

Losas de hormigón armado, moldeadas en serie, para utilizar en tableros de puentes¹

En la construcción de puentes en arco con tímpanos aligerados se emplean con mucha frecuencia forjados de hormigón armado para constituir el tablero o calzada del mismo.

Estos tableros se apoyan, bien sobre palizadas, bien

das, las armaduras de los dos elementos constructivos citados y asegurarnos, por la continuidad del hormigonado, de que ambos forman un todo monolítico capaz de deformarse elásticamente según las hipótesis de cálculo admitidas al proyectarlos.

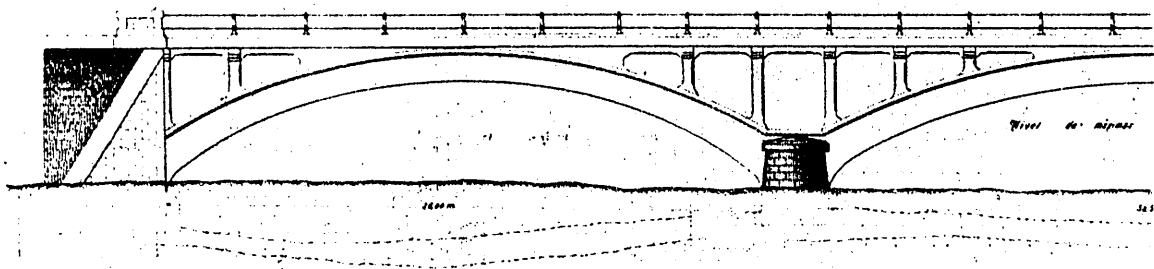


Fig. 1.ª Semialzado del puente sobre el río Alcazaba en el km 490,500 de la línea de Madrid a Badajoz

sobre tabiques transversales, del mismo o distinto ancho que la bóveda del puente.

En uno y otro caso existe generalmente un enlace entre el forjado y las palizadas o tabiques, que forman así una estructura continua o aporticada, cuya resistencia y cuantía de armaduras se deducen teniendo en cuenta tal hipótesis.

Esta manera de proceder, que, como decimos, es muy usual, presenta dos inconvenientes, que en algunos casos pueden ser de relativa importancia.

1.º Dificultad de colocación y extracción del encofrado, sobre todo en los aligeramientos próximos a la clave donde el espacio es reducido.

2.º Pérdidas de tiempo por tener que esperar, an-

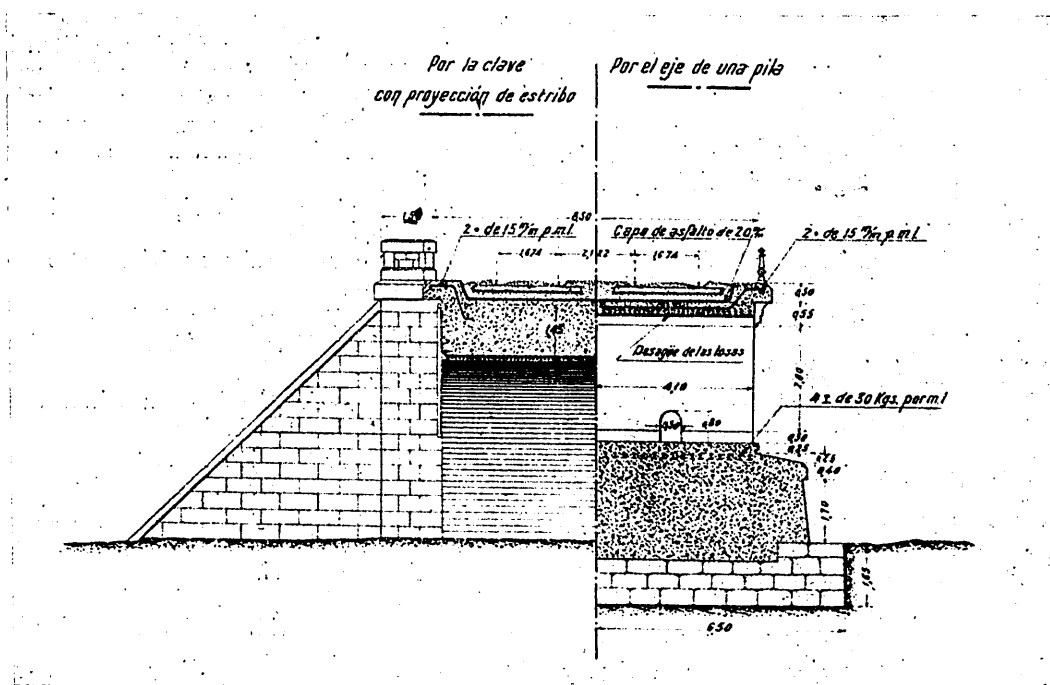


Fig. 2.ª Secciones transversales

Como consecuencia, al construir las palizadas y forjados es necesario encofrarlos y moldearlos *in situ* para, de esa manera, prolongar, debidamente enlaza-

