

para dedicar una consignación al comienzo de otras obras, que tampoco se terminan, y aquéllas se multiplican sin que ninguna quede terminada. (*Ovación.*)

En España se ha gastado mucho dinero en obras públicas. Desde el año 98, en que se operó una reacción contra los pesimismo funestos que rigieron la vida de España desde la Restauración al 98, comenzó á gastarse dinero en obras públicas, y fueron organizados unos servicios que, con máximo de gasto, obtenían el mínimo de rendimiento. Creo que éste es el momento, para reparar la falta cometida, de dar impulso á nuestra riqueza, y es lástima que para ello no hayamos aprovechado estos cuatro años.

Próximo á salir del Ministerio de Fomento, me siento satisfecho. No he realizado lo que esperaba. Pero he dado todo lo que podía dar. Y he de demostrar mi reconocimiento a los Cuerpos de Ingenieros que del Ministerio dependen, porque en ellos he encontrado tanto entusiasmo para secundar mis iniciativas, que no quiero perder esta ocasión para expresarles el testimonio de mi más profundo agradecimiento. » (*Los concurrentes tributan una entusiasta ovación al Ministro de Fomento.*)

Éste, después de terminado su discurso, hizo entrega del premio del concurso de 1917 al Ingeniero de Minas D. José Romero Ortiz de Villacián, que fué muy felicitado.

El Presidente expuso en breves palabras al Sr. Cambó el deseo de los miembros del Instituto de nombrarle socio honorario de la entidad. La aceptación del Ministro fué acogida con grandes aplausos.

## Premio "García Faria,,"

El Ilmo. Sr. D. Pedro García Faria, Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, ha depositado 10.000 pesetas á nombre del Instituto de Ingenieros Civiles para la adjudicación de un premio al mejor trabajo que se presente, en Concurso libre, sobre un plan general de saneamiento de España y las medidas más eficaces para reducir de un modo inmediato la mortalidad media de nuestra Nación.

Aunque no han sido aun ultimadas las bases porque ha de regirse este Concurso, podemos, sin embargo, anticipar que hasta la primavera próxima estará abierto el plazo de admisión de trabajos, y que el Jurado, que se designará á última hora, estará constituido por un Ingeniero, un médico y otra persona de reconocida competencia cuyo nombramiento se reserva al generoso donante.

El premio «García Faria» consistirá en 10.000 pesetas en metálico, de cuya cantidad habrán de salir los gastos de una primera edición de la Memoria elegida, de forma que sea 5.000 pesetas la cantidad mínima que reciba el autor del trabajo premiado.

En breve se publicarán las bases de este Concurso, que se hallarán también expuestas, y á disposición del público, en el Instituto de Ingenieros Civiles, calle del Marqués de Valdeiglesias, núm. 1.

Reciba un entusiasta aplauso nuestro distinguido compañero que de tan altos problemas se ocupa dando muestra de acendrado patriotismo.

## EL PUENTE DE TRAMOS CONTINUOS DE SCIOTOVILLE SOBRE EL OHIO (ESTADOS UNIDOS)

Se acaba de terminar en los Estados Unidos un puente, por el cual el Chesapeake and Ohio Northern Railway atraviesa el Ohio, cerca de Sciotoville. Esta obra, que describe el Ingeniero de Artes y Manufacturas M. P. Calfas, en un artículo publicado recientemente en *Le Génie Civil*, y que resumimos en esta nota, es interesante por diversas particularidades, y principalmente por estar constituido por una viga continua de 472,44 metros de longitud, que se apoya en su punto medio sobre una pila, que le divide en dos tramos iguales de 236,22 metros cada uno. Sobre esta pila de mampostería, la altura de la estructura metálica es de 39,37 metros de eje á eje de las vigas parciales.

La construcción y el montaje de esta obra se complicaba todavía más por la necesidad de dejar la navegación libre durante los trabajos, lo que impedía establecer andamiajes bajo uno de los tramos, el que correspondía á la parte más profunda del valle. Se ha estado, pues, en la necesidad de construir uno solo de los tramos con andamiaje, estando montado al aire el otro tramo. Durante el montaje de este tramo se ha encontrado que ciertos elementos de la celosía soportaban esfuerzos de signo contrario á los que debían soportar normalmente, una vez terminada la obra, lo que ha complicado la construcción. En fin, los elementos de la obra, particularmente los trozos de las vigas parciales, eran de un peso considerable, lo que hacía difícil su manejo para el montaje al aire.

