

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

DURACIÓN DE LAS TRAVIESAS DE MADERA Y METÁLICAS

EN EL SERVICIO DE LOS FERROCARRILES

Una de las conquistas más importantes de la técnica es la de la noción de que la economía ocupa un lugar preeminente dentro de los trabajos técnicos. En las construcciones se busca cada día la mayor perfección; pero el modelo más ingenioso que pueda imaginarse debe ser desechado si en él no entra el factor economía, y no puede decirse de un proyecto que presente este defecto sea completa y técnicamente satisfactorio.

Vamos á ocuparnos de un asunto de gran importancia económica, como es el de la duración del servicio en la vía, de las traviesas de la misma, intentando dar un nuevo avance hacia la solución definitiva, basándonos en los estudios que con este objeto ha hecho y publicado recientemente Biedermann, Inspector jubilado de la construcción y explotación de caminos de hierro.

De estos artículos, publicados en el *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, y de la conferencia más completa que ha dado ante la "Verein für Eisenbahnkunde", vamos á ocuparnos, analizándolos detalladamente, en vista de la gran importancia del problema.

Biedermann parte de la teoría de que será la mejor vía aquella que, con un gasto de construcción igual, presente el mayor número de ventajas técnicas, ó bien aquella en que, siendo el gasto de construcción mayor, aparece económicamente justificado y compensado con las ventajas técnicas que de él resultan en la práctica. Desde este punto de vista, se ocupa particularmente del tipo de traviesas más conveniente, y sobre el cual divergen las opiniones del personal competente.

Mientras que en Inglaterra, Francia, Bélgica, Holanda, Austria, casi todos los demás países de Europa, exceptuando Suiza y también los Estados Unidos de América, emplean únicamente la traviesa de madera, los alemanes han adoptado la traviesa metálica en una proporción considerable, alcanzando ésta en los ferrocarriles prusianos al 30,4 por 100 de las vías.

Haremos notar la diferente actitud de estas Compañías con las de los demás Estados confederados. Dejando aparte las secciones de ensayo, se observa que mientras Sajonia,

Oldemburgo, Mecklemburgo no han sustituido las traviesas de madera, en el Estado de Baden se ha adoptado exclusivamente la metálica. Baviera tiene cerca de 3.900 kilómetros de vía metálica entre una longitud total de 12.000 kilómetros; Wurtemberg cerca de 1.800 en un total de 3.500 (ó sea más de la mitad); por el contrario, Alsacia y Lorena sólo tiene alrededor de 350 por 4.400. Se hace notar que Sajonia, el país comercial é industrial por excelencia, sigue el ejemplo de Inglaterra y Bélgica, que á pesar del brillante estado de sus industrias metalúrgicas y laminadoras, conservan la traviesa de madera, aun siendo sus bosques insuficientes para producir la madera necesaria; por otra parte, el Gran Ducado de Baden, escaso de altos hornos, pero rico en maderas, adoptó desde 1890 la traviesa metálica, más rápidamente todavía que Prusia.

El precio de la traviesa metálica es bastante mayor que el de la madera. Según Biedermann, el precio de una traviesa metálica normal fué en 1911 para los ferrocarriles prusianos de 6,55 marcos (8,19 pesetas), mientras que el de una traviesa de pino silvestre sólo era de 4,20 marcos (5,25 pesetas). Luego es necesario que la traviesa metálica presente ventajas de consideración para compensar estos primeros gastos de adquisición.

Ahora bien; Biedermann es de parecer que en relación del precio la duración del servicio de cada modelo de traviesa constituye directamente el criterio de su evaluación técnica, y dice:

"La duración del servicio indica automática y exactamente las ventajas é inconvenientes técnicos; los coeficientes individuales de cada una conviene englobarlos de modo que pueda hacerse una comparación técnica y, por consecuencia económica, en la cual las verdaderas ventajas é inconvenientes técnicos incomensurables se reduzcan de algún modo á un denominador común."

