

tan intensa, se alumbrará por medio de focos ordinarios, distribuidos en la forma siguiente: tres á inmediación de la tapia del varadero de los señores Bofill y Martorell; 11 en los espacios destinados á depósitos provisionales descubiertos; cuatro agrupados dos á dos en los paramentos laterales de la machina, y los dos últimos en el trozo de andén del muelle Viejo, que enlaza éste con el de Pescadores

(Se continuará.)

FERROCARRIL DE ELGOIBAR Á SAN SEBASTIAN MATERIAL DE VÍA

MEMORIA

(Continuación.)

Además, hay que tener en cuenta que el bateo de las traviesas, la buena sujeción del carril, las placas de asiento, etc., contribuyen á atenuar los efectos de la velocidad; de manera que en una vía regularmente conservada los esfuerzos soportados por el carril no llegarán nunca á 13 kilogramos por milímetro cuadrado, pudiendo esta cifra considerarse como un límite máximo, al cual ordinariamente no se llega en la práctica. En prueba de ello, haremos únicamente observar que, en el carril de la línea de Durango á Zumárraga, los esfuerzos calculados debidos á la carga estática, llegan á 7,66 kilogramos por milímetro cuadrado, sin que durante todo el tiempo que aquélla lleva en explotación haya tenido lugar ninguna rotura de carril. Siendo el máximo esfuerzo deducido por el mismo método para el carril de que nos ocupamos solamente de 6,07 kilogramos, puede asegurarse con absoluta certeza que éste se halla aún en mejores condiciones de resistencia.

Resistencia del carril en los tramos de junta.—En los tramos de junta se supone generalmente al carril como empotrado en uno de sus extremos y libre en el otro. El momento de flexión será máximo encima de la traviesa, y se verificará cuando la carga se aplique encima de la junta, ó sea en el extremo del carril. En este supuesto, y como $a = 0,50$ metros largo de

$$R = \frac{P}{4} \times \frac{v}{l} a = 6,40 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

Resultando, por lo tanto, un esfuerzo muy poco mayor que el que hemos

deducido para los tramos intermedios, cuando hemos tenido en cuenta solamente la carga estática.

De los experimentos practicados últimamente para obtener la flexión de los carriles en diferentes puntos bajo la acción de la carga dinámica, se deducen consecuencias enteramente diferentes.

En efecto; la observación de las flexiones producidas en los tramos de junta y en los intermedios de los carriles, demuestran que en aquéllos la flexión es mucho más considerable, y que á igualdad de distancia entre los puntos de apoyo, la relación entre ambos varía de 3,2 á 5,00, y es, por término medio, de 3,90.

Para explicar esta diferencia, supongamos que la brida sea reemplazada por una articulación, alrededor de la cual puedan girar los dos extremos de los carriles. En el momento que una rueda llegue á la junta, cada uno de ellos se deformaría como si estuviera empotrado en una extremidad y libre en la otra y sujeto á la acción de un peso igual á la mitad del de cada rueda; las dos extremidades se deformarían, por consiguiente, como una barra apoyada en sus extremos y cargada en el centro con un peso igual al de la rueda. Sabemos que en este caso la flecha es cuatro veces mayor que cuando hay empotramiento en los dos apoyos, resultado que confirma la experiencia, pues como ya hemos dicho, la relación entre las flechas observadas es, por término medio, de 3,90.

Se deduce, por lo tanto, que en los tramos de junta no puede considerarse en absoluto al carril en las condiciones que en principio hemos supuesto, y que, por el contrario, la hipótesis de suponerlo como apoyado en sus extremos, conduce á resultados que están más en consonancia con los obtenidos directamente por medio de los aparatos empleados para medir las flexiones producidas en los carriles.

Hay que tener en cuenta además, como lo hemos hecho al tratar de los carriles, la influencia de la carga dinámica y la mayor separación de los puntos de apoyo, producida por el asiento de las traviesas.

Adoptando para obtener esta separación los coeficientes admitidos por Mr. Coñard en la Memoria á la que nos hemos referido, y que para los tramos de junta son: 5,36 en el caso de suponer el empotramiento, y 2,30 en el de considerar el carril como simplemente apoyado, y multiplicando el peso por el coeficiente correspondiente á la velocidad de 40 kilómetros, que como hemos dicho es de 1,50, se pueden calcular los esfuerzos soportados por el carril por medio de la fórmula

$$R = aPL \frac{v}{T}$$

En el siguiente cuadro se expresan los valores de los diversos elemen-

tos de la fórmula en cada uno de los casos, y los valores de R así obtenidos:

	a.	P.	Coeff. cien- to.	Valor real de P.	L.	Coeff. cien- to.	Valor real de L.	$\frac{v}{I}$	Valores de R.
Carril empotra- do en un ex- tremo.....	0,125	4750	1,50	6125	0,25	5,36	1,34	10793,649	11,07 kilog. por m/m ² .
Carril apoyado en sus extre- mos.....	0,25	4750	1,50	6125	0,50	2,30	1,15	10793,649	19,00 kilog. por m/m ² .

En realidad, el esfuerzo á que el carril ha de estar sometido en los tramos de junta, aun suponiéndole en las condiciones más desfavorables, será intermedio entre los límites anteriores; y por otra parte, hemos ya dicho que con una buena conservación de la vía puede disminuirse el asiento de las traviesas, y por lo tanto, atenuar los efectos debidos á la velocidad reduciendo la separación teórica de los puntos de apoyo que para nuestros cálculos hemos deducido, y por lo tanto, los máximos esfuerzos obtenidos.

La resistencia de 19,00 kilogramos por milímetro cuadrado es, por lo tanto, un límite teórico; pero aun suponiendo que á él se llegase no es excesivo, puesto que no llega á la mitad del límite de elasticidad, y tratándose de causas no permanentes, sino solamente accidentales, es perfectamente compatible con las buenas condiciones de resistencia del acero.

Cálculo de resistencia de las bridas.—Las dimensiones de las bridas, su sección y los datos principales necesarios para el cálculo de su resistencia, son las siguientes:

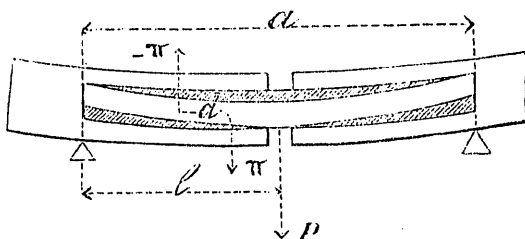
	BRIDA LISA.	BRIDA ACANALADA.
Distancia del centro de gravedad á la arista superior.	$v = 44,50 \text{ m/m}$	$v_1 = 45,00 \text{ m/m}$
Idem id. id. á la arista inferior.	$v' = 28,25 \text{ "}$	$v'_1 = 27,75 \text{ "}$
Altura total.	72,75 "	72,75 "
Longitud de las bridas.	500,00 "	500,00 "
Area de la sección.	$1046,92 \text{ m}^2$	$1586,92 \text{ m}^2$
Peso (suponiendo la densidad 7,82).	6,43 kil.	6,20 kil.
Momento de inercia.	$I = 0,000.000.815.867$	$I = 0,000.000.789.213$

Sabemos que en los tramos de junta el peso colocado en el centro se reparte por el intermedio de las bridas sobre cada uno de los extremos de los carriles extremos. El esfuerzo cortante en las bridas es, por lo tanto,

igual á la mitad de la carga, la que teniendo en cuenta el esfuerzo dinámico, hemos visto es igual $4750 \times 1,50 = 6125$ kilogramos.

La sección del par de bridas es 3233,93 milímetros cuadrados, y por lo tanto, el esfuerzo cortante en el caso de la mayor fatiga será $\frac{3062,50}{3233,93} = 0,95$ kilogramos por milímetro cuadrado.

La resistencia á la flexión puede calcularse del modo siguiente:



Como en el centro de la brida es también el centro del tramo, el esfuerzo es máximo cuando la carga P se aplica sobre dicho punto.

Sea π la resultante de las presiones verticales producidas en cada lado por el carril sobre las superficies de apoyo superior é inferior de las bridas; d la distancia de los puntos de aplicación de las fuerzas π y $-\pi$; I el momento de inercia total del par de bridas, y p su radio de curvatura por efecto de la carga aplicada en su centro.

$$\text{En este caso tendremos } \frac{EI}{p} = 2\pi d.$$

Suponiendo el tramo a empotrado en sus extremos, los puntos de inflexión de la fibra neutra se encuentran á $1/4$ y $3/4$ de su longitud; por consiguiente, no hay más que un esfuerzo cortante igual á $\frac{P}{2}$, y por lo tanto,

$$\frac{EI}{p} = \frac{Pa}{8}, \text{ de donde se deduce } \pi = \frac{Pa}{16d}.$$

