

REVISTA EXTRANJERA

El nuevo puente sobre el Niágara.

Se ha construido sobre el Niágara un nuevo puente de arco que sustituye al célebre puente colgado construido por Røebling en 1855, el primero de esta clase que sirvió para dar paso á un ferrocarril. El nuevo puente metálico se inauguró en 27 de Agosto del año próximo pasado, habiendo durado las obras poco más de un año, y ha sido descrito extensamente por el Ingeniero M. Buck en la *American Society of Civil Engineers*, número correspondiente al mes de Abril de este año, de donde reproducimos los siguientes dibujos y extractamos la descripción del nuevo puente.

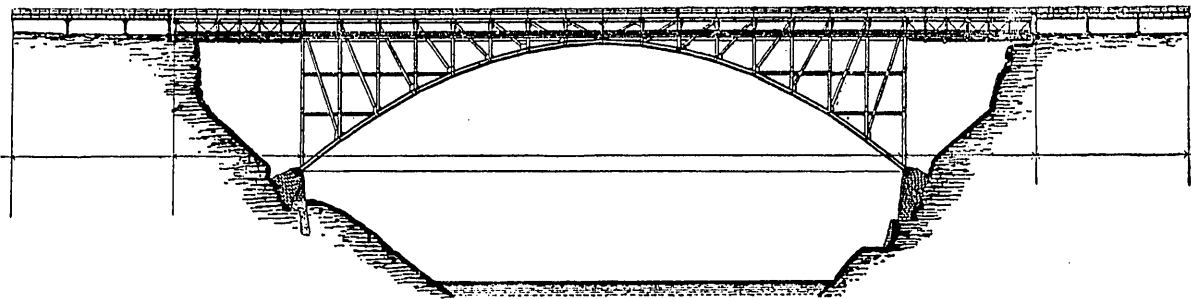
El puente antiguo, á pesar de haber sido reparado y reforzado en varias ocasiones, llegó á ser insuficiente para el tráfico activo y pesado que por él debía circular. y en 1896, la Compañía decidió reemplazarlo por un puente de arco de acero, situado en el mismo lugar que ocupaba el antiguo, como puede observarse en la figura 5, que representa una sección transversal de la parte superior del nuevo puente; en ella se ha indicado con líneas de puntos la sección transversal del antiguo puente colgado.

clave van sostenidas casi exclusivamente por el arco. Constitúyese así un sistema que se puede considerar como un conjunto de dos ménsulas apuntaladas mutuamente por sus extremos.

En vista de estas consideraciones y de los resultados experimentales obtenidos en el puente de la Avenida de Rochester, construido poco antes con tres articulaciones por el mismo autor del proyecto del puente del Niágara, éste se decidió, teniendo en cuenta el pesado tráfico del nuevo puente, por el sistema articulado en los arranques y de unión rígida en la clave.

El procedimiento de cálculo adoptado fué el que expone en el capítulo XII de su tratado sobre arcos metálicos el profesor Greene. Sin embargo, se han adoptado para las secciones prácticas de las barras las medias aritméticas entre las áreas obtenidas por este método y las necesarias en el supuesto de que el arco fuera articulado en la clave, con el objeto, dice el autor de la memoria citada, de ponerse á cubierto de las imperfecciones de ajuste debidas á las variaciones de la temperatura.

El tramo principal del nuevo puente del Niágara consta de dos cerchas en arco con enjutas rígidas, compuestas de montantes y diagonales que descienden desde los arranques hacia el centro. Hay además, en cada cercha, dos órdenes de arriostramientos horizontales. La luz del arco es de $167^m,75$ y la flecha $34^m,77$. Este arco central se enlaza con las márgenes por medio

Fig. 2.^a—Alzado.