tes de desencofrar, a que fragüen los forjados, retrasándose, por consiguiente, la fecha en que pudiera entrar el puente en servicio.

Ambos inconvenientes, que se nos presentaron al estudiar recientemente el proyecto y la construcción de un puente de doble vía para ferrocarril, nos deci-

¹ Trabajo presentado a la Sección 2.ª del Congreso Internacional del Hormigón Armado, Lieja, 1930.

dieron a intentar el moldeo independiente de las losas de forjado, colocándolas, después de fraguadas, en su emplazamiento con medios auxiliares adecuados.

Indudablemente que una de las ventajas de tal procedimiento era la de poder moldear *en serie* dichas losas con el consiguiente ahorro de madera, aparte de que así quedaban vencidas las dificultades apuntadas más arriba.

El propósito de este trabajo es dar a conocer el proceso que hemos seguido para conseguir nuestro objeto.

La disposición general del tablero del puente aparece en alzado y sección transversal en las figuras 1.^a y 2.^a.

Como se indica, el tablero citado se proyectó y se

constituye con carriles inútiles para el servicio de la Compañía.

No creemos necesario insistir en la ventaja de esta disposición de armaduras desde el punto de vista económico para las obras que se realizan en las Empresas ferroviarias, todas las que disponen siempre de abundante material de vía de desecho.

CÁLCULO DE LAS LOSAS.—Puesto que en sección transversal resultaba fraccionado el tablero del puente en cuatro piezas, cabía suponer que cada una de ellas resistiera en la posición más desfavorable el número de ruedas del tren de la Instrucción oficial para Ferrocarriles que interesara la luz de cálculo.

Dicha luz teórica, teniendo en cuenta las consideraciones que antes se hacen, se fijó en 2,75 m.

