

pos y auxilios del personal, satisfechos con el carácter de *car-gas de justicia*, como *compensación o indemnización* del quebranto sufrido a causa de la imposibilidad legal de aplicar tarifas acomodadas a la cuantía de los gastos, tarifas que, de haber sido autorizadas por el Gobierno en tiempo oportuno, habrían acrecentado los productos brutos y netos de las explotaciones ferroviarias en cantidad igual, cuando menos, a los importes de los anticipos y auxilios que se quieren descontar.

Contra este propósito, a todas luces injustificado e injusto, han de protestar los abajo firmantes, formulando este voto particular, que hacen extensivo al artículo 16¹ del capítulo I del propio "proyecto de ley", cuyo texto establece que la devolución de los anticipos y auxilios de personal "se hará sin interés y en tantos plazos como años quedan de vida a la concesión", cuando al otorgarse dichos anticipos y auxilios por la Real orden ya citada de 23 de marzo de 1920 y el Real decreto de 8 de agosto de 1926, se dispuso por la primera "que el reintegro de la cantidad anticipada se verificará con el exceso de productos líquidos posteriores que obtengan las Compañías con relación al alcanzado en el ejercicio de 1913", y por el segundo, con el exceso de los referidos productos líquidos futuros, sobre el promedio de los obtenidos en el trienio 1923-1925.

Bien claras y explícitas son las condiciones establecidas por las disposiciones legales citadas para la devolución de los auxilios y anticipos referidos, sin que exista, ni sea posible alegar, razón alguna para alterarlas o derogarlas en perjuicio de las Compañías, pues la de que nunca podrán obtener éstas productos líquidos superiores a los de 1913, o del promedio del trienio 1923-1925, dimana precisamente de las dificultades y entorpecimientos insistentemente opuestos por todos los Gobiernos a la elevación de tarifas, para acomodar los ingresos de las Compañías a los considerables aumentos de gastos ocasionados por

¹ Artículo 9.º del proyecto aprobado por el Pleno del Consejo Superior de Ferrocarriles.

las perturbaciones económicas de carácter mundial, imputables a la última guerra. Oponer tenaz resistencia a toda elevación de tarifas que permita equilibrar económicamente las explotaciones futuras, para exigir después la devolución de anticipos o auxilios establecidos e impuestos por la propia causa, en forma mucho más dura e injustificada que la establecida al conceder dichos anticipos y auxilios, constituiría un verdadero abuso de poder, contra el cual han de protestar enérgicamente las Compañías.

Sintetizando las consideraciones expuestas, formulan los abajo firmantes las conclusiones siguientes de este voto particular:

1.ª A los efectos de los artículos 26 al 27 y 30 del capítulo III del "proyecto de ley" antes citado, se entenderá, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2.º de la base 9.ª del Estatuto ferroviario de 1924, que habrán de considerarse como productos de la explotación ferroviaria de las líneas cuyo rescate se acometa las sumas anualmente anticipadas a las Empresas concesionarias, a virtud de las Reales órdenes de 23 de marzo y 29 de abril de 1920, 10 de abril de 1921 y del Real decreto de 8 de agosto de 1926.

2.ª De acuerdo con los preceptos de las disposiciones que acaban de citarse, se modificará la redacción del artículo 16 del capítulo I del propio proyecto de ley en términos que establezcan la devolución o reintegro de las referidas sumas, aplicando a este fin los excesos de los productos líquidos de los ejercicios futuros sobre los del año 1913, o del trienio 1923-1925, computados estos últimos en la forma detallada en la conclusión anterior, reduciendo en lo preciso el importe de las cantidades que por el concepto de rescate habrían de satisfacerse por el Estado a los concesionarios, con arreglo a los artículos 26, 27 y 28 del capítulo III del propio proyecto, en el caso de que las anualidades equivalentes a productos líquidos rebasen los obtenidos en 1913 o en el trienio 1923-1925.

Madrid, 19 de octubre de 1931. — Por la Delegación de las Compañías: El presidente, Félix Boix.

Puentes de hormigón armado en pórtico, construídos sobre el canal de Charleroi, en Bruselas, por el ingeniero de Puentes y Calzadas, M. Boucau

Consideraciones generales

El ensanche del canal de Charleroi, entre Clabecq y Bruselas, se hace, por regla general, manteniendo el trazado del antiguo canal.

En campo raso esta condición no ha dado lugar a dificultades particulares, en lo que concierne a los puentes, porque ha sido posible, sin excesivos gastos, elevar las carreteras existentes, permitiendo así ejecutar obras corrientes de vigas rectas y apoyadas.