Los arcos metálicos usados actualmente comprenden tres tipos diferentes, dice el autor de la memoria citada: 1.º De tres articulaciones, en la clave y en los apoyos: 2.º De dos articulaciones, en los apoyos solamente: 3.º Sin ninguna articulación ó arcos elásticos. Con las mismas líneas generales en el alzado, y sin más que modificaciones relativas á la disposición, el mismo esquema de un cuchillo puede adaptarse á los tres sistemas, y las distribuciones de las tensiones que se originan bajo la acción de las cargas pueden variar así radicalmente. El problema de la elección entre estos tipos es de muy difícil solución.

El arco de tres articulaciones ha sido, y continúa siendo quizás todavía, un tipo popular, á causa de su sencillez y de la facilidad del cálculo, puesto que este sistema no influyen en los esfuerzos de las piezas las variaciones de la temperatura. Mas lo que se gana bajo estos aspectos no es sin menoscabo de la rigidez, lo cual, si es sólo un inconveniente pequeño cuando se trata de armaduras de tejados, es de gran importancia en los puentes, sobre todo si están destinados á soportar grandes cargas.

Una de las grandes ventajas que proporciona la supresión de la articulación de la clave y la introducción de tímpanos rígidos consiste en que el larguero superior contribuye eficazmente á sustentar las cargas, las cuales en los puentes articulados en la

de dos tramos rectos de $35^m,08$ de luz, de modo que la longitud total del puente viene á ser de $237^m,91$. Lo mismo que el antiguo puente colgado, el nuevo puente tiene dos pisos: el superior para el ferrocarril y el inferior para el servicio de una carretera; esta disposición ha obligado á construir dos viaductos de acceso de tres tramos y de $45^m,75$ de longitud cada uno para establecer la continuidad de la vía férrea entre el puente propiamente dicho y los terraplenes contiguos.

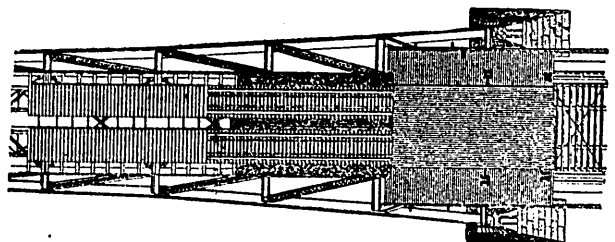


Fig. 3.—Proyección horizontal.

Todas estas disposiciones generales se pueden observar en la vista general (fig. 1) y en el alzado y proyecciones horizontales representadas en las figuras 2, 3 y 4.

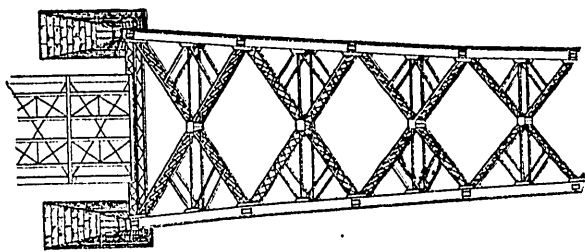


Fig. 4. — Proyección horizontal de los arriostramientos de los arcos.

La figura 5, que representa la sección transversal del arco central, completa las disposiciones de conjunto de esta obra.