Una particularidad especial de la construcción ha complicado aún más el montaje: el autor del proyecto, el Ingeniero M. G. Lindenthal, de Nueva York, decidió dar á los principales elementos de la celosía una curvatura antes del montaje, destinada á contrarrestar la influencia de los esfuerzos secundarios, debidos al peso muerto y á la mitad de la carga móvil, debiendo el efecto de estas cargas volver á dar á estos elementos, una vez montados, la forma rectilínea. Pero para realizar el montaje en estas condiciones ha sido necesario emplear un herramental complicado y, sobre todo, particularmente fuerte.

*Descripción de la obra.*—El viaducto de doble vía de Sciotoville tiene una longitud total de 1.065,27 metros; además del puente principal, de 472,44 metros, comprende un viaducto de avenida de 269 metros de longitud en la orilla septentrional y otro de 323,85 metros en la meridional. El peso total de la estructura metálica es de 15.000 toneladas. Los viaductos de avenidas se componen cada uno de un tramo de 46,48 metros de longitud, adyacente á uno de los tramos principales, seguido de tramos de 20,57 á 33,52 metros de longitud. Todas estas estructuras están constituidas por vigas de celosía triangular ordinaria; no presentan particularidades especiales y han podido construirse con facilidad sobre andamiajes usuales.

La fig. 1.<sup>a</sup> muestra la forma de celosía adoptada para las dos vigas principales, que son del tipo Warren. La altura de estas vigas es de 39,37 metros en su parte media, de 23,62 en los montantes de los cuadros extremos y de 31,50 metros en las partes intermedias; las vigas están espaciadas 11,81 metros de eje á eje. Cada semiviga se compone de cinco cuadros principales triangulares, divididos á su vez en cuatro cuadros de 11,85 metros por montantes verticales. Las barras oblicuas de cada triángulo están unidas en su punto medio por una barra transversal, y otras barras oblicuas constituyen una segunda triangulación de dimensiones menores en una mitad que la principal.

En el vértice de cada montante, una fuerte riostra horizontal une las dos vigas; por otra parte, por debajo del medio de su altura, estos montantes están arriostrados por dos piezas horizontales, estas montantes están arriostrados por dos piezas horizontales, unidas á su vez por barras diagonales que forman una verdadera viga de celosía. En cada extremo de la obra un fuerte pórtico une las dos vigas.

Las viguetas que soportan el tablero tienen en elevación una

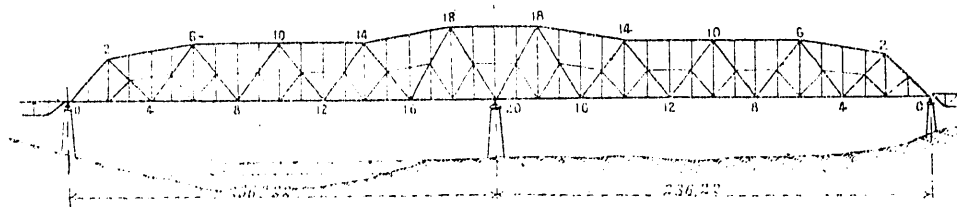


Fig. 1.ª

forma en U. Están constituidas por vigas macizas de 2,25 metros de altura, que se encorvan en los extremos para venir á enlazarse con los montantes de las vigas continuas.

Las vigas parciales están constituidas por una estructura de cajón rectangular, formada por dos hierros en I, unidos á la parte superior por un palastro plano y á la inferior por una celosía de perfiles en **U**. Los montantes y las barras oblicuas están formadas por cajones, cuyas caras laterales son de celosía. Las principales ligazones se han hecho con unas planchas, que tenían hasta 3,55 metros de anchura y 5,50 de longitud; los roblones colocados en el curso del montaje tienen hasta 32 milímetros de diámetro y 187 milímetros de longitud entre cabezas. Las piezas de acero moldeado, que forman parte de la estructura del puente y sirven principalmente para transmitir la carga á los apoyos, pesan hasta 20 toneladas. Cada uno de los soportes, dispuestos sobre la pila central, sostiene 5.000 toneladas.