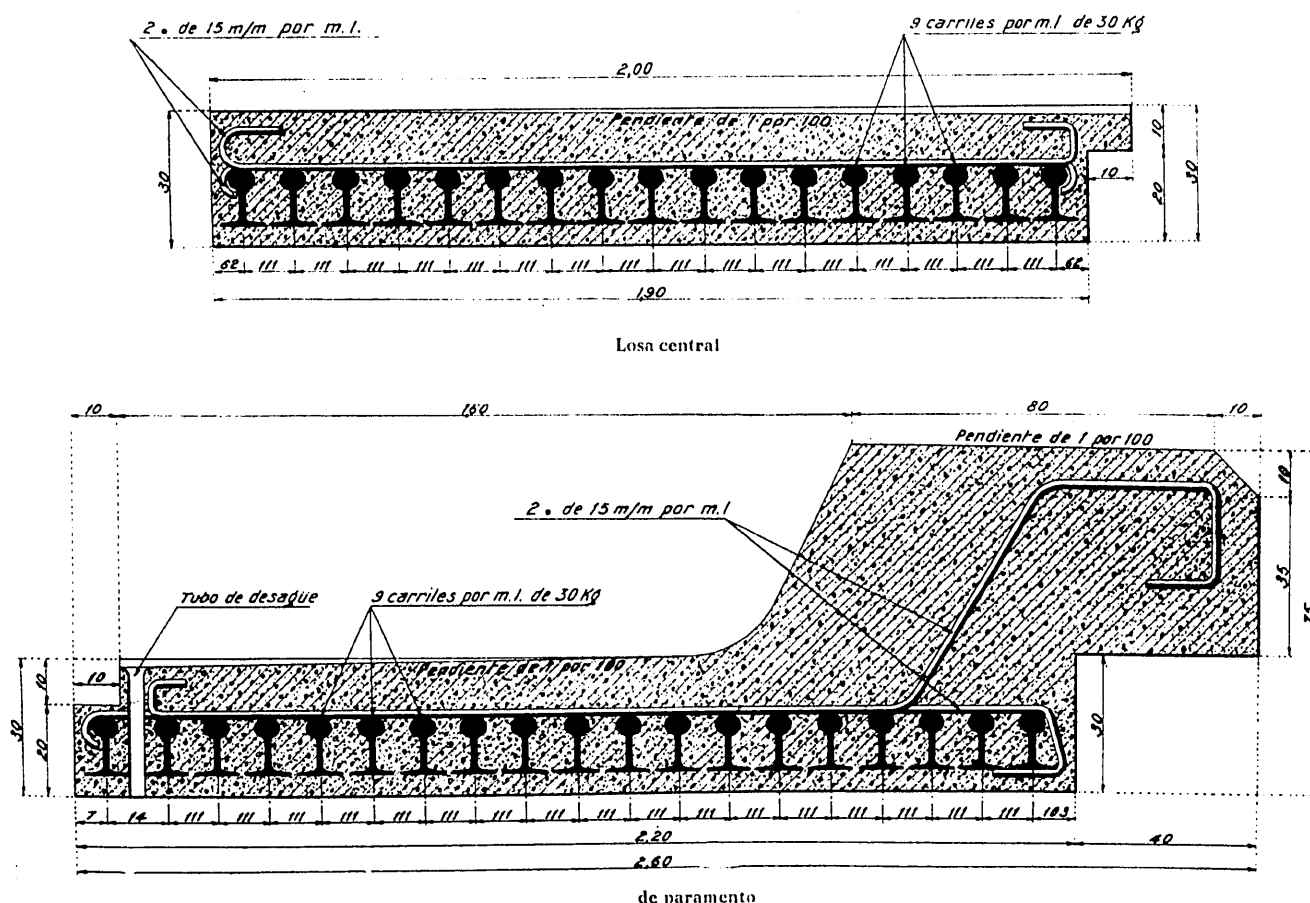


Fig. 3.^a Cortes transversales de las losas de hormigón armado para el tablero del puente

ha construido aislado de los montantes-tabiques transversales que lo sustentan.

Hubo que elegir la luz de las losas de dicho tablero, así como fraccionarlas en piezas independientes en sección transversal, en forma a conseguir con ello que el peso unitario de cada trozo de tablero, así despiezado, fuera susceptible de transportarse con las grúas móviles del servicio de la Compañía, cuya carga máxima, sin afianzar, es de 10 000 kilogramos.

Dentro de esta necesidad hubimos de distinguir entre las losas de tablero vecinas al paramento, que llevan moldeada la imposta de coronación general de la obra, y las losas interiores, más ligeras de peso, puesto que no necesitan dicho aditamento.

En la figura 3.^a se detalla un corte transversal de ambos tipos de losas.

Como se ve, la armadura longitudinal principal se

Al calcular las losas se han hecho dos hipótesis: una suponiendo que sólo los carriles soportan la acción de la sobrecarga móvil y otra considerando para el mismo efecto el sólido heterogéneo hormigón-armadura.

El hormigón se ha dosificado a razón de 400 kg de cemento por metro cúbico de áridos.

Se ha tenido en cuenta también en el cálculo el incremento de impacto y el efecto de frenado en las losas, dotándolas de un suplemento en uno de sus apoyos capaz de resistir la tendencia al deslizamiento horizontal que determine el frenado; la otra extremidad de la losa queda de libre dilatación apoyándose en el montante por intermedio de una chapa de plomo endurecido.

Se ha previsto también el colocar tubos de desagüe en las losas para evacuación de aguas pluviales; en

la parte superior van protegidas las mismas con un enlucido de mortero rico y una capa de asfalto de 1 cm de espesor.

La libre dilatación de las losas se asegura dispo-

Son también de hormigón armado con carriles inútiles para el servicio de la Compañía.