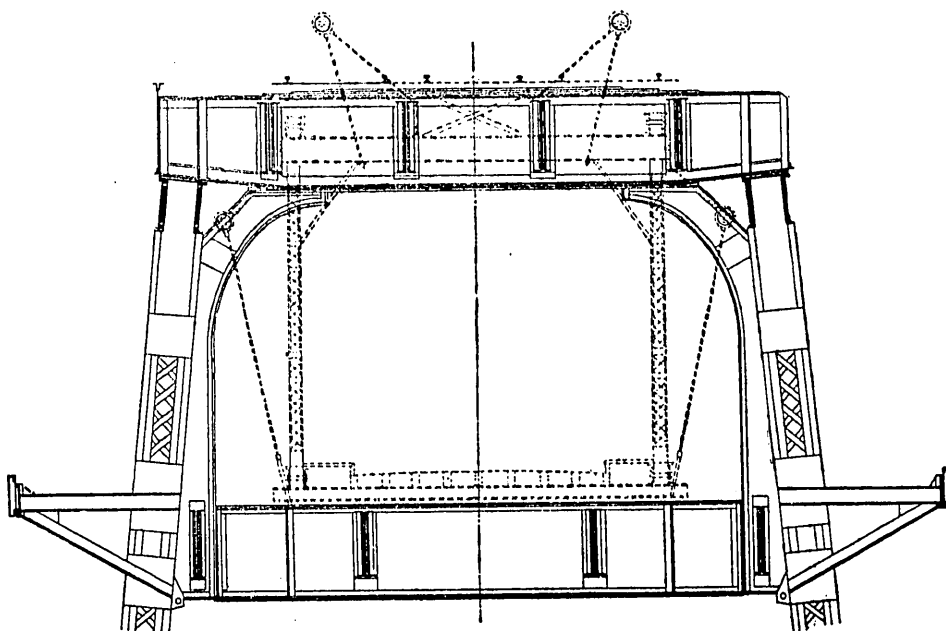


Fig. 5. — Sección transversal y posición relativa del puente antiguo y del nuevo.

Los cuchillos principales tienen un talud de $\frac{1}{10}$ respecto a la vertical, de modo que su separación es menor en la clave que en los arranques, como se observa en la planta.

Los montantes, y por consiguiente las viguetas de ambos pisos, están separados $10^m,49$ entre ejes. Existen entre ellos arriostramientos transversales en planos verticales, y a la altura de las riostras horizontales que se observan en el alzado hay enrayados y arriostramientos horizontales triangulados por medio de cruces de San Andrés. Entre los arcos de los dos cuchillos hay también riostras transversales y diagonales, que se ven claramente en la proyección horizontal (fig. 4). Los arcos son parabólicos.

Las secciones del arco, del larguero superior y de los montantes son rectangulares; las de los diagonales son en forma de doble T.

Estas secciones y los ensamblajes de las diversas piezas de los cuchillos principales se pueden estudiar en las figuras 6 y 7, que represensan detalles del alzado y de la clave respectivamente.

Uno de los puntos más interesantes y dignos de estudio es la disposición de las articulaciones, representada en la figura 8.

Están formadas de dos grandes piezas de acero fundido; la superior tiene forma de sector y su superficie convexa se adapta a la cóncava del cojinete inferior que se apoya en el estribo de fábrica por una gran placa rectangular de $4^m,25$ de longitud por $2^m,14$ de ancho. Las superficies convexa y cóncava de las dos piezas no coinciden, sino que son concéntricas y entre ambas hay interpuestos 45 rodillos para disminuir el rozamiento, disposición que se asemeja a la del cojinete de bolas usado en las bicicletas. Esta disposición se ha adoptado para evitar el empleo de una rótula de dimensiones exageradas. La carga máxima de los rodillos, admitiendo que la presión se reparta uniformemente entre ellos, es de 389 kilogramos por centímetro de longi-

tud según la generatriz. Las dos piezas que componen la articulación están unidas entre sí por medio de dos barras termina-