El peso muerto del puente es de 27.900 kilogramos, próximamente, por metro lineal, y se ha calculado la obra en la hipó-

(fig. 1.ª) más que bajo una cierta sobrecarga, las piezas montadas en reposo no presentaban en las ensambladuras los ángulos del trazado teórico. Para realizar la ensambladura de cada triángulo era necesario ejercer un esfuerzo de torsión especial por medio de gatos, sobre uno por lo menos de sus lados. Cada triángulo, tal como ABC, de la celosía, por ejemplo (fig. 3.ª), no podía montarse más que según la forma A'B'C' (las curvaturas es-

tán evidentemente muy exageradas en el esquema). En cada triángulo se encontraba en general un lado, tal como AC, menos rígido que los otros dos, y sobre el cual se ejercía la curvatura máxima. Cada ensambladura se efectuaba, por otra parte, separadamente por medio de pernos, después se desmontaba para la verificación de las juntas siguientes antes del montaje de conjunto, realizado por medio de gatos, y del roblonado definitivo.

El montaje de los cuatro cuadros medios presentó la mayor dificultad, á causa de la gran sección de las barras que los componen. También las dos ensambladuras que quedan abiertas en la figura 4.ª no se efectuaron hasta que el montaje de los dos tramos estuvo completamente terminado, y entonces las vigas parciales soportaban en este punto casi sus cargas normales.

Gatos especiales, los unos de cuñas, los otros hidráulicos, se han empleado para producir, bajo las barras y los montantes, los esfuerzos necesarios para asegurar las ensambladuras de los triángulos.

Montaje.—En la región del puente de Sciotoville el Ohio está

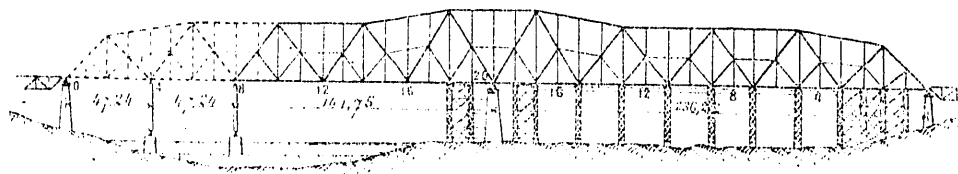


Fig. 2.ª

tesis del paso de dos trenes normales. La descripción de la obra se ha hecho en varios periódicos americanos é ingleses, principalmente en el *Engineering News Record* y en el *Engineering*, y á ellos se refiere el autor en el artículo que extractamos.

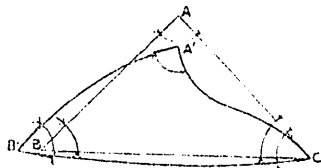
Todas las juntas de la obra están roblonadas, y, por consiguiente, son rígidas. Bajo la carga normal, las vigas parciales están sometidas á esfuerzos de flexión, que tienden á encorvarlas, flexionándose la obra entera bajo su propio peso y bajo la sobrecarga. Para corregir con antelación esta curvatura se han montado las barras con una curvatura exactamente opuesta á la que produciría una carga dada (el peso muerto y la mitad de la sobrecarga normal), de modo que, bajo esta carga, las barras vinieran á ponerse rectilíneas y libres de esfuerzos de torsión ó de flexión secundarios. Las diversas estructuras del puente están así sometidas á esfuerzos secundarios, relativamente considerables, bajo la influencia del peso muerto de la obra; pero que decrecen bajo la carga móvil, para anularse bajo la mitad de la sobrecarga máxima.

No debiendo tener la estructura la forma teórica del diagrama

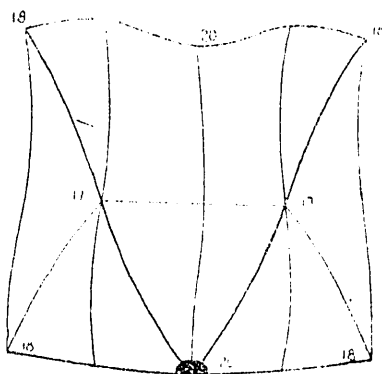
sujeto á crecidas cuya amplitud puede llegar á 18 metros sobre el estiaje y que además son muy rápidas. Uno de los tramos de la viga continua, la de la orilla Ohio, cubre una parte del valle, que está en seco durante las bajas aguas, mientras que el otro tramo, ó tramo Kentucky, cubre el lecho del río, cuya anchura mínima de 112,77 metros debía dejarse libre para la navegación. Se ha podido, pues, construir la primera mitad de la obra sobre un andamiaje fácilmente establecido y la mayor parte del otro tramo se ha construido al aire (fig. 2.ª).