ESFUERZOS ANORMALES DURANTE EL TRANSPORTE. Durante el transporte de las losas a su emplaza-

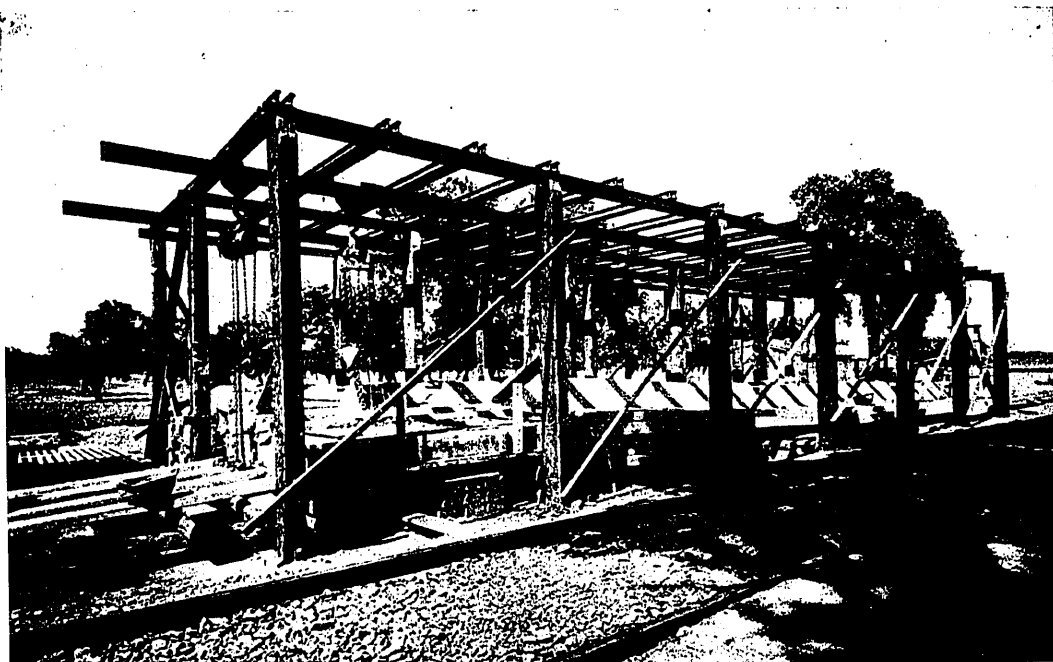


Fig. 4.ª Parque para construcción de losas (vista lateral)

niendo entre cada dos de ellas una hoja de cartón alquitranado.

Los montantes que soportan las losas se conside-

miento se ocasionan esfuerzos anormales, debido al embragado de las mismas con cables para poder izarlas con la grúa móvil.

Como el peso de las losas por metro cuadrado es de 720 kg, al transportarlas sufren una flexión transversal que origina en el hormigón una carga máxima a tracción de 4,05 kg por cm^2 , carga reducida que puede soportar el hormigón solo, sin ayuda de armaduras.



Fig. 5.ª Parque para construcción de losas (frente)

ran como piezas empotradas en su base y libres en su extremidad, sometidas a flexión compuesta.



Fig. 6.ª Losas dispuestas para su carga

Se han colocado sobre los carriles armaduras de repartición, que en las losas de paramento se levantan para contribuir a la resistencia del voladizo de la imposta de hormigón.

MOLDEO DE LAS LOSAS EN SERIE.—Para construir las losas en serie se ha montado en la obra un «parque de losas», constituido, por más economía, del siguiente modo: En un entramado (fotos 4.ª y 5.ª) mixto de madera y carriles, dividido en dos zonas, se han instalado dos monorrailes, a los que se sujetan diferen-

ciales para elevar las losas fraguadas y extraerlas de sus moldes.

Se han montado solamente dos moldes, uno de losas de paramento y otro de interiores.

Los moldes son de madera y están constituidos por un tablero inferior fijo, al que se articulan a charnela

tonces en condiciones de disponer sobre él dos cupones de carril debidamente enlazados a la vía provisional, que quedaba así prolongada y permitiendo colocar nuevamente con la grúa las losas correspondientes al segundo vano (fotos 8.^a, 9.^a y 10).