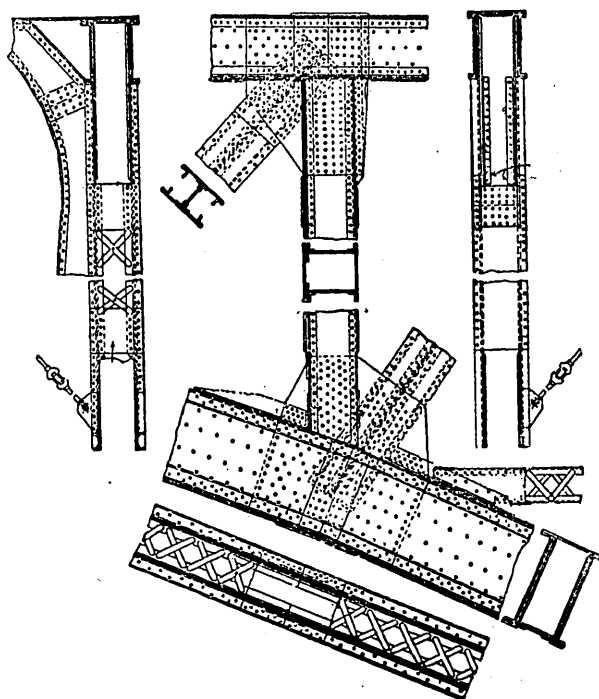


Fig. 6. — Detalles de las secciones y ensamblajes del cuchillo principal del tramo central.

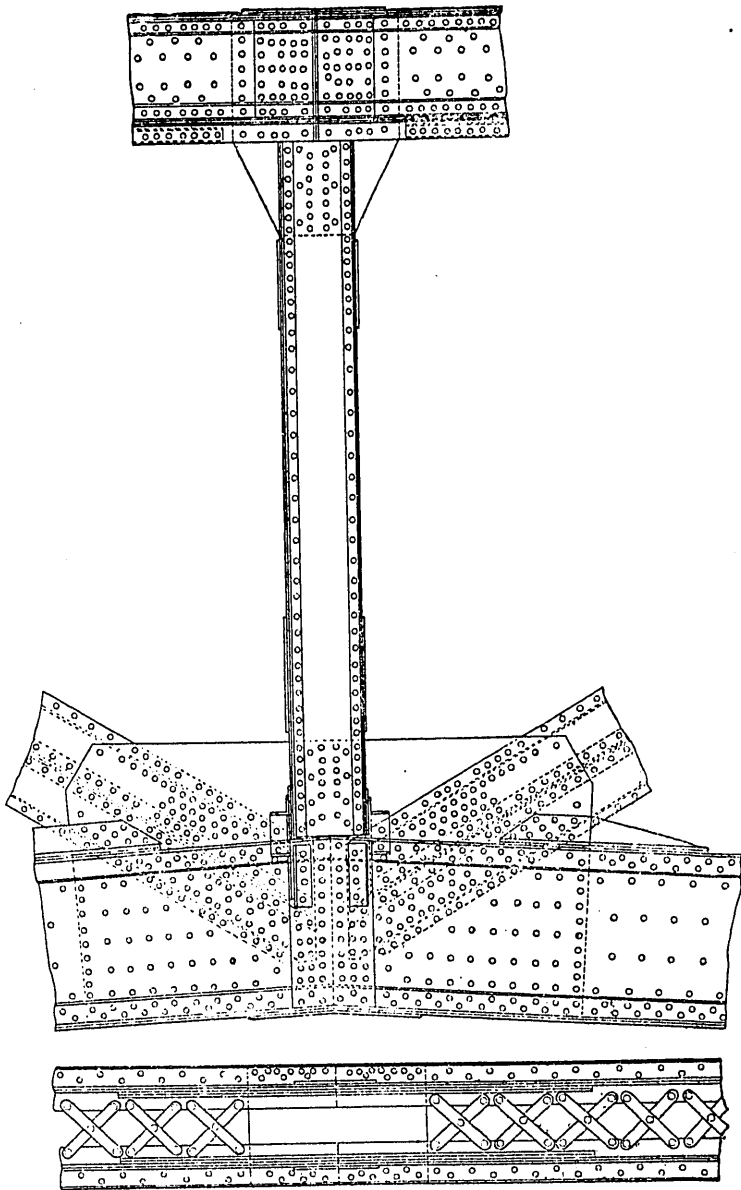


Fig. 7. -Detalle del alzado en la clave.

das en ojos, atravesados por clavijas, todo lo cual se ve muy claramente en la figura.