Admitiendo la proporcionalidad de las reacciones á los esfuerzos, la suma de las reacciones podrá representarse por una área de sección triangular, y las resultantes estarán á $1/3$ y $2/3$ de la semilongitud de la brida, á partir del centro; por consiguiente,

$$d = \frac{1}{3} l \quad \text{y} \quad \pi = \frac{3}{16} \frac{Pa}{l}.$$

Hemos visto que para tener en cuenta el esfuerzo dinámico es preciso

reemplazar el valor de a por $a \times 2,30$, ó sea $0,50 \times 2,30 = 1,15$, y como en tal supuesto $P = 6125$, tendremos:

$$\pi = \frac{3}{16} \frac{6125 \times 1,15}{0,25} = 5282,812.$$

El área de las bridas es 3233,93 milímetros cuadrados, y deduciendo la sección de los agujeros 2613,93 milímetros cuadrados; por consiguiente, la resistencia á la flexión será:

$$R = \frac{5282,812}{2613,93} = 2,02 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

En el cálculo anterior hemos supuesto al carril en el tramo de junta como empotrado en sus extremidades, lo que como hemos dicho no es cierto en absoluto, y á esto se debe el que hayamos obtenido para la resistencia de las bridas tan pequeña cifra.

Suponiendo el carril y la brida como simplemente apoyados en sus extremos, el esfuerzo máximo sería:

$$R = 0,25 PL \frac{v}{I}.$$

El momento de inercia del par de bridas $I + I' = 0,00000160508$, de donde $\frac{v}{I + I'} = \frac{0,045}{0,00000160508} = 28035,985$, y como P y L son respectivamente 6615 y 0,50, resulta

$$R = 2318 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

En muchos ferrocarriles, aun para las bridas de hierro, se han obtenido cifras superiores y que en algunos llegan hasta 35 kilogramos por milímetro cuadrado, sin que se haya producido ninguna rotura, lo que prueba que la hipótesis no es tampoco absolutamente cierta y el valor obtenido es exagerado y no se realiza nunca en la práctica.

En realidad el esfuerzo de las bridas será intermedio entre los que resultan de una y otra de estas hipótesis, y se aproximará más á los deducidos suponiendo el empotramiento.

La presión máxima que se ejerce entre el carril y las caras de contacto de las bridas por unidad de superficie, está dada por la expresión

$$\frac{12}{27} \frac{Pl'}{ea^2 \sin. \alpha} = 1,55 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

Siendo $l' = 0,50$ (longitud del tramo de junta).

$P = 6615$ (peso máximo de cada rueda, teniendo en cuenta el efecto dinámico).

$e = 0,017$ (ancho de la cara de contacto).

$a = 0,25$ (semilongitud de las bridas).

$\alpha = 63^{\circ}, 26'$ (ángulo de la cara de contacto con la vertical).

Tornillos.—Los tornillos tienen 17 milímetros de diámetro y una longitud total de 95 milímetros. Su cabeza es rectangular y queda sujeta en la acanaladura de la brida, impidiendo así su movimiento cuando se aprietan. La parte fileteada tiene 40 milímetros de longitud. Las tuercas son del sistema Ibotson, el cual da excelentes resultados en cuantos ferrocarriles se emplea.

La tensión de los tornillos es igual á

$$\frac{12}{27} \frac{Pl'}{a} \left(\frac{1}{\operatorname{tg.} \alpha} - f = 1764,20 \right)$$

Fórmula en la cual $f = 0,20$, coeficiente de rozamiento, y los demás términos expresan las mismas cantidades que en la anterior.

El área de la sección del tornillo es de 226,97 milímetros cuadrados, de modo que el trabajo máximo será $\frac{1764,20}{226,97} = 7,77$ kilogramos por milímetro cuadrado de sección.

Placas de asiento.—Las placas de asiento son de dos clases: placas de junta y placas intermedias.

Como ya hemos dicho anteriormente, las primeras se colocarán en todas las traviesas de contrajunta. Sus dimensiones son 160 milímetros de longitud en el sentido del eje del carril, 156 milímetros de ancho y 6 milímetros de grueso.

Las placas de junta tienen cuatro agujeros de 20 milímetros de diámetro, cuya posición en sentido transversal está determinada de manera que su circunferencia sea tangente á la base del carril á fin de que la superficie de contacto entre la cabeza del tirafondo y dicha base sea la mayor posible. Dos de los agujeros coinciden además con los del brazo horizontal de las bridas, de modo que unidas éstas á las placas por medio de los tirafondos, queda el carril perfectamente sujeto, y por decirlo así, empotrado.

(Se continuará.)

MADRID: 1892.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15 bajo