Este andamiaje se componía de pilares dispuestos en el emplazamiento de cada montante de lugar par, unidos por largueros; en el origen del tramo el andamiaje tenía una estructura más fuerte, constituida por pilares, que correspondían á los cuatro primeros montantes, arriostrados en toda su altura; lo mismo sucedía en el extremo del andamiaje, cerca de la pila (fig. 2.ª). Del otro lado de ésta un doble pilar soportaba el origen del segundo tramo. A partir de este pilar se proseguía el montaje al aire sobre el paso navegable; más allá de éste se habían montado dos pilares ó soportes, destinados á limitar la amplitud de la parte al aire.

Se había primitivamente previsto el comenzar la construcción por en medio de la obra y montar dos cuadros hacia la orilla Ohio, sobre el andamiaje, y uno hacia la orilla Kentucky, al aire; pero este método tuvo que abandonarse poco después del

Fig. 3.<sup>a</sup>

montaje de la parte central, y se prosiguió la terminación del tramo Ohio sobre el andamiaje, á fin de realizar el anclaje

Fig. 4.<sup>a</sup>

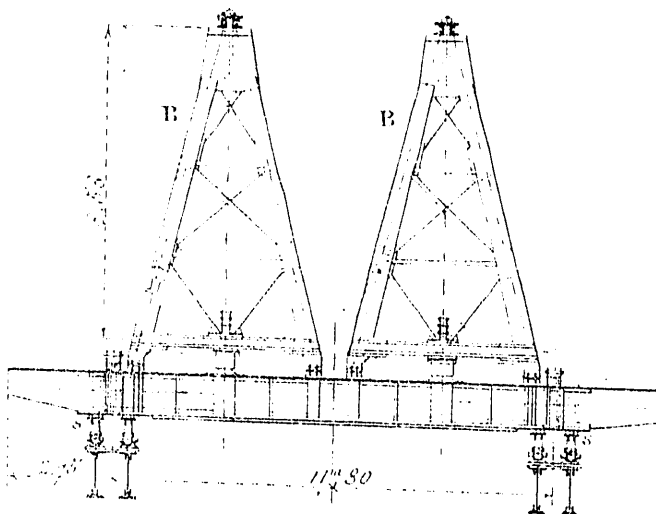
completo y asegurar así la estabilidad, antes del período en que el río hubiese acarreado témpanos y en que el andamiaje hubiera podido estar sometido á esfuerzos y á choques peligrosos. Terminado, en efecto, el tramo Ohio, por lo menos en cuanto á las

destinadas á soportar las vigas parciales inferiores del puente y el aparato de elevación, que servía para el montaje de las otras partes de la estructura. No prestándose el fondo rocoso del valle á la línea de pilotes, se estableció cada pilar sobre un zócalo de mampostería de 3,65 metros de lado, destinado á distribuir la carga sobre el suelo del valle.

