

Refuerzo y sustitución de tramos metálicos.

(CONTINUACIÓN) (1)

Una disposición muy parecida á la representada en primer término en esta ligera reseña, es la fotografiada en la figura 103 diferenciándose sólo de aquélla en que la parte superior, sobre la que corre el carrito, está constituida por una viga en doble T, resultando, por lo tanto, de composición mixta.

También es de composición mixta la grúa empleada para el

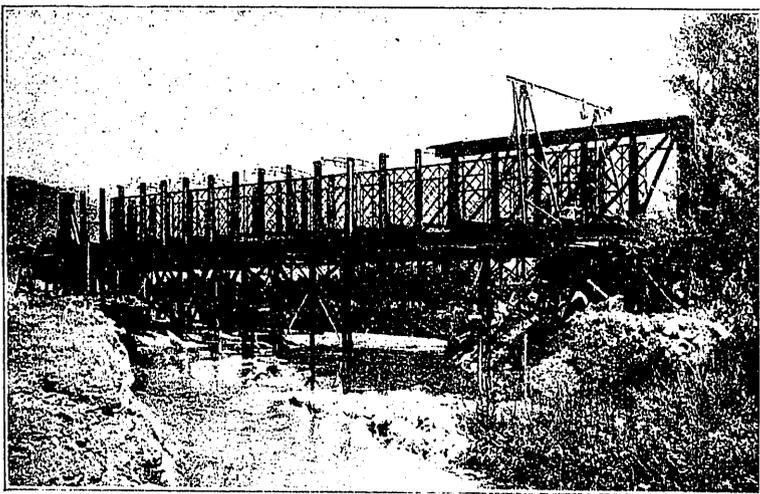


Fig. 103.

montaje del tramo de 69,90 metros de luz, objeto de la figura 104, la cual, en vez de emplear para carril de rodadura del carrito superior vigas laminadas de doble T, ha utilizado dos vigas de igual sección, pero armadas, antiguas viguetas procedentes de desguace de otros tramos sustituidos en esta campaña.

Por lo demás, no ofrece particularidad alguna digna de mención especial.

Un tipo de grúa digno de mención por su ligereza y afortunado trazado es la que se utilizó para el montaje del tramo de 63,600 metros de luz teórica sobre el río Jalón en la línea de Zaragoza, en la obra situada en el kilómetro 278 de la misma, figura 105.

La estructura es metálica, exclusivamente formada por hierros laminados en doble T, de fácil manejo.

En alzado se representa en la figura, 106; su potencia es de 4.000 kilogramos, permitiendo el montaje de un tramo de sección transversal con dimensiones máximas de 7 metros por 8 metros.

Su peso es de 2.500 kilogramos, y coste, 2.000 pesetas, importando por lo tanto 0,80 pesetas el kilogramo de estructura.

En ocasiones no se han empleado grúas por encontrarse en período simultáneo de montaje un crecido número de tramos, superior al número de grúas de que se disponía.

En este caso se ha empleado, según puede comprobarse en la figura 107, un simple torno, auxiliado de un trípode, para elevar todos los elementos del tramo metálico; este procedimiento tiene su principal inconveniente en la dificultad de mover estos aparatos para cada elemento que hay que colocar, y no poderlo hacer sobre vías que faciliten el movimiento.

En alguna ocasión, y la figura 108 representa la obra en la que esto ocurrió, no se empleó aparato alguno propio de la obra, sino que se utilizaron las grúas montadas sobre vagones

para depositar los elementos preparados en el taller, desde el vagón donde habían sido conducidos, á su posición precisa de montaje.

Este sistema, que es muy económico, sólo se puede utilizar en obras situadas próximas á estaciones donde el piloto de la misma pueda conducir, en breve plazo, aquellos vagones y grúa á la obra, aprovechando un espacio de tiempo comprendido entre la marcha de dos trenes para evitar el retraso en la circulación de éstos y permitir la descarga y colocación del número de piezas que compensará el gasto de máquina que con este procedimiento se produce, siempre mayor que el que la descarga en la explanación de la misma exige.

Facilita y acelera mucho este sistema la construcción y montaje.

En esta fotografía se distingue el vagón donde está establecida la instalación móvil de remachar de que me ocupó en otro lugar de estas notas.

VALORACIÓN Y DESCOMPOSICION DEL PRECIO TOTAL DE CONSTRUCCION DE TRAMOS METALICOS

Como resumen de cuanto se ha expuesto, tanto desde el punto de vista de trabajos á realizar, como del coste de cada una de las operaciones que integran el proceso completo de la construcción de un tramo metálico, intentaré, aunque es muy difícil ni aproximarse á la realidad, á dar cifras con cierto carácter general, que den idea del reparto del gasto total entre cada una de las diversas operaciones señaladas.

Es evidente que así debe ser, pues cada caso particular es distinto del que hay que estudiar á continuación, por ser las circunstancias de corrimiento, andamio, desguace, montaje, etcétera, etc., diferentes según las condiciones y dimensiones de la obra.

Hemos visto en las ligeras indicaciones que he hecho al terminar de ocuparme de cada operación, que el coste de cada una varía entre límites muy extensos, según sean dichas circunstancias.

