flexión y la consolidación de sus roblonados se prosiguieron por medio de andamiajes suspendidos de los arcos, y se prolongaron á causa de los desplazamientos sucesivos impuestos á los talleres hasta el 15 de Enero de 1914. Las pinturas y la pavimentación de la calzada se terminaron en Junio de 1914.

Pruebas.—Para verificar el efecto de la baldosa de cemento armado se realizó el 28 de Enero de 1914 una prueba con dos rodillos de vapor de 14 toneladas cada uno, en la que se observó que para cada posición de los rodillos todos los largueros intermedios sufrían una presión positiva de los apoyos; se obtenía este resultado por la tirantez considerable del tablero, al mismo tiempo que la proporción elevada de hierros en la armadura ponía de manifiesto notablemente el reparto de las cargas y su disminución en los largueros intermedios.

En resumen: si esta baldosa de cemento armado no sufre á la larga deterioros que no se pueden prever, su sustitución á los antiguos hierros habrá sido ventajosa desde el punto de vista del trabajo de los elementos metalúrgicos.

En Julio de 1899 el profesor W. Ritter había procedido cuando la inauguración del puente á la medida de las oscilaciones por medio del indicador Fränkel. Las oscilaciones horizontales máximas producidas por una tropa marchando al paso llegaron á 7,6 milímetros, y las oscilaciones verticales al paso de un vehículo al trote fueron de 4,5 milímetros. El 29 de Abril de 1914 se repitieron las medidas una vez reforzado el puente, empleándose con el aparato Fränkel los de Rabut y de Askemsky. Al atravesarlo un batallón al paso no dió más que $\pm 0,45$ milímetros de oscilaciones horizontales, y el paso de un vehículo al trote no acusó como oscilaciones verticales más que $\pm 1,9$ milímetros. Las oscilaciones horizontales han venido á ser, por lo tanto, insignificantes, y las verticales han sido sensiblemente atenuadas.

Los gastos invertidos en las obras son:

	Francos.
Derribo de la antigua plataforma y construcción de la nueva.....	144.000
Refuerzo de la armadura horizontal que soporta la plataforma.....	86.500
Refuerzo de los grandes arcos.....	47.000
Revestimiento con cemento armado de las grandes pilas.....	74.500
Pasadera, andamiaje, pintura y diversos.....	42.000
Renovación del asfalto de las aceras, obras de saneamiento.....	10.500
Alumbrado.....	12.000
TOTAL.....	416.500

El embaldosado con cemento armado para la plataforma ha resultado á 29 francos el metro cuadrado.

La consolidación de la armadura horizontal del tablero á 1.220 francos la tonelada, la de los arcos principales á 960 francos.

La construcción de las paredes de cemento armado ha salido á 14,65 francos el metro cuadrado.

El halado eléctrico en el canal de Panamá.

Para evitar todo choque entre los buques movidos por sus propios medios y las puertas de las esclusas, se ha decidido remolcar á los primeros por unas locomotoras eléctricas cuando pasan por las esclusas. La disposición general es la misma para todas las esclusas: un muro de 1.930 metros de longitud situado en medio de la esclusa divide á ésta en dos depósitos que sirven cada uno para la navegacion en una dirección. Los muros exteriores tienen dos vías, una para el halado y la otra para el retorno en vacío de la locomotora; el muro de en medio lleva del mismo modo dos vías exteriores para el halado y una vía central para el retorno. Cuatro locomotoras se emplean para remolcar á un buque: dos delante efectúan la tracción y dos detrás aseguran la tensión de los cables y la dirección del buque. Las vías del halado son de cremallera con rampas de 44 por 100. La corriente trifásica á 22 voltios y 25 períodos que abastece á las locomotoras, está distribuída á lo largo de la vía por carriles en T superpuestos correspondiendo cada uno á una fase; la tercera está representada por los carriles de rodamiento.

Tomamos esta nota del resumen que, de un artículo de *La Lumière Electrique*, hacen los *Annales des Ponts et Chaussées* (1915-III).