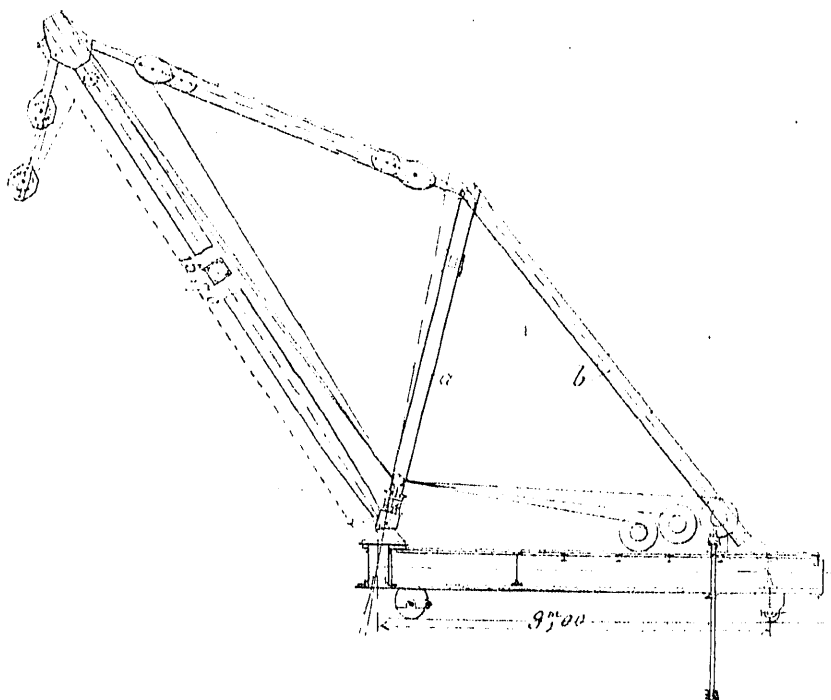
Los postes metálicos que unían los pilares, de 21 metros de longitud, próximamente, eran seis en cada tramo del andamiaje: dos bajo el tablero y dos á una y otra parte de la obra, para sostener el puente móvil para el montaje.

Para el montaje del tramo Ohio se empleó un puente móvil.

Las vigas principales de este transportador se habían fijado al principio de manera que su parte superior estuviese á 24 metros sobre los carriles, para el montaje del comienzo del tramo; des-

Fig. 5.<sup>a</sup>

pués, á medida que la construcción se proseguía hacia el centro de la obra, se subían estas vigas, de modo de seguir el incremento de altura de la estructura del puente. En su posición de desarrollo máximo, el puente móvil tenía una altura de 48,60

Fig. 6.<sup>a</sup>

vigas principales, los andamiajes podían ser arrastrados por la corriente sin gran perjuicio para la obra.

Los pilares que constituían el andamiaje eran de madera; estaban unidos en su parte superior por robustas vigas metálicas,

metros, próximamente, la que permitía la colocación fácil de las vigas parciales de las vigas principales en la parte central.

Este transportador tenía una longitud de 21 metros, próximamente; las tres vigas principales, montadas sobre seis pilares,

llevaban tres filas de largueros, formadas por vigas en I, una en el eje del aparato y las otras dos al aplomo de las vigas, propiamente dichas.

El tramo de la orilla Kentucky ha sido montado por otros procedimientos. Los dos primeros cuadros, partiendo de la pila central, han podido erigirse sobre el andamiaje adyacente á esta pila, por medio del puente móvil precedentemente descrito. Una vez estos dos cuadros enteramente contruidos se ha montado en su vértice una grúa especial, llamada por los constructores *creeper traveller*, que ha servido para montar al aire el resto del tramo.

Esta grúa (figuras 5.<sup>a</sup> á 7.<sup>a</sup>) está constituida por una plataforma de armadura de acero, casi cuadrada, de 12 metros de lado,

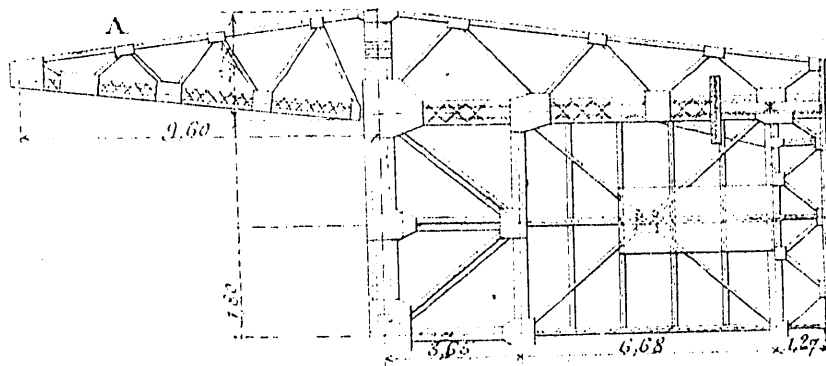


Fig. 7.<sup>a</sup>

prolongada por dos vigas horizontales A, que elevan la longitud total á, próximamente, 20 metros. Sobre esta plataforma están instalados dos *derricks* B de 50 toneladas de fuerza cada uno.

Cada *derrick* está compuesto de un montante en forma de A, de 9,15 metros de altura, casi vertical, *a*, sujeto por unos tirantes *b*, á la parte posterior de la plataforma y por unas barras al extremo de las vigas horizontales. El alcance del *derrick* es de 15,70 metros de longitud.

La grúa está soportada, durante su desplazamiento, por cuatro pares de ruedas, que circulan sobre vías dispuestas sobre las vigas parciales superiores del puente, ya montadas. Durante el funcionamiento de la grúa se fija la plataforma rigidamente á las vigas parciales y se acúan las ruedas.

El equipo de la grúa se compone de dos tornos de tres tambores, movidos cada uno por un motor de 100 caballos y pesando 18 toneladas cada uno. El peso total del aparato y de sus accesorios es de 200 toneladas, próximamente. El montaje por medio de este aparato ocupaba, aproximadamente, á 20 hombres. El momento culminante del montaje fué el de la colocación de 300 toneladas de armadura en nueve horas de trabajo.

Durante su desplazamiento la grúa tenía que seguir en dos puntos el perfil inclinado de la viga parcial. Para evitar que tendiese á descender con demasiada rapidez la pendiente, se la equilibró con un contrapeso suspendido de unas cadenas y descendiendo verticalmente á plomo del montante 20. El contrapeso estaba establecido de manera que su acción predominaba ligeramente sobre la del peso de la grúa, la cual tendía así á ser automáticamente arrastrada hacia atrás. Se evitaba de este modo el riesgo de un desplazamiento intempestivo del aparato hacia la parte que quedaba por construir.

El tramo de la orilla Kentucky no se construyó al aire, como hemos indicado, más que hasta el montante 8, es decir, hasta 129,86 metros del eje de la obra. A partir de este punto, se montó un primer pilar sobre un cimiento de hormigón establecido en el fondo del río, que recibió el extremo de la viga por el inter-

medio de un gato hidráulico. Estos gatos sirvieron en seguida para contrarrestar la flexión tomada por la viga bajo su peso. Al aplomo del montante 4 la viga fué soportada por un segundo pilar; después se prosiguió el montaje al aire hasta el estribo de la orilla Kentucky.

El desplazamiento de las diversas partes de las vigas parciales que ha sido necesario realizar se ha efectuado por medio de 10 gatos hidráulicos, dos de 500 toneladas y ocho de 200 toneladas de fuerza.

El material se completó, en fin, con un aparato de elevación que servía las vías por las cuales llegaban las piezas de la armadura; este aparato estaba constituido por un pilar cuadrado de 12 metros, próximamente, de anchura y 18 de altura, en cuya base

se encontraban dos mástiles de carga de 50 toneladas de fuerza cada uno.

La cimentación se comenzó en Noviembre de 1914.

El montaje, terminado en Julio de 1917, necesitó la colocación de 360.000 roblones, próximamente, de 22, 25 y 32 milímetros de diámetro. El personal estaba repartido en 15 cuadrillas, comprendiendo un total de 175 hombres, próximamente, y el roblonado se efectuó por medio de martillos neumáticos. El montaje ha durado, aproximadamente, catorce meses.

## FERROCARRILES SECUNDARIOS

### Legislación y Estadística de los pequeños ferrocarriles en el extranjero <sup>(1)</sup>

Con objeto de que el lector pueda distinguir desde el primer momento entre los principios en que se ha inspirado y aquellos de que ha prescindido la legislación española relativa á los ferrocarriles secundarios y estratégicos, creemos necesario precederla de una exposición de la extranjera acerca de los ferrocarriles que más analogía tienen con aquéllos, no ya por su nombre, pero sí por el papel que desempeñan.

Entre los distintos métodos que con tal fin pudieran seguirse, hemos optado por elegir los tipos característicos y describirlos con el mayor detalle compatible con la índole de esta obra y con las dimensiones asignadas al presente título; estimando tal procedimiento muy preferible al de extractar legislaciones numerosas,

(1) Del tomo III de *Elementos para el estudio del problema ferroviario* del Sr. Ministro de Fomento.