Estas aseveraciones pueden ser un tanto excesivas. Porque un punto muy importante para el valor técnico de un sistema de traviesas, es el de que la conservación sea más ó menos fácil ó difícil la alineación y separación de la vía, y esto no solamente por los gastos de conservación, sino porque además una vía en la que la conservación se hace fácilmente, queda durante mayor tiempo en mejores condiciones para el servicio. Añadiendo que la naturaleza del balasto, subordinado al tipo de traviesas, la mayor ó menor estabilidad por las cargas que han de sufrir, la medida con-

veniente en que han de emplearse las traviesas en los cambios de vía, las dificultades de la renovación, etc., son puntos de vista que no deben olvidarse al hacer un juicio, y que no se mencionan directamente al hablar de la duración del servicio. Pero dejando aparte estas restricciones, se puede decir con Biedermann que la duración del servicio es la consideración más importante, que permite juzgar si el elevado precio de las traviesas metálicas puede llegar á compensarse, teniendo en cuenta también los gastos de balasto y conservación.

Biedermann dice después que no se trata solamente de algunos resultados particularmente favorables, sino de la duración del servicio medio de un modelo de traviesas del que hasta ahora se conoce muy poco. Añade que si se han publicado algunos valores-límites de la duración media de las traviesas de madera, después de setenta años de observaciones hechas en los distintos países donde existen ferrocarriles, en lo que respecta á las metálicas sólo se conocen hasta la fecha observaciones aisladas, ó más bien, apreciaciones individuales, tan variables, que es imposible el poder aceptarlas como buenas, pues mientras algunos señalan la duración de quince años, otros la hacen alcanzar á cincuenta.

Por otra parte, Biedermann subraya el hecho de que no es posible obtener cifras á las que pueda darse crédito, sino determinando durante un cierto número de años, en líneas que tengan grandes longitudes y el mismo tipo de traviesas, la relación del gasto anual en traviesas nuevas (en función de la longitud de la vía), y la longitud total de vías que hay que entretener. Con este fin, Biedermann ha ideado un procedimiento gráfico original, y lo aplica á las cifras tomadas de la estadística del servicio imperial de los ferrocarriles alemanes sobre los gastos de colocación y conservación de las traviesas. Cuenta, en vez del número de traviesas, el de kilómetros de vía provistos del modelo de traviesas de que se trata.

El procedimiento gráfico en cuestión, el conferenciante lo ha explicado detalladamente, auxiliándose con proyecciones luminosas, y no cabe el ser publicado en este artículo. Se descompone en varios procedimientos parciales. Para el procedimiento elemental se empieza por suponer que en una vía con traviesas de un tipo uniforme han sido éstas renovadas una sola vez para los efectos naturales de la conservación de la vía. La colocación y la conservación se representan por dos curvas, cuyas abscisas, partiendo del momento de la colocación ó del en que empezó la renovación de la vía que se trata de analizar, representan el tiempo, y las ordenadas el gasto total de las traviesas hasta la época considerada, ó sea en traviesas primitivamente puestas sobre la curva de colocación y el de las traviesas renovadas sobre la curva de conservación.

La ordenada de esta curva es siempre más pequeña que la de la curva de colocación, dentro del mismo año, porque el efectivo de traviesas de años anteriores no ha sido todavía normalmente reemplazado. Si se considera un periodo de tiempo desde el punto de vista de las sustituciones de traviesas efectuadas durante este periodo, la ordenada final de la curva de conservación, que representa la suma de todas las sustituciones practicadas, corresponde á una ordenada de igual longitud en la curva de colocación, ordenada que está situada en el punto que corresponde á algunos años anteriores y que representa la suma de las colocaciones de traviesas efectuadas, hasta esa época anterior. Esto es en la

hipótesis de que la renovación se ha hecho exactamente en el periodo que pasa á través de la curva de colocación hasta dicha ordenada. El centro de gravedad que viene á parar á este punto indica la época media de todas las colocaciones de traviesas, y el centro de gravedad de toda la curva de conservación (hasta la ordenada extrema) la época mayor de las sustituciones. En su consecuencia, la distancia horizontal de estos dos centros de gravedad es la duración media de colocación de las traviesas renovadas.

Ahora bien, como esto se produce siempre para todas las vías más ó menos antiguas en que las traviesas han sido varias veces renovadas, se completa el procedimiento elemental por el "procedimiento general", que tiene en cuenta las sustituciones repetidas, y además por un "procedimiento complementario". Es preciso considerar, además, de una manera especial, las traviesas de los cambios de vía y las rectificaciones ó cálculos auxiliares que se hacen necesarios en el caso en que las traviesas de madera se han reemplazado por traviesas metálicas, ó inversamente, con el objeto de tener en cuenta el número variable de traviesas por metro de vía de longitud.