La junta entre la placa de apoyo y la fábrica está formada

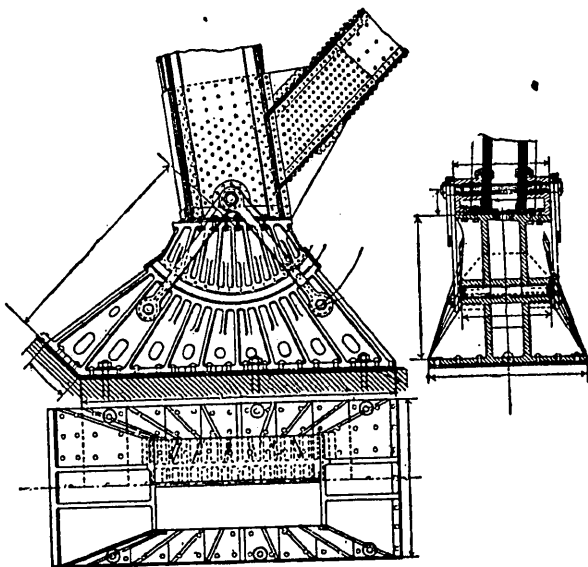


Fig. 8. -Detalles de la articulación.

por un betún compuesto de 32 partes de limaduras de fundición y una de sal amoníaco perfectamente mezcladas. Se adoptaron estas proporciones después de haber probado diferentes mezclas, por ser la más resistente.

La disposición de los estribos de fábrica se puede observar en las figuras 1, 2, 3 y 4. Son de mampostería concertada caliza, con hiladas regulares y juntas de 12 milímetros de espesor. Los sillares en que se apoyan las placas que constituyen las bases de los cojinetes de la articulación son de granito. Los estribos de fábrica descansan en un fuerte banco de caliza gris de 4 metros de espesor, que se encuentra á la mitad próximamente de la altura del escarpe en ambas márgenes, las cuales están constituidas por capas alternadas de caliza y de arenisca, cuyas resistencias son muy variables.

La presión máxima que transmite la placa del cojinete á los sillares de granito es de 23 kg, 73 por centímetro cuadrado. En la colocación de la fábrica de caliza del estribo la presión es de 21 kilogramos, y en la base del estribo se acerca á 8 kilogramos por centímetro cuadrado.

En el número próximo daremos á conocer los procedimientos empleados en el montaje de este puente.

Comparación entre la tracción eléctrica y la tracción por vapor en los ferrocarriles italianos.

El *Boletín de la Comisión internacional del Congreso de ferrocarriles* ha publicado en su número del mes de Julio último, un interesante informe leído ante la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de Roma acerca de la posibilidad de la adopción, en casos determinados, de la tracción eléctrica, en las grandes líneas de Italia.

Hé aquí, en resumen, las conclusiones de dicha memoria: «No se puede pensar, dado el estado actual de la tracción eléctrica, en aplicarla á los ferrocarriles, empleando los procedimientos de alimentación interior de los motores de los coches, es decir, los acumuladores y las locomotoras «Heilmann.» Conviene recurrir á los sistemas que envían al tren la corriente producida por generadores exteriores por medio de un conductor instalado á lo largo de la línea. Este conductor puede ser aéreo ó subterráneo, según las necesidades estéticas y las condiciones especiales de la instalación; este último medio es siempre más costoso.

El sistema de carril central que sirve como conductor parece susceptible de dar buenos resultados.

La corriente debe ser alternativa para permitir su transporte á grandes distancias sin pérdidas exageradas de potencial.

Finalmente, la tracción eléctrica será más económica que la tracción por el vapor en los siguientes casos:

1.º Cuando se disponga de saltos de agua capaces de suministrar la potencia necesaria á la estación central y que puedan reemplazar al carbón, que en Italia especialmente es muy costoso.

2.º Cuando el tráfico sea bastante importante, en una sección cuya longitud no exceda de 30 kilómetros, para justificar el empleo de carruajes automotores ó de trenes eléctricos compuestos de dos ó tres vehículos solamente, y que se sucedan á cortos intervalos.