Sucesivamente se continuaba de esta misma ma-

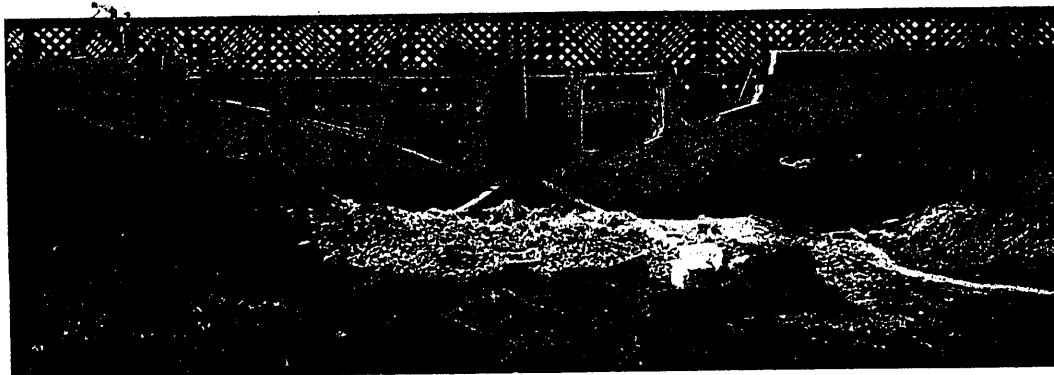


Fig. 7.ª Montantes de tímpano

los cuatro tableros laterales; estos tableros van sujetos entre sí con aldabas.

Para desmoldar, se sueltan las aldabas y se rebaten dichos tableros laterales, quedando las losas fraguadas en condiciones de embragarse para su traslado.

A las losas se les ha dado en el moldeo una contraflecha de 4 por 1 000 de la luz, y a medida que fraguan se van retirando de los moldes con ayuda del monorraíl, dejándolas a punto de carga en zona próxima a la vía, pero sin interesar el gálibo del material móvil de la Compañía (foto 6.^a).

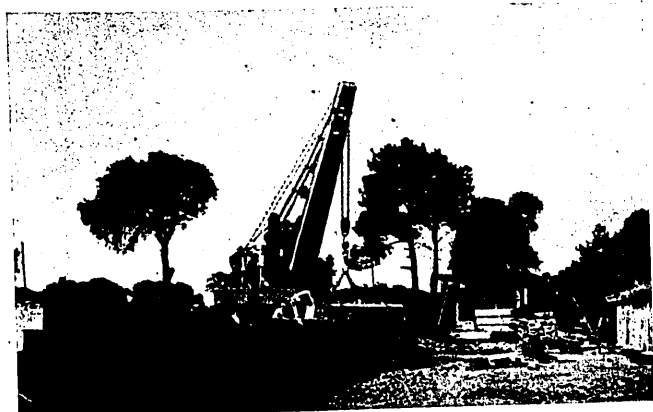


Fig. 8.ª Izado de una losa con la grúa

Las losas se han regado abundantemente hasta su completo fraguado y se han moldeado, desde luego, con anticipación suficiente para que, estando completamente fraguadas, se transporten a su emplazamiento con absoluta seguridad.

COLOCACIÓN DE LAS LOSAS EN SU EMPLAZAMIENTO. Se verificó esta operación con ayuda de una grúa móvil.

Para ello, una vez moldeados y desencofrados los montantes de tímpano (foto 7.^a), se tendió una vía provisional hasta llegar al primer vano a cubrir; por la citada vía provisional se transportaban las dos losas correspondientes a dicho vano, el cual quedaba en-

nera, quedando el tablero colocado por completo en la forma que detalla la (foto 11).

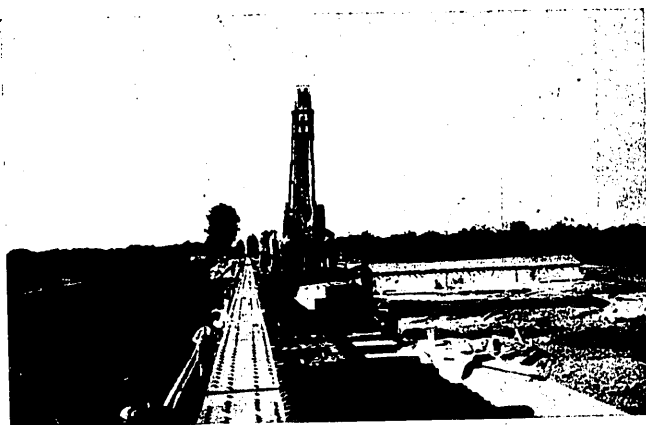


Fig. 9.ª Llegada de la losa a su emplazamiento

PRUEBAS DE LAS LOSAS.—Una vez colocadas las losas y tendida y embalastada la vía sobre ellas, se