El conferenciante determina luego, con arreglo á su sistema, la duración media de la colocación de las traviesas de madera y metálicas en los ferrocarriles del Estado prusiano, y ha comprobado que es muy pequeña la diferencia de duración, que quizás sea un poco menor la de las traviesas metálicas y que el total de duración media de ambas está comprendida entre quince y veinte años.

La estadística de la duración de las traviesas metálicas en los ferrocarriles de Baden da aproximadamente el mismo resultado.

Sin embargo, Biedermann añade que estos resultados no deben tomarse al pie de la letra. Primeramente porque entre las traviesas renovadas de madera las hay de roble y de haya, que antiguamente se emplearon en gran escala; además, hay que tener también en cuenta que en épocas anteriores no se han empleado los procedimientos perfeccionados actualmente en uso, que aumentan la duración de las traviesas de madera, como son las inyecciones, la aproximación y alejamiento de las traviesas, las mejoras en el ajuste y apoyo con los carriles, etc. Pero, además, lo que ha aminorado sobre todo, según Biedermann, los resultados obtenidos respecto á la duración de las traviesas de madera, es el haber considerado como vías nuevas todas las adquiridas por el Estado prusiano en retroventa, cuando en realidad las traviesas de esas vías llevaban bastante tiempo de servicio. Por otra parte, la duración del servicio que se ha obtenido para las traviesas metálicas, que en algunas no pasa de quince años, duración que no es la verdadera, pues se han incluido en esa estadística aquellas traviesas que se colocaron en vía de ensayo, mientras que en la actualidad se emplean otras traviesas, en que los perfiles son más pesados y están construídas con mayor esmero, aumentado el número por unidad de longitud de carril, como se ha hecho con las traviesas de madera y empleando un balasto más escogido.

Considerando todas estas circunstancias, Biedermann saca la consecuencia de que la traviesa actual de pino silvestre creosotado, empleando balasto de piedra dura, debe tener una duración de dieciocho á veinte años, y que cree difícil pueda ser mayor, la de la traviesa metálica.

Por el contrario, sería preciso que el modelo moderno de traviesa metálica, dado lo elevado de su precio, aumentado

con el gasto del material accesorio y del balasto, etc., tuviese una duración de treinta y cuatro años para ser económicamente equivalente al de la traviesa de madera, que no durase más que quince años.

Por consecuencia, según Biedermann, resulta que, desde el punto de vista económico, la traviesa de pino creosotada es la más ventajosa.

De las explicaciones de Biedermann ha surgido una discusión, en el curso de la cual se ha hecho resaltar particularmente el caso de que desde hace poco tiempo se ha conseguido el transformar las poco prácticas formas iniciales de las traviesas metálicas por otras de perfiles más racionales y que, por consiguiente, la duración señalada por el conferenciante resulta escasa, y por esto conviene no formar todavía un juicio definitivo de la cuestión económica, hasta conocer el resultado de este nuevo tipo de traviesas.

En contrario de los estudios de Biedermann se puede aun añadir lo siguiente:

Primero, que es conveniente subrayar un punto, del que él sólo ha hecho mención, y es que en principio su procedimiento gráfico sólo hace saber la duración media de las traviesas que realmente han sido renovadas, y no la del conjunto de traviesas colocadas. De ello resulta que este procedimiento, especialmente en las explotaciones en que la vía no ha alcanzado todavía el máximo de longevidad ni aun la duración media de las traviesas empleadas, da cifras muy pequeñas respecto á la verdadera duración, puesto que las que no se han renovado y que son las que mayor servicio prestan, no se consideran. Este error ejerce influencia menos sensible cuando se trata de vías antiguas, y, sin embargo, persiste de una manera permanente, así es que puede decirse que el resultado del procedimiento Biedermann es siempre inferior á la duración verdad, pero que para las vías antiguas estas duraciones se aproximan más á los valores reales. Este hecho resulta de gran importancia al hacer la apreciación desfavorable para las traviesas metálicas en los estudios de Biedermann, porque los nuevos perfiles de estas traviesas no han servido todavía el tiempo necesario para que pueda señalárseles duración media, que puede aumentar aún en bastante cantidad la cifra expresada en los cálculos de Biedermann.