No ha sucedido lo mismo en las travesías de Bruselas y de Hal. En éstas ha sido preciso construir el canal entre muros para evitar enormes expropiaciones; por la misma causa, y por no poder ejecutarse rampas fuertes, tampoco se han elevado las carreteras existentes. Por otra parte, la navegación, tanto presente como futura, exige condiciones rigurosas para permitir el paso de los barcos vacíos, lo que, unido a las consideraciones anteriores, da lugar a que se disponga de alturas muy reducidas para los tableros de los puentes. Si a esto se añaden las exigencias de la estética urbana, se comprende la imposibilidad de aplicación de tipos de puentes de vigas rectas simplemente apoyadas.

Puente de Cureghem, en Bruselas

Esta obra (fig. 1) da paso a la carretera de Mons, sobre el canal ensanchado. Constituye una importan-

te encrucijada urbana de nueve calles, lo que justifica el que se halla dado a la plataforma el ancho de 52 m entre parapetos.

Para una luz libre de 20 m entre paramentos de estribos, correspondiente a una luz teórica de 21,70

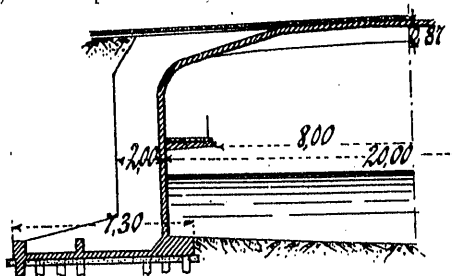


Fig. 1. Puente de Cureghem

metros, la altura disponible para el tablero, propiamente dicho, era de 0,87 m.

No siendo posible la solución de vigas rectas, se pensó en un arco con articulación o sin ella, pero se renunció en seguida, a causa de la forma especial del espacio libre que había de dejarse para permitir el cruce de varios ríos. La solución del puente metálico con tornapuntas doblemente articuladas resultaba costosísima y se decidió estudiar la de pórticos de hormigón armado.

El pórtico articulado con dos articulaciones sobre la línea de flotación futura no resultaba satis-

factorio, porque la débil altura relativa de los montantes ocasionaría efectos excesivos por la retracción y las variaciones de temperatura. Aumentar la altura relativa del pórtico articulado hubiera podido conducir a una buena solución desde el punto de vista de repartición de esfuerzos; pero hubo que desecharla por el defecto de tener articulaciones sumergidas e inaccesibles.

El pórtico empotrado de arranque alto no proporcionaba mejor solución que el pórtico articulado, por las mismas razones: gran importancia de los efectos de retracción y de temperatura resultantes de la débil altura relativa. El efecto de una variación de temperatura $\pm t$ sobre un pórtico empotrado de luz l y de altura h , con momentos de inercia I_1 e I_2 de los montantes y del tablero, respectivamente, está dado, en efecto, por

Empuje:

$$H = \pm \frac{3E\alpha t I_2 (2K + 1)}{h_2 K (K + 2)}$$

Momento de empotramiento en el pie de los montantes:

$$M_{\text{mont.}} = \pm \frac{3E\alpha t I_2 (K + 1)}{K h (K + 2)}$$

Momento en el tablero:

$$M_{\text{tab.}} = \pm \frac{3E\alpha t I_2}{h (K + 2)}$$

siendo

$$K = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{h}{l}$$

Resulta de estas fórmulas que cuando K tiende hacia cero, esto es, cuando h decrece, el empuje y el momento de empotramiento debidos a las variaciones de temperatura aumentan rápidamente y tienden hacia un valor infinito.

El pórtico empotrado de arranque bajo da lugar a una solución satisfactoria y normal desde el punto de vista de repartición de esfuerzos y porcentaje de armaduras. Esta solución, representada en la figura 1, es la que se ha realizado.

La obra está constituida por una serie de vigas-pórticos, distantes 1,21 m entre ejes, con 7,25 m de altura para 21,70 m de luz teórica. Los pórticos se enlazan por entramados que se doblan en los puntos de flexión y se adaptan en las zonas comprimidas hacia los ángulos, descendiendo después a lo largo de los montantes, formando paramentos del lado del agua.

Las vigas-pórticos están empotradas en una losa de hormigón armado, formando zócalo, que se apoya en dos pilotes, también de hormigón armado, que transmiten las reacciones a la arcilla *ypresiana* compacta. Las dimensiones del zócalo y el número y el espaciamiento de los pilotes se determinaron teniendo en cuenta la flexión compuesta, de manera que, bajo los esfuerzos máximos debidos a la carga permanente, los debidos a la sobrecarga móvil, los referentes al empuje de la tierra y los originados por la retracción y las variaciones de temperatura, no se sobrepase la carga máxima admitida ni exista tensión alguna en los pilotes.