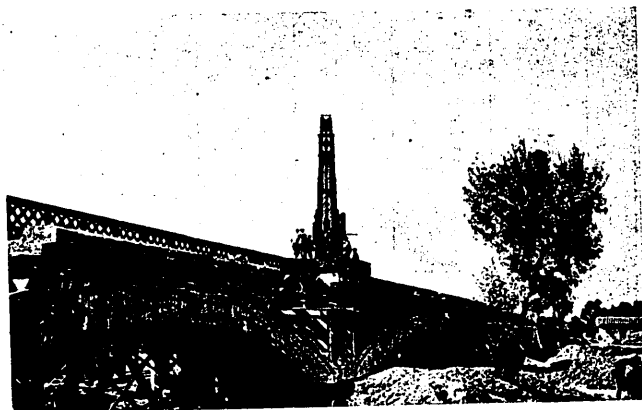


Fig. 10 Colocación sobre los montantes

probaron las mismas, utilizándose flexímetros y aparatos Manet, haciendo circular los trenes a velocidad

des progresivamente crecientes, hasta alcanzar la de 90 km por hora, no observándose movimiento alguno

bién los días que fueron precisos para soldar los arcos, con el propósito de hacer resaltar la ventaja

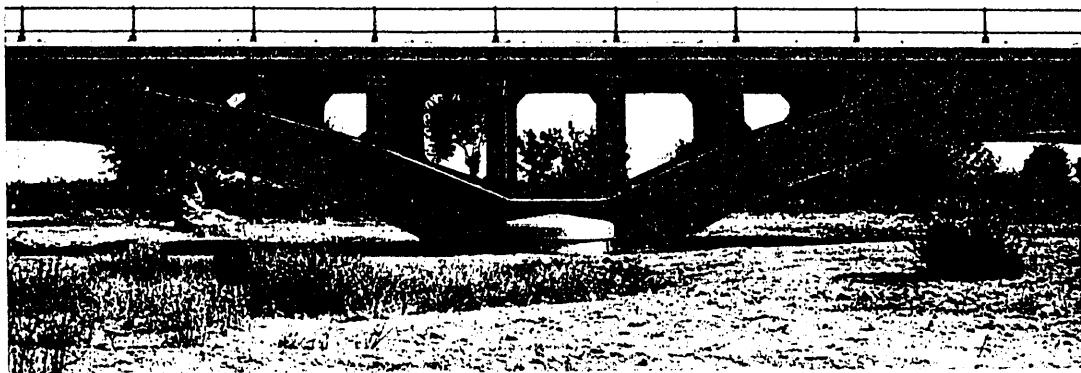
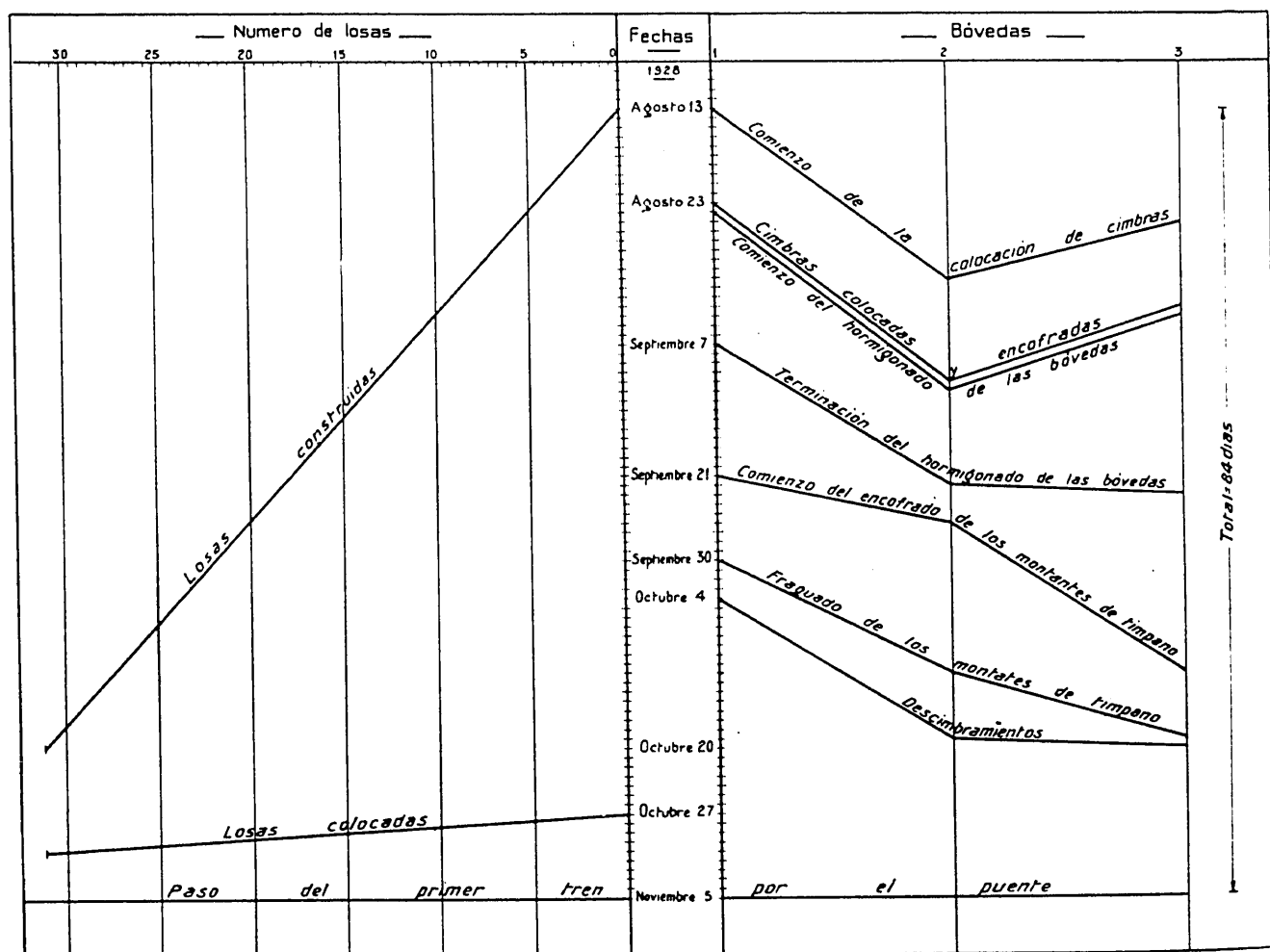


