

TRAMOS METÁLICOS

PARA EL

PUENTE DEL GUADALIMAR, EN LA CARRETERA DE BAILÉN A BAEZA
PROVINCIA DE JAÉN.

(Conclusión.)

Juntas en las cabezas de las vigas.

Se ha hecho la repartición de palastros en las cabezas de modo que no presente junta en el mismo plano que en los palastros del alma.

Para tener en cada junta una resistencia á lo menos igual á la que ofrecería el palastro si no estuviese interrumpido, es necesario colocar sobre ella piezas cuya sección transversal sea igual ó mayor que la del palastro que ha de formar la cabeza, y coserlas con roblones que produzcan tanta adherencia por lo menos como resistencia ofrece el palastro cuya junta se ha de reforzar.

Su sección transversal será de $0,5 \times 0,007 = 0,0035$, capaz de una resistencia permanente de $0,0035 \times 6.500000 = 22.750$ kilogramos.

Formando las cubrejuntas con tres placas, una de $0,05$ de longitud, $0,020$ de ancho y $0,006$ de grueso, colocada en la parte exterior; y dos colocadas en los espacios que las escuadras dejan libres en la parte interior, de $0,020$ de longitud cada una, $0,013$ de ancho y $0,006$ de grueso; cosiendo estas planchas con 8 roblones de 25 milímetros de diámetro, se obtiene una resistencia de $(0,5 + 2 \times 0,13) 0,006 \times 6.500000 = 29.640$ kilogramos. Los ocho roblones producirán una adherencia de $4908,7 \times 8 = 39.269,6$ kilogramos, resultando la junta, por lo tanto, con suficiente solidez.

No se proyecta colocar cubrejuntas más que en las cabezas inferiores, pues en las otras el palastro estriado del piso y los hierros de \cup que han de sostenerle ofrecen resistencia suficiente; ésta es, en efecto:

$$\frac{2 \times 10,25}{7.780} + 0,5 \times 0,007 \times 6.500000 = 40.300 \text{ kilogramos.}$$

Juntas en las escuadras de las vigas.

La junta en una escuadra origina una disminución en la resistencia de $\frac{15}{7.780} \times 6.500000 = 12.532$ kilogramos, que ha de ser la mínima resistencia de la cubrejunta.

Se ha de formar ésta con dos trozos de palastro de $0,016$ de longitud, $0,006$ de ancho y $0,016$ de grueso, que se han de coser uno á la rama ho-

rizontal y otro á la vertical. Esta cubrejunta ofrecerá una resistencia de $2 \times 0,06 \times 0,016 \times 6.500000 = 12.480$ kilogramos, que es próximamente la de la escuadra. Se ha de coser cada chapa con dos roblones de 0,^m025 de diámetro, colocando uno á cada lado de la junta, y resultará una adherencia de $4908,7 \times 4 = 19.635$ kilogramos, superior á la resistencia de la escuadra. La junta, pues, ofrece buenas condiciones de estabilidad.

Presión sobre los planos de rodillos.

1.º En los apoyos extremos.

Se ha visto ya que $F_1 = F_4 = 38.550$ kilogramos (4.ª hipótesis), y ésta será la máxima presión que cada viga transmita á uno de los apoyos extremos. A ella hay que agregar el peso de dos cajas de rodillos, que será (véase el estado de cubicación), 2.877 kilogramos, y el de la parte de puente que ha de insistir sobre un apoyo, y que será próximamente $\frac{104}{96,68} \times 209.998 = 2.259$ kilogramos, puesto que el peso total del puente ha de ser 209.998 kilogramos (véase el estado de cubicación).

Resulta así una presión total de 43.686 kilogramos y de 21.843 para cada caja de rodillos.

Teniendo $1,04 \times 0,6 = 0,624$ la planta de una de éstas, resultará una presión de $\frac{21.843}{0,624}$, ó sea de 3,50 kilogramos por centímetro cuadrado, muy inferior á la que el granito resiste en buenas condiciones.

2.º En los apoyos intermedios.

Se ha visto que $F_2 = F_3 = 105.000$ kilogramos (3.ª hipótesis), y pesando las cuatro cajas de rodillos 5.754 kilogramos y los 2,^m30 de puente $\frac{2,3}{96,68} \times 209.998 = 4.995$ kilogramos, resulta una presión total de 115.750 kilogramos, ó sean 28.938 kilogramos para cada caja de rodillos; y siendo la planta de una de ellas 0,^m624, resulta sobre el granito una presión de $\frac{28.938}{0,624}$, ó sean 4,64 kilogramos por centímetro cuadrado, también inferior á la resistencia del material.

Variaciones en la longitud de las vigas por la influencia de la temperatura.

Según experiencias bien conocidas, el hierro forjado para un aumento de temperatura de 50º centígrados (que es la máxima variación á que se ha de ver expuesto el puente), se dilata 0,0006 de su longitud, y siendo la de cada viga 96,^m68, resultaría una dilatación de $96,68 \times 0,0006 = 0,06$.

Para tenerla en cuenta se proyecta hacer en los muretes del plano de rodillos las ranuras marcadas en la fig. 4.º

Se deduce, pues, de lo expuesto, que todas las partes de la obra se hallarán en buenas condiciones de resistencia.

Comparación del puente proyectado con otros análogos.

Como términos de comparación se van á tomar los puentes de cuyos presupuestos y condiciones tiene noticias el que suscribe, y que son las siguientes:

1.º El construido en esta provincia sobre el Guadalquivir en la carretera de primer orden de la estación de Vilches á Almería, puente llamado de Calancha.

2.º El también construido en esta provincia sobre el río Víboras, en la carretera de segundo orden de Jaén á Córdoba.

3.º El recientemente construido en esta provincia sobre el Guadalquivir, en la carretera de tercer orden de Torreperogil á Huéscar, llamado de la Cerrada.

4.º El que se construyó en la provincia de Málaga sobre el río Guadalhorce, en la carretera de segundo orden de Cádiz á Málaga.

5.º El que se construye para la provincia de Orense sobre el río Gil, en la carretera de la Puebla del Brollón á Orense, llamado puente de los Peares, cuyas vigas reformó recientemente el que suscribe, por haberle encargado la Dirección general la inspección de la obra en los talleres, si bien después de haber reformado el proyecto fué encomendado aquel servicio al Ingeniero D. Luis Page y Blake.

Se van á establecer tales comparaciones desde los siguientes puntos de vista:

1.º Peso de la obra por metro lineal de puente.

2.º Peso de la obra por metro cuadrado de piso útil para el tránsito.

Comparación con el puente de Calancha.

Tiene este puente 66 metros de longitud, dividida en dos tramos de 30 metros de luz, y un solo paso para peatones y carruajes de 5,70 de ancho.

Entraron en su construcción unas 170 toneladas de hierro forjado (aparte de las cajas de rodillos), correspondiendo al metro lineal de puente

$$\frac{170.000}{66} = 2.575 \text{ kilogramos, y al metro cuadrado de piso } \frac{2.575}{5,7},$$

ó sean 451 kilogramos.

En el que ahora se proyecta entrarán, aparte de las cajas de rodillos,

$$209.998 \text{ kilogramos, correspondiendo al metro lineal } \frac{209.998}{96,68} = 2.172$$

kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{2.172}{7} = 310$ kilogramos; hay, pues, una economía de $\frac{403}{2.575} = 16$ por 100 próximamente, por metro lineal de puente, y de $\frac{141}{451} = 31$ por 100, por metro cuadrado de piso. El puente de Calancha fué proyectado en 1867 por la Comisión que con tal objeto había en París.

Comparación con el puente sobre el río Viboras.

Carece el que suscribe de datos relativos al peso del hierro que entró en su construcción, y sólo conoce el del necesario para reemplazar el piso de madera con que en un principio se construyó, con otro de hierro, obra que proyectó el Ingeniero D. Fermín Bollo, y que recientemente ha terminado.

Tiene este puente dos tramos de 30 metros de luz cada uno, siendo su longitud total 66 metros.

Las viguetas van apoyadas sobre las cabezas de las vigas, y el ancho entre barandas es 5,^m736; el peso del tablero metálico que recientemente se ha colocado, y en el que sólo se incluye el de las viguetas y planchas combadas, es 80.436 kilogramos, correspondiendo al metro lineal de puente $\frac{80.436}{66} = 1.218$ kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{1.218}{5.736}$, ó sean 212 kilogramos.

Pesan las viguetas y el piso en el puente que se proyecta 119.205 kilogramos, correspondiendo al metro lineal de puente $\frac{119.205}{96,68} = 1.233$ kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{1.233}{7} = 176$ kilogramos

Resulta, pues, un aumento, por metro lineal, de $\frac{15}{1.233} = 1$ por 100 próximamente, y una economía, por metro cuadrado de piso, de $\frac{36}{212} = 17$ por 100; debiéndose tener en cuenta que el piso del puente está proyectado para resistir lo mismo que el de madera, ó sea mucho menos que el que ahora se proyecta.

Comparación con el puente de la Cerrada.

En este puente, proyectado por el que suscribe, y cuya construcción se halla terminada, han entrado, prescindiendo de las cajas de rodillos, 85.129 kilogramos de hierro forjado, teniendo el puente, que es de un solo tramo, 33,^m3 de longitud y 6,^m0 de ancho entre barandas, correspondiendo al me-

tro lineal de puente $\frac{85.125}{33,3} = 2.556$ kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{2.556}{6} = 426$ kilogramos.

Resulta, pues, una economía de $\frac{394}{2.556} = 15$ por 100 en el metro lineal de puente y de $\frac{416}{426} = 27$ por 100 en el metro cuadrado de piso.

Comparación con el puente sobre el río Guadalhorce

Este puente, descrito por el autor de su proyecto, el Ingeniero D. Pablo de Alzola, en un libro impreso en 1870, tiene 116,^m4 de longitud y el piso 7,^m0 de ancho, constando de tres tramos metálicos de 36,^m8 de luz cada uno.

Entraron en su construcción 247.958 kilogramos de hierro forjado, correspondiendo al metro lineal de puente $\frac{247.858}{116,4} = 2.130$ kilogramos y al metro cuadrado de piso $\frac{2.130}{7} = 304$ kilogramos.

Resulta, pues, un aumento de $\frac{42}{2.172} = 2$ por 100 en el metro lineal de puente y de $\frac{6}{310} = 2$ por 100 en el metro cuadrado de piso, debiéndose advertir que las viguetas están ahora calculadas para cargas mucho mayores que las que pueden resistir las del puente sobre el río Guadalhorce.

Comparación con el puente de los Peares.

Ha de tener este puente 62 metros de longitud y un solo tramo de 60 metros, siendo 6,^m50 su ancho entre las barandas. El piso de este puente ha de ser de madera, por lo que, para hacer la comparación, hay que segregarse del peso del puente que ahora se proyecta, el de las planchas combadas y el de las aceras, que en el puente de los Peares han de ser también de madera.

Entrarán en el puente de los Peares, prescindiendo de las cajas de rodillos, 127.546 kilogramos, correspondiendo al metro lineal $\frac{127.546}{62}$ ó 2.057 kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{2.057}{6,5} = 316$ kilogramos.

En el puente que se proyecta entrarán, prescindiendo de las partes ya

mencionadas, 139.181 kilogramos de hierro forjado, correspondiendo al metro lineal de puente $\frac{139.181}{96,68} = 1.440$ kilogramos, y al metro cuadrado de piso $\frac{1.440}{7} = 206$ kilogramos.

Resulta, pues, una economía de $\frac{617}{2.057} = 30$ por 100 en el metro lineal de puente y otra de $\frac{110}{316} = 35$ por 100 en el metro cuadrado de piso.

Se ve, pues, que las condiciones de este proyecto, comparadas con las de los mencionados, son bastante aceptables; y claro es que la comparación hecha ha conducido á números que no expresan en absoluto la bondad de este proyecto respecto á los demás, porque en el peso por metro lineal de puente influye mucho la luz de los tramos, y su número y estos elementos no son iguales para todos los puentes que se han comparado.

El puente construido sobre el Guadalhorce tiene condiciones parecidas á las del que se proyecta, pues es, como éste, de tres tramos; tiene un paso central de 5,^m0 de ancho para carruajes y dos laterales de 1,^m0 para peatones, siendo la luz de cada tramo 6,^m8, mayor que la del puente que se proyecta, y la diferencia más importante es que al proyectarle se supuso que la carga de prueba de máximo efecto para las viguetas era la de cuatro toneladas, repartidas uniformemente en 1,^m022 lineales de puente, y esta carga es mucho menor que las de 18 toneladas aplicadas en cuatro puntos de la vigueta, á razón de 4.500 kilogramos en cada uno, que es la admitida en este proyecto. No sería, pues, extraño que éste resultara con bastante mayor peso; se ha visto, sin embargo, que el aumento es solo de un 2 por 100.

JOSÉ MARÍA DE ITURRALDE.

EXTRACTO DE LA MEMORIA

QUE MANIFIESTA EL

ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DE MEJORA DE LA RÍA DE BILBAO,

EN EL AÑO ECONÓMICO DE 1884 Á 1885.

presentada por el Ingeniero-Director

DON EVARISTO DE CHURRUCA.

Consideraciones preliminares.

En cumplimiento de la prescripción consignada en el art. 35 de su reglamento orgánico, la Junta de obras del puerto debe publicar y elevar á la Dirección general de Obras públicas, á la terminación de cada año eco-