Además, Biedermann olvida en sus cálculos los gastos de conservación, especialmente en los primeros años, que son mayores para las traviesas metálicas que para las de madera, y que hacen inclinarse la balanza en favor de estas últimas bajo su aspecto económico. También debe tenerse en cuenta que cuando se restauran las estaciones suelen renovarse las traviesas de madera, aunque estén todavía en mediano estado de uso, mientras que las metálicas suelen conservarse, por lo cual en este caso resultan éstas favorables.

En fin, las estadísticas del imperio utilizadas por Biedermann no aclaran las razones que ha habido para sustituir las traviesas de madera, por las metálicas. Generalmente se desechan las traviesas de madera aun las de las vías accesorias, cuando están lo suficientemente deterioradas por los extremos que se fijan á los carriles, y ya no es posible colocar el tirafondo. Sería preciso averiguar la proporción en que la destrucción similar de las traviesas metálicas, hasta su reforma ha dado lugar á renovaciones, y en qué proporción, por el contrario, éstas han sido hechas y por qué motivos, para remediarlos en lo que sea posible y atenuar el efecto, bien sea aumentando el peso de las traviesas ó perfeccionando el perfil ó los ensamblajes.

Pero aun admitiendo que la duración del servicio de las traviesas metálicas sea bastante mayor que el obtenido por Biedermann, y al estudiar más á fondo el problema, se ven aún otros puntos de vista que por su extensión no pueden ser examinados en este trabajo; la diferencia calculada por él es tan grande, que al hacer la comparación del servicio que prestan ambas traviesas no cabe dudar de que la de madera tiene á su favor el mayor número de ventajas.

Sería muy conveniente que las administraciones de los ferrocarriles, que son las principales interesadas en el empleo de traviesas metálicas, publicasen los resultados que han obtenido y comuniquen los motivos de las renovaciones y las conclusiones que puedan sacarse para la definitiva solución del problema de las traviesas.

H.

Puerto de Valencia.

PROSECUCIÓN DE LOS DIQUES EXTERIORES ⁽¹⁾

Planteamiento del problema á principios de 1911.— El problema de la prosecución definitiva de los diques exteriores, interrumpida desde 1901, hallábase planteado en los siguientes términos:

1.º Autorizado un crédito de 654.473,34 pesetas para continuar por administración los ensayos de los monolitos. Estos debían construirse con elementos auxiliares distintos de los empleados en los primeros ensayos, recomendándose especialmente el establecimiento de una hormigonera en el mismo dique y la sustitución del Titán por otro medio distinto para la botadura de los moldes, que evitaran su fraccionamiento en dos mitades.

2.º Recomendada la inmediata presentación del proyecto definitivo de los diques exteriores para la subasta total de las obras.

3.º El primer cajón-molde había quedado completamente destruido y los monolitos se habían inclinado profundamente.

4.º En el taller de la Dirección se hallaba ya todo el hierro necesario para construir un cajón del mismo tipo que el primitivo, y habían empezado á ajustarse las planchas de las paredes laterales.

Como se ve, la situación era por demás angustiosa; al cabo de diez años sólo había adelantado 40 metros el dique Norte, y de esta longitud los últimos 10 metros se hallaban derrumbados; no existían medios para trabajar inmediatamente, y era forzoso proyectar los nuevos elementos auxiliares, reparar los desperfectos de la obra y adelantar el estudio definitivo de la totalidad, tantas veces recomendado por la Superioridad, y cuya demora no sufría aplazamientos en las aspiraciones de la opinión, justamente alarmada y prevenida.

Por ello entendí que era llegado el momento de hacer el supremo esfuerzo que demandaba el interés del puerto, y procedí á realizar tres estudios: el del refuerzo de la parte construída del dique, el de los medios auxiliares necesarios para cumplir las órdenes de la Superioridad referentes al

(1) De la interesante *Memoria sobre el estado y progreso de las obras durante los años 1903 á 1911*.

Antes relata el autor los ensayos llevados á cabo para la construcción de monolitos.