Los tanteos pueden abreviarse empleando el proceso siguiente:

Se fija la sección admisible para el tablero, teniendo en cuenta las circunstancias locales, y un porcentaje de armaduras correspondiente a condiciones normales para el hormigón armado.

Se conocen, pues, Ω_2 e I_2 . Se dan h y la luz teórica l aproximadamente, pues no se conoce la sección de los montantes. Se tiene:

$$I_2 = K I_1 \frac{l}{h}$$

Se determina K limitando el trabajo a la flexión compuesta en la sección media del tablero.

Trabajo del hormigón a la comprensión

$$R_c = \frac{N}{\Omega_2} \pm \frac{MV}{I_2}$$

Trabajo de la armadura a la tensión

$$R_t = m \left[-\frac{N}{\Omega_2} \pm \frac{MV}{I_2} \right]$$

N , esfuerzo normal, y M , momento flector, son funciones conocidas de K para las diferentes sollicitaciones. Se escoge para K el más pequeño de los valores que satisfaga a las dos fórmulas.

Conociendo K se deduce I_1 y una sección de hormigón armado que reproduzca este momento de inercia.

* * *

Para valores de K suficientemente pequeños, este tipo de obra permite una construcción normal de hormigón armado con reducción de momentos flectores, sensiblemente en la misma proporción que para una viga recta con empotramiento perfecto.

Esta solución es ventajosa en buen terreno, donde puedan ejecutarse zanjas profundas sin inconveniente ni dificultades especiales. Por el contrario, en terrenos acuíferos o fangosos la solución no es económica, y resulta más apropiado el segundo tipo, que se describe a continuación:

Puente en la Isla Pequeña, en Bruselas

Para esta obra, que debía establecerse con análoga luz libre a la del puente del Cureghem, la altura disponible para el tablero era de 1 m.

Para evitar zanjas profundas en terreno movedizo, estaba indicado realizar cimentaciones altas, enrasadas por encima del nivel de la capa acuífera. El tipo de obra de la figura 2 permite realizar este desiderátum.

El puente está constituido por una serie de vigas rectas que descansan sobre cuatro apoyos. El tramo central, de 1 m de espesor en la clave, tiene una luz teórica de 22,50 m. Los tramos extremos tienen una luz de 4 m solamente, pero tienen un gran momento de inercia.

Siendo negativas las reacciones sobre los apoyos extremos, éstos se anclan, por medio de articulaciones tipo Mesnager, en macizos de hormigón ordinario, que reposan sobre pilotes para evitar la desnivelación de los apoyos.

Las cargas se transmiten a las pilas por medio de aparatos de apoyo metálicos, uno fijo y otro mó-

vil. Del lado del apoyo móvil el anclaje extremo lleva un balancín de doble articulación, hecho de hormigón armado, que permite la oscilación y el desplazamiento libre del punto de apoyo correspondiente. Esta disposición elimina los efectos de la retracción y de las variaciones de temperatura.

El forjado superior forma la base de la calzada en el tramo central. Se ha previsto, además, un for-

ximadamente, siendo la altura disponible en el centro del tablero de 0,70 m.

El tipo de la obra de la figura 3 ha proporcionado la solución. Sus disposiciones generales son análogas a las del tipo precedente, pero la intercalación en el tramo central de otro tramo secundario independiente ha hecho que la obra sea completamente isostática.

Los tramos laterales tienen una luz de 3,075 m entre apoyos. Hacia las tierras presentan un voladizo de 1,86 m, y hacia el canal, ménsulas de 5,886 m, que soportan el tramo secundario independiente, de 10 m de longitud teórica.

Pudiendo ser negativa la reacción sobre los apoyos extremos, éstos se anclan en macizos de hormigón ordinario, que reposan sobre pilotes por intermedio de balancines de hormigón armado de doble articulación, tipo Mesnager. Este dispositivo permite la oscilación y el desplazamiento libre de los apoyos extremos.

Las reacciones de las vigas se transmiten a las pilas por intermedio de apoyos metálicos, uno fijo y otro móvil. El tramo se-

condario independiente reposa sobre apoyos articulados.

Esta disposición, particularmente recomendable en el caso en que la altura disponible en medio del tablero es muy pequeña, da la gran ventaja de ser isostática. El asiento eventual de los pilotes no puede producir ningún efecto perjudicial en la construcción.