Al combinarse entre sí, en un caso particular, todas y cada una de estas operaciones, que individualmente resultan á su vez múltiples, se da lugar, acudiendo á símil matemático, á considerable número de combinaciones entre gran número de variables,

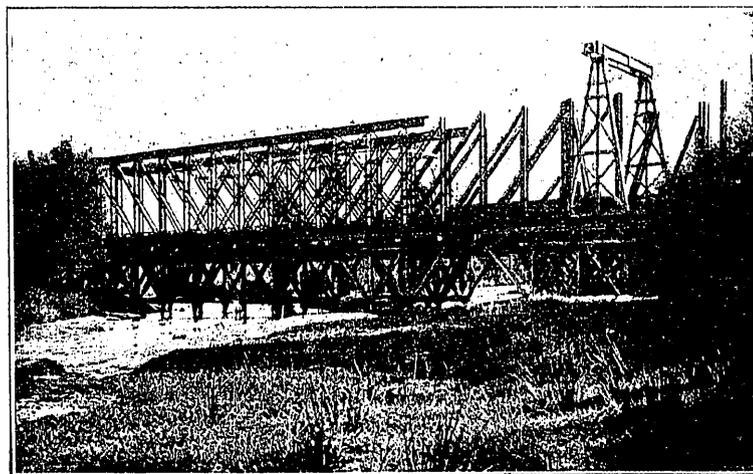


Fig. 104.

lo que impide, como hubiera sido mi deseo, simplificar la busca del coste total de una obra, dadas sus condiciones, acudiendo, bien á un simple cuadro, con varias entradas, bien á una representación gráfica con varias coordenadas y curvas representativas.

(1) Véase el número anterior.

PRUEBAS DE LOS TRAMOS METÁLICOS

De un importante número de trabajos realizados he deducido ciertos límites entre los cuales varían los gastos ocasionados por las operaciones varias que hay que realizar, señalando en el siguiente cuadro estos valores y deduciendo un promedio final, que, si no da una indicación exacta, sí al menos una orientación á quien quisiera, antes de hacer un presupuesto detallado, estudiar una estimación que dicra idea del importe total y parciales.

He de hacer notar que en las cifras que marco no incluyo

Tan pronto como un tramo metálico se encuentra completamente terminado, con todos sus elementos esenciales y secundarios colocados, la vía dispuesta en situación normal, las fábricas terminadas, es decir, modificadas, según exijan las dimensiones y disposición del nuevo tramo y la vía en las proximidades del tramo, debidamente asegurada, pueden quitarse las señales de precaución y parada que se habían colocado para el paso de los trenes, con objeto de evitar que, dada la situación anormal de aquéllos, pudiera ocurrir cualquier incidente desagradable.

Una vez llegado este instante puede hacerse la prueba que reglamentariamente debe realizarse para comprobar con la experiencia que el tramo reúne las condiciones de resistencia deseadas.

Esta prueba se realiza con el tren, que produce en la mayor parte de los elementos del tramo los mayores trabajos, no correspondiendo en general el mismo para todos ellos, es decir, que el que para los elementos del piso es el más desfavorable, no es el que para las vigas principales produce los mayores trabajos.

Con el fin de no repetir las pruebas con dos trenes distintos, con objeto de determinar directamente unos y otros efectos máximos, se adopta el más desfavorable para el piso, y como se conoce el exceso de trabajo que produciría el paso del otro tren más desfavorable para las vigas principales, se añade á los trabajos hallados para éstas directamente la expresada diferencia, comprobando que el total así encontrado, unido al trabajo producido por la carga permanente, ó sean peso propio del tramo y vía, son menores que los permitidos por la vigente Instrucción, y previstos en el proyecto.

Los aparatos ordinariamente empleados son sobradamente conocidos para que sea necesaria su descripción; se utilizan los aparatos Manet-Rabut para medir las deformaciones y trabajos unitarios en las diversas piezas de los tramos comprobados y el flexímetro tipo Barthelemy para hallar la flecha de la estructura general.

Se realizan dos pruebas en cada tramo, primeramente la estática, midiendo además de la flecha de cada una de las vigas

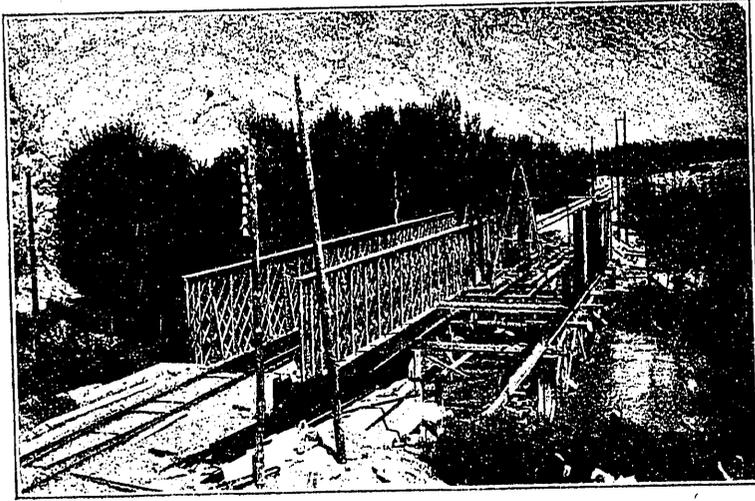


Fig. 107.

partidas que en la industria particular deben tenerse en cuenta, cual es el beneficio industrial, no detallo, por distribuirla entre todas las operaciones, la partida de gastos generales, muchos más bajos en las cifras que al detalle he manejado, por tratarse de la administración del Taller Central de Vía y Obras de esta Compañía, que, por su constitución especial, tiene muchos menores gastos que un taller particular.