Fig. 22 El tímpano completo

en los citados aparatos que se utilizaron, demostrándose con ello las excelentes condiciones en que ha quedado la obra construída.

que supone el comenzar a construir losas del tablero al mismo tiempo que los arcos que deben sustentarlas.



Nota: El total de días que se señala, lo es contando el tiempo perdido por lluvias u otros motivos

Fig. 12 Gráfico de la marcha de la obra (ancho de medio puente)

TIEMPO INVERTIDO.—En el gráfico (fig. 12) que se acompaña se detalla el tiempo invertido en cada una de las diversas fases del trabajo, incluyéndose tam-

Mientras fraguan los arcos se construyen los montantes de los tímpanos, los que se dejan desencofrados y fraguados el mismo día, aproximadamente, que

quedan descimbradas las bóvedas; a continuación se colocan las losas en número de ocho diarias (jornada de ocho horas) y en conjunto conseguimos la posibilidad de poner el puente en servicio a los ochenta y cuatro días de comenzar el montaje de las cimbras, lo cual supone invertir 0,22 días por m² de planta útil de puente construido.

Económicamente la solución que se analiza presenta la considerable ventaja del ahorro de madera

que representa el ser precisos sólo dos moldes para la ejecución de todas las losas que fueron necesarias para el puente aludido.

La cantidad total de madera precisa para ambos moldes fué de 2,059 m³, correspondiendo un volumen de madera de 0,026 m³ por cada metro cúbico de hormigón, cantidad sumamente reducida que muestra claramente la ventaja del procedimiento de moldeo en serie que venimos describiendo.

Rafael CEBALLOS PABÓN
Ingeniero de Caminos

Información financiera

La cotización de la peseta y el punto de salida de la plata

El problema de interés general, acuciador, del cambio está haciendo correr mucha tinta.

Entre los comentarios, más o menos doctos, que suscita abundan estos días los referentes a un punto que nos interesa aclarar por los fueros de la recta doctrina monetaria... y por los de la aritmética.

Es éste el del valor metal plata que entra en la composición de nuestra moneda legal: el duro. Un día, el marqués de Cortina en *A B C*; otro, "El abajo firmante" en *Informaciones*, y a diario opinantes de menor cuantía en casi todos los diarios nos vienen dando cifras, muy distintas unas de otras, como medida del citado valor, contribuyendo a desorientar a la opinión profana en materia de tan singular interés.