Los tramos laterales, que hacen el efecto de estri-

jado en las zonas comprimidas de las vigas, así como en los tramos laterales. Las pilas son de hormigón ordinario, reposan sobre las losas de hormigón armado enrasadas al nivel de la flotación y reparten las cargas sobre las cabezas de los pilotes. Éstos se hincaron en una capa de grava gruesa superpuesta a la arcilla *ypresiana* compacta. La solución descrita permite reducir los momentos flectores en el tramo central, sensiblemente en las mismas proporciones que en el caso teórico del empostramiento perfecto. Presenta la gran ventaja de evitar zanjas de cimentación profundas, de no originar sino un estorbo muy reducido al sustituir los estribos habituales por tramos equilibradores, y, además, no produce ninguna reacción horizontal. En alzada los tramos equilibrados quedan casi completamente ocultos por los muros de margen que llegan hasta el puente.

Este sistema, como el precedente, dan lugar a cálculos muy laboriosos, por ser ambas soluciones hiperestáticas. Además exigen cimientos seguros en los que sea imposible cualquier asiento.

La tercera solución evita estos inconvenientes, por ser completamente isostática.

Puente del Bosque, en Hal

Este puente tiene una luz libre de 21,80 m, apro-

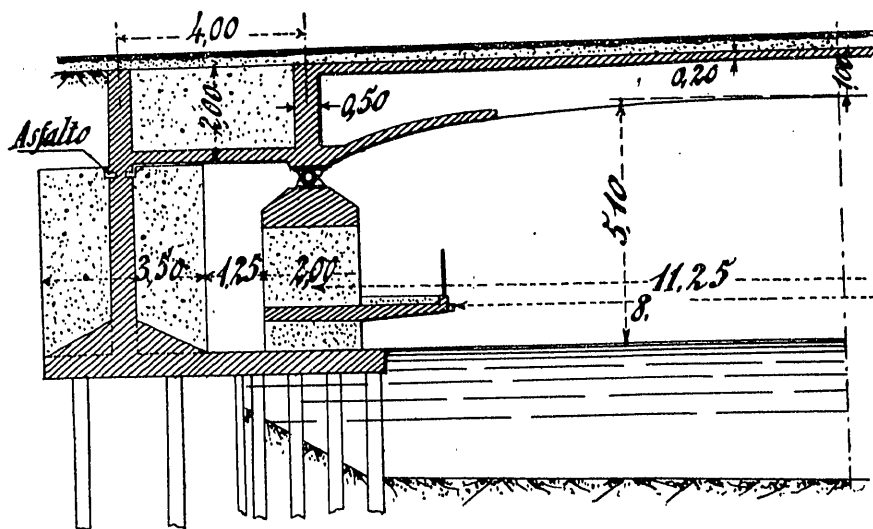


Fig. 2. Puente de la Isla Pequeña

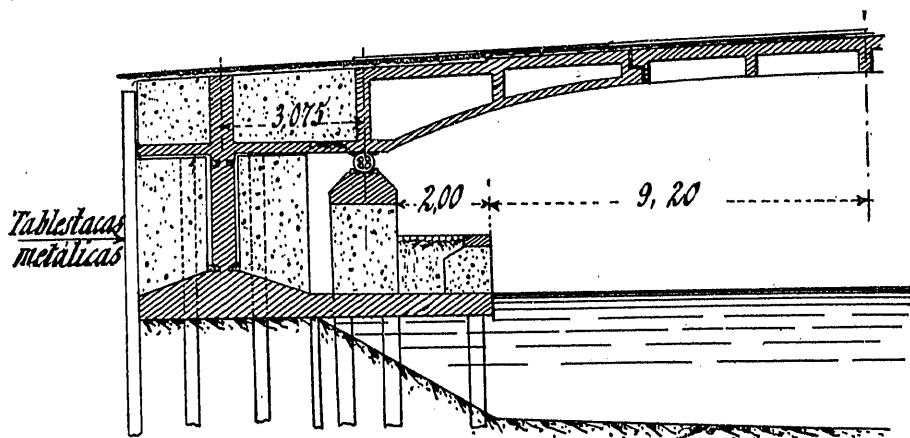


Fig. 3. Puente en la carretera al bosque de Hal

bos, pueden ejecutarse en un espacio muy restringido.

El foso, enteramente cerrado (por un recinto de tablestacas metálicas), en el cual se establece la obra, deja a ésta la libertad de movimientos indispensable para asegurar el funcionamiento seguro del sistema conforme a la teoría.