Hechas todas estas salvedades, indicaré en el cuadro á que antes ya me he referido por la distribución en 100 del importe total de gastos de los diversos conceptos correspondientes á las diferentes operaciones, en varias obras que puedo considerar como tipos, escogidas en forma que marquen los límites extremos entre los gastos de cada una de aquéllas:

Materiales.	Construcción en taller.	Andamios de montaje y desguace.	Montaje y desguace.	Corrimiento.
53,29	22,04	7,74	11,63	5,30
60,92	21,35	1,24	13,83	2,66
59,46	16,49	8,72	11,36	3,97
70,41	15,71	»	9,97	3,91
62,64	19,58	2,51	12,03	3,24
70,30	14,41	3,68	7,94	3,67
66,76	14,38	5,03	10,37	3,46
443,73	123,96	28,92	77,13	26,21
63,40	17,71	4,13	11,02	3,74

Puede, por lo tanto, considerarse que, en números redondos, la distribución del gasto total puede repartirse en la siguiente forma:

	Por 100.
Materiales.....	63
Construcción en taller.....	18
Andamios.....	4
Montaje y desguace.....	11
Corrimiento.....	4
	<hr/>
	100

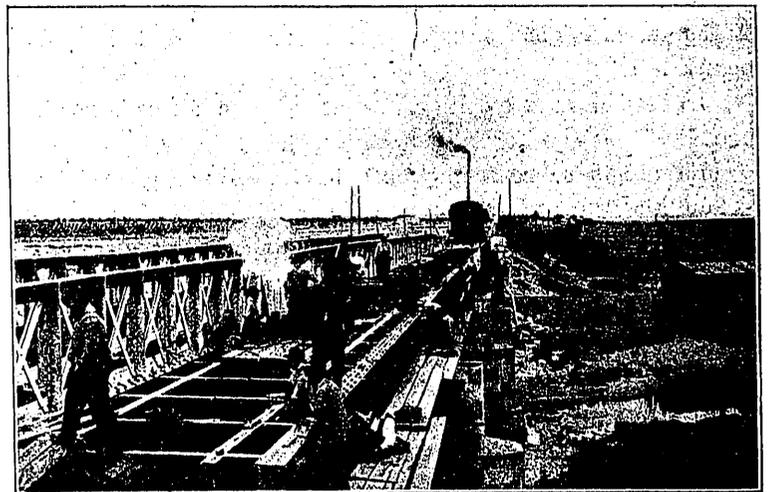


Fig. 108.

principales los trabajos experimentados por cada uno de los elementos de las mismas y los correspondientes á los puntos que podemos llamar críticos, de las cabezas de éstas, como son: cambios de sección y estructura, puntos medios, etc.

Igualmente se hará con un número de viguetas y largueros, generalmente no todas si los resultados medidos en las experimentadas son armónicos y concordantes, como suele ocurrir,

sobre todo en los tramos modernos bien calculados y contruidos; si se obtiene algún resultado anormal y extraordinario que produzca sospechas respecto á su construcción y resistencia, se prueban todos, para conocer al detalle su resistencia individual.

Terminada la prueba estática, que generalmente se hace pasando el tren por la obra á paso de hombre, se realiza la prueba dinámica colocando de nuevo todos aquellos aparatos, bien que acusaron lecturas máximas, bien cualquiera anomalía no explicada satisfactoriamente.

Si los resultados no ofrecen discordancia importante se da por terminada la prueba, considerando el tramo como satisfactorio, y haciendo su recepción definitiva.

Si, por el contrario, las pruebas realizadas acusaran defectos de alguna clase en determinada pieza, bien por su constitución, construcción, remachado, etc., se corrigen éstos hasta ponerle en perfectas condiciones, haciéndose después de esta corrección las pruebas oportunas para comprobar si el trabajo realizado ha sido eficaz.

Hay que confesar que en rarísimas ocasiones ocurre lo indicado, cuando se trata de tramos nuevos.

Una observación general, de la cual hago también mención al ocuparme de la instalación móvil de remachar empleada en esta campaña, en los tramos contruidos por el Taller Central de Compañía; se refiere á la notable concordancia y uniformidad de resultados obtenidos en las pruebas, cuando se trata de tramos cuyos elementos montados en obra han sido unidos y remachados utilizando aquella instalación, es decir, remachados con martillos accionados por aire comprimido.

Las piezas preparadas en los talleres, tanto de la industria particular como de la Compañía, han sido remachadas mecánicamente, con potentes remachadoras accionadas por aire comprimido ó hidráulicamente, pero en obra, todos los tramos montados por aquella han sido remachados á mano, en cambio los que lo han sido por el Taller Central de la Compañía, como ya se indica anteriormente, lo han sido con la instalación móvil que se describe detalladamente en estos apuntes en lugar más avanzado.

El pequeño aumento de coste que representa la colocación en obra, mecánicamente, de los remaches queda sobradamente compensado por la excelente calidad y uniformidad del trabajo.

OBSERVACIONES REALIZADAS EN LAS PRUEBAS. —

Al probar el considerable número de tramos existentes en la red antigua de la Compañía de Madrid á Zaragoza y á Alicante, antiguos y modernos, siempre he llevado la ilusión de obtener alguna observación de carácter personal que añadir á las hechas por otros experimentadores que han trabajado en extremo en esta clase de investigaciones y que han publicado detalladísimos estudios que constituyen brillante muestra de su laboriosidad y acierto.

Es bastante numerosa la bibliografía sobre este interesante asunto, á la cual puede acudir como fuente de enseñanzas prácticas y teóricas.

El *Bulletin du Congrès International des Chemins de fer* de 1898, al ocuparse de las experiencias realizadas en las líneas de la Compañía del Oeste Francés; la interesante conferencia de M. Rabut en 19 de Julio de 1900 en el Congreso de Mecánica aplicada; los trabajos de M. Lanna en la Compañía de Orleans, los de Schreder y Kist en los ferrocarriles holandeses y, especialmente; los estudios de M. Dupuy, Inspector general de puentes y calzadas, sumiustran abundante arsenal de observaciones curiosas sobre tan importante particular.

Todas las observaciones que he recogido que me parecían interesantes y nuevas, han resultado que estaban incluidas entre las ya citadas por algunos de los anteriores autores, y ya que no pueda aportar dato alguno nuevo sobre este tan interesante aspecto de la construcción de tramos metálicos, sí puedo afirmar la exactitud de las observaciones y estudios de aquellos que he visto comprobados en múltiples ocasiones.

La primera observación de que me ocuparé, por interesar igualmente á los elementos del piso y de las vigas principales, se refiere á la influencia que tiene en los resultados obtenidos la separación de carriles en sus juntas y el paso de material móvil que en alguna de sus ruedas tiene sus llantas poligonadas con alguna parte aplanada.

Principalmente los efectos de estas circunstancias señaladas se acusan más claramente en los elementos del piso, sin que esto diga que en las vigas principales no se acuse, aunque sí menos sensiblemente.

En tramo, en que las lecturas obtenidas durante la prueba dinámica para los trabajos en viguetas y largueros resultaban armónicas en extremo, sólo se notaron pronunciadas discordancias en dos largueros y una vigueta que correspondía á una junta que, por descuido de los agentes de la vía, presentaba un clareo que pasaba de 20 milímetros.

El término medio de las cuarenta lecturas en largueros era 4,05 kilogramos por milímetro cuadrado; en los dos mentados, las ocho lecturas realizadas en la sección correspondiente á la junta era de 6,85 kilogramos.

Para las viguetas se registraron treinta y tres lecturas, con un promedio de 4,86 kilogramos; las cuatro lecturas de la vigueta aludida de 7,25 kilogramos.

Durante la prueba se corrigió aquella junta, corriendo carriles y repartiendo entre varias juntas el exceso de clareo señalado.

Se volvieron á tomar las ocho lecturas en los dos largueros y las cuatro en la vigueta, dando promedios, respectivamente, de 4,23 y 4,92 kilogramos por milímetro cuadrado, ó sean lecturas perfectamente comparables con las demás medidas en las otras viguetas y largueros.

Análoga observación, aunque algo más atenuada, la he hecho en lecturas de aparatos colocados en las vigas principales.

Correspondía en un tramo un cambio de sección de su cabeza con una junta de clareo exagerado cerca de 30 milímetros.

Los ocho aparatos colocados en las cuatro cabezas superiores é inferiores de esta sección dieron un trabajo medio de 8,34 kilogramos por milímetro cuadrado, en tanto que las ocho lecturas de los aparatos colocados en la sección idéntica, pero que no correspondía con ninguna junta, dieron un promedio de 6,89 kilogramos.

Corregida aquella junta se obtuvo un promedio de 7,05 kilogramos.

Estas observaciones las he obtenido en repetidas ocasiones, que no detallo para no alargar en extremo esta parte de estos apuntes y confirman las afirmaciones de M. Rabut sobre el particular.

Es tal el convencimiento de lo beneficioso de que las juntas queden disminuídas al minimum, que se tiene dada orden terminante á los agentes de la vía que hagan desaparecer el clareo entre carriles y en todos aquellos tramos en los cuales la vía esté constituida por carriles de 6 metros, por ser este el tipo general en el trayecto ó línea correspondiente, se sustituyan en el tramo por carriles de 12 metros, reduciéndose el número de juntas á la mitad, aun teniendo en cuenta el inconveniente de que inmediato al tramo y á uno y otro lado del mismo es preciso unir los dos tipos de carriles con bridas mixtas, sistema nunca perfecto.

Tan accentuados efectos como los señalados se observan al paso de alguna rueda cuya llanta esté chafada en alguna de sus partes.

Estos efectos, aunque se observan en las pruebas estáticas, cuando adquieren relieve é importancia, es en las pruebas dinámicas.

Todos los aparatos colocados en viguetas y largueros en la prueba de un tramo, daban lecturas armónicas y similares al paso de la primera máquina de las dos que remolcaban el tren de prueba, menores que el límite concedido por la Instrucción.

El promedio para las viguetas era de 5,47 y para los largueros 5,82 kilogramos por milímetro cuadrado.

Al paso de la segunda máquina se observó, con una notable regularidad, un aumento de unos 2,50 kilogramos en las lecturas de la primera, resultando un promedio de 7,82 y 8,05 kilogramos por milímetro cuadrado respectivamente, ó sean trabajos mayores que los tolerados por la Instrucción.

Examinado el caso, al principio produjo alarma, pues sólo se acusaban por los agentes encargados las lecturas más altas, ó sea con la consecuencia desagradable de declarar inútil y poco resistente el piso del tramo nuevo; se observó después de varias pasadas la circunstancia señalada de que uno de los ejes de la segunda máquina tenía sus ruedas achafanadas sensiblemente.

Al terminar el trabajo del día se cambió aquella máquina por otra de igual tipo y peso, obteniéndose en el resto de la prueba resultados satisfactorios y concordantes.

Consecuencia de ello es la de que debe evitarse á toda costa, que para evitar perjuicios en la vía y tramos metálicos vayan ruedas con sus llantas en la forma expresada.

Observaciones en las vigas principales.—Al probar las barras de celosía de los tramos nuevos que ordinariamente trabajan á la tensión, por dominar entre los tipos de tramos proyectados y construídos las vigas de tipos Pratt y Linville, se han hecho experiencias colocando en todas las alas de la pieza armada que constituyen la barra aparatos diferentes.

Por ejemplo, si es de sección en \perp cuatro aparatos; tres, si presenta esta sección Γ ; y aunque, como digo, sometidas á esfuerzos de tracción, los trabajos medidos rara vez concuerdan.

Se explicaría fácilmente esta disconformidad en piezas comprimidas, sobre todo si la sección no es simétrica con relación á los ejes normales, por flexionarse con preferencia en sentido normal á la línea de máxima dimensión.

Aquella circunstancia indica que la pieza, además de la tensión producida por los esfuerzos á que se encuentra sometida, experimenta esfuerzos secundarios, por no corresponder la dirección de aquéllos exactamente á su eje de figura.

El esfuerzo principal á que se encuentra sometida es en el caso de sección en cruz y llamando $a - a' - b$ y b' los cuatro trabajos leídos, será

$$\frac{a + a' + b + b'}{4}$$

y los esfuerzos secundarios que á veces adquieren importancia serán

$$\pm \frac{a - a'}{2} \text{ y } \pm \frac{b - b'}{2}$$

según el plano que se considere.

Si pasamos á ocuparnos de las celosías de los tramos antiguos, ordinariamente formadas por barras planas múltiples, sin rigidez alguna transversal, por ser su dimensión ordinariamente en este sentido de 10 á 20 milímetros, en las barras comprimidas se puede correr el riesgo de que las lecturas acusadas por los

aparatos no sean fiel reflejo de su trabajo real, sino que acusen además de éste la flexión de las barras que al acercar las dos garras del aparato las varillas de éste forman la cuerda del arco formado por aquéllas y den lecturas por demás alarmantes, si no se investiga debidamente la causa de esta anomalía.

Pasando al estudio de las cabezas de las vigas principales, en el caso en que no exista arriostrado superior, he de hacer notar la importante diferencia en los trabajos obtenidos en la misma sección de las cabezas superiores, siendo el tramo de piso inferior en los aparatos colocados en la parte interior ó exterior de aquéllas, siendo siempre mayor los correspondientes á los segundos.

Se explica fácilmente esta diferencia ó falta de uniformidad en la compresión, fijándose que al tomar fecha las viguetas, esta flexión produce el efecto de inclinar hacia el interior del puente la cabeza superior de las vigas, no de un modo uniforme, pues si todas las viguetas están igualmente cargadas en todo momento, no todos los marcos verticales formados por aquéllas y los montantes respectivos tienen igual resistencia.

Los marcos extremos son más resistentes que los centrales; por ello en planta presentan dichas cabezas una forma en X, lo que explica claramente la diferencia de lecturas, que en varios casos llega á ser mayor la exterior que la interior, en 2 kilogramos.

Otro efecto observado también en los puentes de piso inferior, sin arriostrado superior, es el estudiado principalmente por Monsieur Dupuy.

Se observa con frecuencia en tramos de este tipo que en la misma sección de las vigas principales las lecturas obtenidas en los aparatos colocados en la cabeza inferior son menores que las correspondientes á la cabeza superior.

La explicación de esta aparente contradicción, que he visto confirmada, sobre todo en los tramos modernos, es la siguiente:

Como por la acción de la sobrecarga la cabeza inferior se alarga, las viguetas que ordinariamente están unidas á ella en su punto de enlace con los montantes giran y tratan de separarse entre sí, haciendo trabajar á la extensión á los largueros unidos á ellas.

En los tramos modernos, en que tan sólidamente se unen á las vigas principales las viguetas por medio de resistentes cartelas y á aquéllas los largueros igualmente de un modo rígido y resistente, también por fuertes cartelas y hierros en ángulo, aumentando á veces la solidaridad y trabazón de todas estas piezas por su unión por medio de arriostrado, no es fácil que la viga horizontal así formada experimente deformaciones importantes, y defiende y ayuda á la cabeza inferior que, por esta causa, experimenta menores trabajos en todas sus secciones que la cabeza superior.

Repito que este efecto lo he comprobado en múltiples ocasiones, sobre todo en los tramos nuevos, no así en los antiguos donde si bien algo se nota la diferencia es insignificante.

Cuando se trata de un tramo con piso superior, el efecto, aunque contrario, es comparable, pues entonces las viguetas, en lugar de tratar de separarse se aproximan y se comprimen los largueros.

No se presenta en este caso tan patente la diferencia, pues como en esta clase de tramos siempre se colocan dos planos de arriostrado horizontales, no es tan evidente la diferencia que antes he detallado para las cabezas superiores de los tramos de piso inferior, que cuando no permite su poca altura la colocación de arriostrado quedan en su parte superior libres y sin sujeción.

De todo ello se deduce la conveniencia de arriostrar entre sí las cabezas de ambas vigas, y cuando esto no es posible por la poca luz de la obra, y por consiguiente pequeña altura de las vi-

gas; debe procurarse por estas razones y por otras señaladas en otros lugares de estos apuntes, siempre que sea posible, hacer los tramos de piso superior.

También desde este punto de vista son más convenientes los tramos de vigas continuas que los de vigas independientes para las obras en que existen varios tramos.

En éstos, como ya he indicado, la flexión horizontal producida en las viguetas por el alargamiento de las cabezas inferiores va creciendo desde el centro del tramo á los extremos, quedando recta la vigueta central, experimentando el trabajo máximo las viguetas extremas, que vuelven su convexidad hacia el centro del tramo, siendo aquél proporcional al alargamiento absoluto de las cabezas.

En los tramos solidarios las cabezas inferiores se alargan sólo en la parte central, acortándose en las partes extremas, á igual trabajo, es decir: á igual alargamiento relativo, el alargamiento absoluto es menor y menor también el trabajo unitario de las viguetas.

Para terminar lo concerniente á las vigas principales, señalaré el caso ya citado por Rabut, y comprobado por mí en los tramos metálicos correspondientes á la obra sobre el río Jarama en el kilómetro 45,795 de la línea de Alicante, dispuestos para doble vía, con tres vigas principales, de que el paso de un tren por una de las mitades de los tramos dobles, es decir, en la parte correspondiente para una sola vía, produce trabajos, aunque de mucha menor importancia en la tercera viga principal y en el otro piso, por solidaridad con las otras piezas, cuando aparentemente al menos no debían trabajar nada; en la figura 109 se representa el momento de la prueba de este puente con los dos trenes.

Como indicación de carácter general, por lo que se refiere á las pruebas de los elementos de las vigas principales, diré, que los trabajos medidos, sobre todo en los tramos de construcción reciente, son muy parecidos, aunque casi siempre inferiores á los que corresponden según el cálculo, salvo las anomalías señaladas, que, por conocidas, deben tenerse en cuenta y descontarse al hacer las comparaciones.

Pasemos ya al estudio de las pruebas de los elementos del piso.

Por regla general, en éstos se ha hecho la observación general de índole contraria á la que acabo de señalar para los elementos de las vigas principales, y es, que los resultados obtenidos son casi siempre superiores á los determinados por el cálculo, especialmente en los tramos de piso inferior sin arriostrado superior, menos acentuada esta diferencia en los del mismo tipo con arriostrado superior, y apenas perceptible, en los de piso superior.

Indiscutiblemente debe atribuirse esta anomalía á los efectos secundarios, antes señalados y detallados.

Ya se ha visto la eficaz ayuda que el piso, sólidamente enlazados sus elementos entre sí y á las vigas principales, presta á las cabezas inferiores de éstas.

Pero no tiene duda que esta ayuda no se hace en vano, sino que se recargan considerablemente en sus trabajos los largueros y viguetas.

Aquéllos, al alargarse ó acortarse por la flexión lateral de las viguetas, á las cuales están unidos, según éstas se separen ó acerquen, como consecuencia de la deformación de las cabezas inferiores de las vigas principales.

Prueba bien patente de ello la encuentran las brigadas encargadas de la reparación de los tramos metálicos, al tener que cambiar en gran número los remaches flojos que unen los largueros á las viguetas.

Las viguetas resisten, además de las flexiones propias de las sobrecargas que por la vía circulen, una torsión que las inclina al lado de los largueros vecinos más cargados, y una flexión horizontal, consecuencia del trabajo estudiado por M. Dupuy y ya detallado anteriormente.

Estos trabajos se acentúan más, como ya se ha indicado, en las viguetas próximas á los extremos del tramo, y así se comprueba, por regla general, que los trabajos medidos en varias viguetas son mayores cuando más alejadas están éstas del punto medio del tramo.

Los arriostrados horizontales que realmente no debían trabajar, pues su misión se limita exclusivamente al caso en que un fuerte viento los haga entrar en juego, dan lecturas al paso de los trenes, que no llegan á 2 y 3 kilogramos por milímetro cuadrado, debidos á los efectos ya repetidamente señalados de solidaridad, y que deben, como consecuencia, tenerse en cuenta al calcular este elemento de la estructura metálica.

Otra circunstancia que en los largueros debe tenerse muy en cuenta y que da lugar á trabajos muy desiguales en sus cuatro

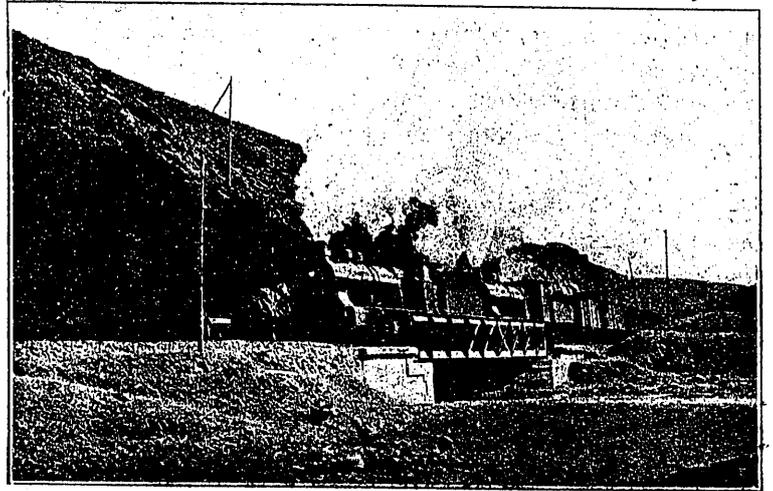


Fig. 110.

alas, se refiere á la posición de los carriles sobre ellos, según el plano de simetría de éstos coincida ó no con el de los largueros.

Si por defectos de colocación de vía, mal replanteo de ésta sobre los largueros de madera ó traviesas que se apoyan en los largueros de madera, existe descentramiento, los mentados trabajos acusan diferencias á veces de más de 2 kilogramos por milímetro cuadrado.

Este inconveniente se hace muy patente cuando la vía está colocada en curva si los largueros están poligonalmente replanteados y no en curva; por esto es en extremo conveniente, aunque resulta algo más caro, colocar aquéllos con el radio que ha de tener la vía.

La figura 110 representa el momento de la prueba dinámica en un tramo de la línea de Zaragoza.

INSTALACION MOVIL PARA EL REMACHADO

Una vez decidida por la Compañía la realización de tan importante campaña de sustitución de tramos metálicos, habiendo de ser encargada una buena parte de la misma al Taller Central del Servicio de Vía y Obras de aquella, se estudió la conveniencia de proporcionarse una instalación móvil de remachar, con objeto de conducirla á cada puente que por aquella dependencia había de ser sustituido.

Motivó esta iniciativa el convencimiento adquirido al emplear en repetidas ocasiones en el taller las remachadoras mecánicas,

de las inmejorables condiciones, en que quedaban las piezas remachadas en estas condiciones sobre las remachadas á mano, por muy perfecta y cuidadosamente que este trabajo se lleve á la realizaci3n.

Como comprobaci3n citar3 casos que muy frecuentemente se han presentado al tener que cortar, por cualquier causa, alg3n remache colocado mec3nicamente, el cual, aunque se corten con la tijadera sus dos cabezas, no se desprende el cuerpo del remache, que rellena de un modo tan perfecto y completo el orificio ú orificios practicados en la pieza á coser, que para poder sacar aqu3l y dejar libre 3stos ha sido preciso taladrar dicho remache, que hab3a formado cuerpo íntimamente con aqu3llas.

Otra comprobaci3n de la bondad del trabajo con procedimientos mec3nicos, y de cuyo particular ya me he ocupado al hablar de las pruebas de los puentes reci3n construidos, se encuentra en la perfecta concordancia hallada en dichas pruebas en los trabajos hallados y los calculados, en los puentes remachados por este procedimiento, en tanto que en aquellos tramos, en las piezas cosidas en el taller, lo han sido mec3nicamente, pero luego para su uni3n en obra el remachado se ha hecho á mano; se ha podido comprobar que en aqu3llos los trabajos pr3cticos y te3ricos concordaban con notoria exactitud, en tanto que en 3stos, sin que se hallen grandes diferencias, el acuerdo no es tan completo, encontr3ndose de cuando en cuando contradicciones cuya explicaci3n casi siempre se encuentra en defectos y deficiencias del remachado.

Convencido de estas circunstancias proyect3 la instalaci3n en un vag3n cerrado, tipo corriente, de una peque1a central de compresi3n, la que se representa en planta en la figura 111, pudi3ndose ver en las figuras 112 y 113 fotograf3as de su interior.

Despu3s de varios estudios y tanteos se hizo un anteproyecto

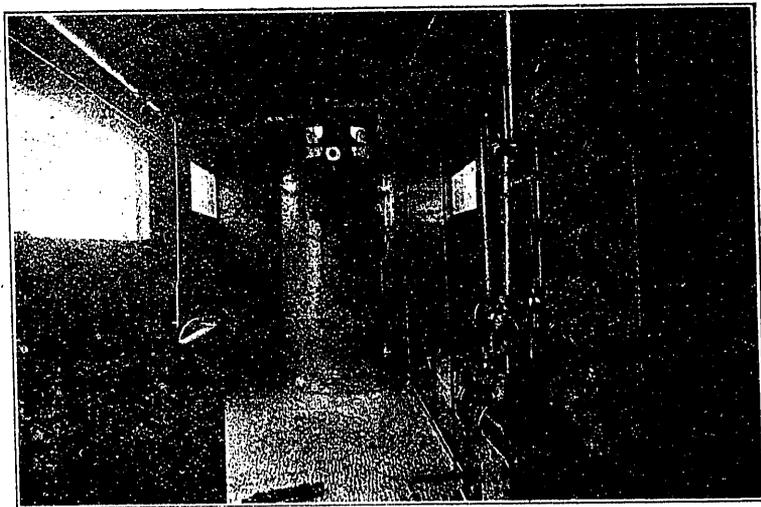


Fig. 112.

de dicha instalaci3n, invit3ndose á las Casas que principalmente se dedican á esta clase de trabajos al suministro de los aparatos necesarios.

Fu3 adjudicado este suministro á la Casa Ingersoll Rand C.º, la cual entreg3 todos los aparatos, que fueron por la misma montados en el vag3n (fig. 114), que se construy3 en los talleres de la Compa1a.

El importe total de este grupo transportable ascendió á 22.660 pesetas.

Descripci3n de la instalaci3n m3vil.—Se encuentran instalados en el vag3n los elementos que se indican á continuaci3n, seg3n puede comprobarse en la figura 111.

1.º Una caldera vertical con tubos Field, superfi3e de cale-

facci3n de 14 metros cuadrados, con rejilla de 1,16 metros cuadrados, timbrada á 7 kilogramos, vaporizando por hora 526 kilogramos de agua.

2.º Un compresor patente de la Casa Ingersoll Rand, de tipo horizontal, accionado directamente por vapor.

El di3metro de los cilindros de aire y vapor, as3 como la carrera com3n de ambos, es igual á 203 mil3metros.

A su velocidad normal de 210 revoluciones por minuto aspira un volumen de 2,730 metros c3bicos de aire por minuto.

Alimentado con vapor á 7 kilogramos, y comprimiendo el volumen indicado á una presi3n de 4,5 á 7 kilogramos por cent3metro cuadrado, desarrolla en el cilindro de vapor una potencia efectiva de 12,5 á 19 HP.

Est3 provisto de un regulador autom3tico de presi3n de aire, funcionando por el aire comprimido del dep3sito, y que simult3neamente obtura la aspiraci3n y act3a sobre la admisi3n de vapor.

3.º El dep3sito de aire tiene una capacidad de 1,272 metros c3bicos y es de palastro de 7 mil3metros.

4.º Un dep3sito de agua de chapa de palastro con una capacidad de 1,125 metros c3bicos.

5.º Una bomba Camerun para la alimentaci3n de la caldera y dep3sito, horizontal, de movimiento alternativo, con un rendimiento por minuto de 30 litros.

6.º Otra peque1a bomba para refrigeraci3n del compresor.

7.º Las tuber3as, v3lvulas é inyector necesarios para el buen funcionamiento de toda la instalaci3n, que se detallan suficientemente en la figura 111.

Comparaci3n del gasto del remachado á mano y con esta instalaci3n—Se tomar3 como base de c3lculo el coste de la colocaci3n de 100 remaches, comenzando 3ste c3lculo por el remachado á mano.

Un equipo de remachadores coloca al d3a en diez horas de trabajo unos 150 remaches.

El importe de la mano de obra es el siguiente:

Un remachador.....	6,50	ptas. de jornal.
Un ayudante.....	5,75	» »
Un ídem.....	5,50	» »
Un calentador.....	4,00	» »

Suma..... 21,75 ptas. diarias.

Consumo de carb3n, 15 kilogramos, á 4 pesetas por 100 kilogramos, 0,60 pesetas.

Consumo de herramienta, fraguas, etc., 1,75 pesetas.

Por 100 remaches $\frac{21,75 + 0,60 + 1,75}{1,5} = 16,06$ pesetas.

A continuaci3n se hace an3logo c3lculo para el remachado mec3nico, partiendo de las bases siguientes:

Pueden y deben trabajar simult3neamente cuatro equipos de remachadores; cada equipo coloca en obra unos 200 remaches.

DOMINGO MENDIZÁBAL.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuar3.)