Por último, un diario de gran importancia y difusión nos descubre recientemente, en un destacado editorial, que, con la libra a 50,80 pesetas, se rebasa el "silver point" o punto de salida de la plata, y que, en esas condiciones, es negocio fundir duros..., y negocio tan pingüe, que arroja un beneficio de unos 30 céntimos por duro fundido.

Vale la pena de reproducir su razonamiento:

"El cambio máximo de la libra suscitó en un sector del mercado un tema atrayente a la consideración y el estudio: el de si ha llegado a determinarse el "silver point" o punto de salida de la plata. Teoricemos. La "onza troy" (unidad principal de peso a que se refiere la talla para la plata) es de 31,10 gramos a la ley de 925 milésimas (28,06 gramos de plata fina), y se cotiza en Londres a 16,70 peniques, o sea a **3,52 pesetas** al cambio de 50,80 la libra, y como nuestro duro tiene 25 gramos, que a 900 milésimas son 22,50 de fino, el duro metal vale **2,82 pesetas**. Pero como moneda al cambio de 50,80 se deprecia 50,41 por 100 y vale, por tanto, la peseta, según aprecio internacional, 49,50 céntimos, y el duro, **2,47 pesetas**.

Hay, pues, una diferencia —si no hemos sufrido error— de 35 céntimos, en cuya suma vale más el duro como metal. Esta es la teoría que acusa ya el punto de salida de la peseta, aunque en la práctica haya que cargar gastos de transportes, seguros, etc. ¿Es indicio y advertencia este dato, de suyo muy interesante, para pensar en el tope actual de nuestro cambio, siempre que la onza se conserve en Londres entre los 16 y 17 peniques? El tema es de sumo interés y hay que observarle con la atención que impone."

Lo sofisticado —inconscientemente sofisticado, sin duda— de este razonamiento salta pronto a la vista. Donde dice "vale 2,82 pesetas", dígame "vale 2,82 pesetas nominales", y donde, más adelante, añade "y el duro, 2,47

pesetas", póngase "y el duro, 2,47 pesetas oro", y el razonamiento será perfectamente aceptable, pero ya no conducirá a demostrar que la plata de un duro vale más de 5 pesetas..., sino a un resultado, por desgracia, bien distinto.

¿Cuánto vale la plata de un duro? Aceptemos por buenas las cifras de cotización anteriores —las últimas que poseemos fluctúan entre 16 10/16 y 16 11/16 peniques la "onza troy". Sobre ellas, el cálculo correcto —bien elemental, por cierto— será el siguiente:

Onza troy . . . = 28,06 gr = 16,7 peniques.
Duro = 22,5 gr = 13,4 peniques.

13,4 peniques son, al cambio con que se opera en el cálculo antes transcrito (50,60 pesetas=1 libra), 2,82 pesetas; y a la par —o, lo que es casi lo mismo, en pesetas oro—, 1,412 pesetas.

Veamos ahora cuál es —al precio actual de la plata— su punto de salida.

Dijimos que la plata del duro vale 13,4 peniques=0,056 £. La cotización de la libra en pesetas será, pues, ante el "silver point", igual a:

$$1 \text{ £} = \frac{5}{0,056} \text{ pesetas} = 89,29 \text{ pesetas.}$$

Cuando el margen de cotización bursátil de la libra, por encima de esta cifra, excediera de los gastos de seguro, transporte, comisión, margen de desgaste, etc., sería negocio fundir duros y venderlos como plata en el Extranjero.

Como moneda no podrían ser en ningún caso exportados: lo prohíben las Reales órdenes de 14 y 18 de mayo de 1924, ratificadas por la de 11 del pasado octubre.

El punto de salida de la plata estaba, pues, bien lejano, aun en esos días de mínima estimación de la peseta, del nivel de su cotización en Bolsa.

Conviene deshacer el error, que no conduce sino a aumentar la confusión de los profanos y a suscitar la ironía de los técnicos. Y no hay, por otra parte, en ello peligro de difundir un dato que justifique alarma. Aun conservándonos en los estrechos límites de la consideración metalista, no es ese el único factor que pone tope a la baja de la peseta. Juega también —aunque amortiguado su efecto por la suspensión práctica de la convertibilidad de los billetes en oro— la reserva de metal amarillo del Banco de España.

Según el último balance de éste (11 de octubre), existe en sus cajas oro por valor de 2515 millones de: