

Cuando nuestro número anterior entraba en prensa, la Dictadura, que durante más de seis años ha gobernado a España, tocaba a su fin. Con ella ha desaparecido un régimen de transición, cuyo mayor error ha sido el no haberse conformado con serlo.

En el período excesivamente largo de su vida la opinión ha estado forzosamente sofocada, y al recuperar la libertad indispensable, la desorientación es grande.

Ajenos, como Cuerpo, a toda política partidista, debemos los ingenieros examinar la situación con calma y poner en guardia a la opinión contra los que, aprovechándose de los primeros momentos de confusión inevitable, presentan los hechos conforme a sus pasiones y conveniencias.

Así lo hicimos en el cambio anterior, cuando la Dictadura militar, desconfiando de la obra realizada por los ingenieros, la sometió a restricciones y recelos, dando oído a denuncias anónimas injustificadas, que motivaron nuestras protestas, muchas

veces tachadas por el lápiz rojo de la Censura.

Por eso la Ingeniería española saludó con albricias el advenimiento de D. Rafael Benjumea al Ministerio de Fomento, sin que al cesar en su elevado cargo tenga aquélla que decir que han sido defraudadas sus esperanzas.

La obra del Conde de Guadalhorce, con las imperfecciones de todo lo humano, será en conjunto celebrada por los principios que la han inspirado y el entusiasmo y la fe puestos en realizarla. Así lo entiende la Ingeniería española, al juzgar en materia de su especial competencia, y ésa ha sido la significación del banquete de despedida, al que se adhirió la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, fiel a su programa de siempre, dentro del cual dirige también un afectuoso saludo al nuevo ministro de Fomento, D. Leopoldo Matos, con la seguridad de que habrá de encontrar en los ingenieros la colaboración leal que siempre han prestado a toda obra de engrandecimiento nacional.

Nuevo puente sobre el río Aljucén

Continuando la campaña de sustitución de tramos metálicos que realiza la Compañía de los Ferrocarriles de M. Z. A., se ha construido esta obra, que quedó terminada y prestando servicio en los primeros meses del pasado año.

El puente construido está situado en el kiló-

los dos tramos extremos y de 32,40 m de luz teórica los siete tramos centrales (fig. 1.^a); dichos tramos, que eran de hierro, tenían el ancho correspondiente a vía única, por cuyo motivo la bifurcación de la línea de Cáceres estaba establecida a la salida del puente aludido, que resultaba común, por tanto, a dicha línea y a la de

Badajoz.

Al decidirse la sustitución de los tramos metálicos se pensó desde luego en suprimir aquel punto de bifurcación, que, aunque debidamente protegido por señales y enclavamientos, originaba dificultades a la explotación de las dos líneas, siendo necesario, para conseguir dicho objeto, construir un puente con ancho suficiente para vía doble, correspondiendo



Fig. 1.^a Tramos metálicos primitivos

metro 456,907 de la línea de Madrid a Badajoz, inmediato, por tanto, a la estación de Aljucén, que es origen de la línea de Aljucén a Cáceres de la citada Compañía.

Desde la época de la construcción de la línea existía un puente constituido por nueve tramos metálicos en viga continua, de 27,45 m de luz teórica

cada una a las generales de las líneas de Badajoz y Cáceres.

Por otra parte, la inmediata proximidad de la estación de Aljucén exigía una solución de puente tal que en el mismo pudieran colocarse algunos aparatos de cambio con sus señales correspondientes que facilitarían las maniobras de dicha estación.

Para satisfacer las exigencias antes expuestas, se proyectó y se ha construido un puente con nueve arcos de hormigón en masa, aprovechándose solamente los cimientos de las fábricas que soportaban los tramos metálicos.

Como dichas fábricas tenían amplitud para doble

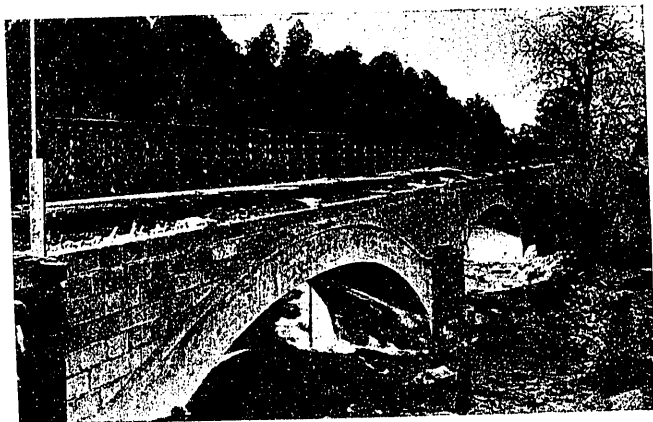


Fig. 2.ª Construcción de un semiancho de puente

vía, ha sido posible, utilizando todo el espacio que consentían los cimientos aludidos, conseguir un ancho libre en el nuevo puente entre líneas interiores de barandillas de 10 m, en cuya anchura pueden disponerse actualmente con toda amplitud las dos vías generales necesarias, y el día de mañana que sea preciso realizar la instalación de la doble vía de Madrid a Badajoz y frontera portuguesa, con sólo colocar las aceras en voladizo tendrán cabida las tres vías generales dentro del puente construido.

Teniendo en cuenta, por varias circunstancias, la conveniencia de no reducir el desagüe lineal de la obra, se proyectaron nueve arcos de hormigón igual

pujes derivada de concurrir a los mismos arcos de luces desiguales.

Los cimientos de los estribos fueron igualmente recalzados para asegurar su estabilidad bajo el empuje de las bóvedas extremas.

Por medio de calicatas efectuadas fueron reconocidos todos y cada uno de los cimientos de las restantes pilas, que acusaron perfecto estado.

Más que por necesidad, por precaución, puesto que era el más trabajado por la corriente del río, se recalzó el cimiento de la pila núm. 7, decidiéndonos a ello no sólo la razón apuntada, sino lo fácil que era el realizar dicho recalce, puesto que el terreno de cimentación, constituido por un potente banco granítico cuyo espesor se exploró por medio de sondeos, estaba a dos metros de profundidad en aquella zona del cauce.

La obra se construyó en dos mitades, según el eje longitudinal del puente (fig. 2.ª); construida la primera mitad, para lo cual se sostuvo el relleno de las bóvedas con un muro de tímpano provisional, se desguazaron los tramos metálicos y se construyó la segunda mitad de la obra, hasta completar su anchura total, sin haberse interrumpido un solo instante la circulación de los trenes.

La fibra media de los arcos se definió como una parábola de cuarto grado; un tanteo previo con parábolas de segundo grado nos hizo excluir este tipo de curvas porque sólo bajo la acción del peso propio se llegaba a tracciones excesivas en el hormigón.

Con carácter decorativo, las curvas que definen el perfil de bóveda se acordaron en los arranques del intradós con arcos de círculo de 2,20 m de radio, y en el trasdós con otros arcos de círculo que van a recogerse a las coronaciones de los tajamares, cuya imposta sirve de motivo a la moldura que llevan los arcos mencionados en su embocadura.

Dado el gran número de arcos que debían cons-

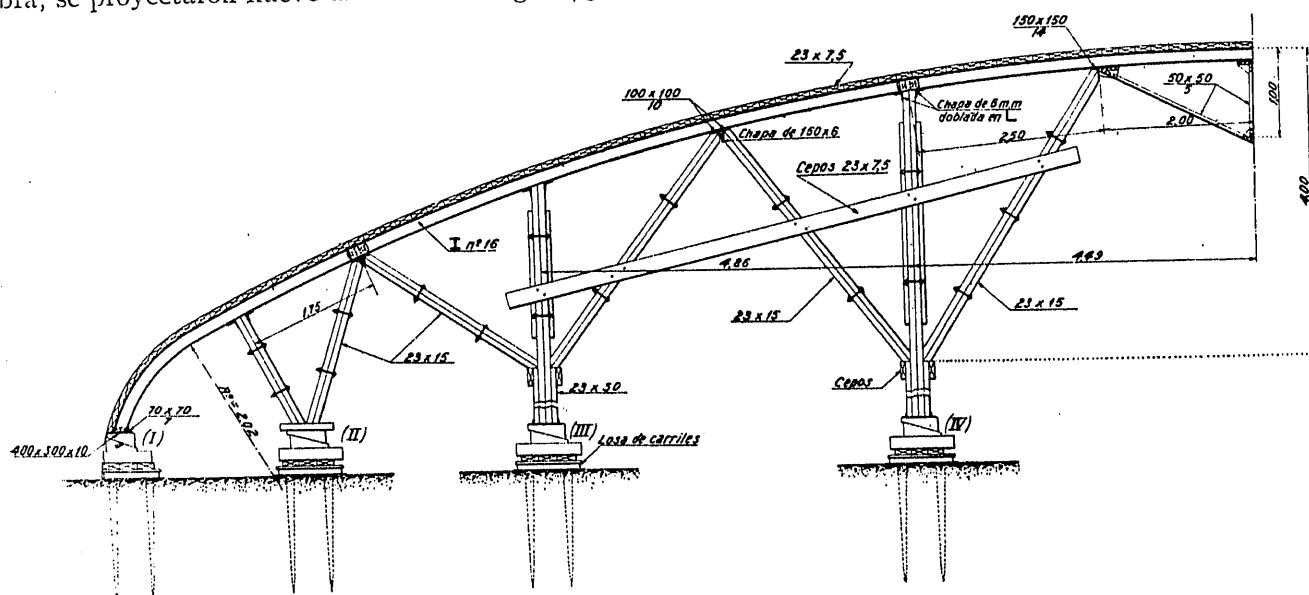


Fig. 3.ª Tipo de cimbra mixta

número que el de tramos metálicos existentes) que resultaron de 30,50 m de luz libre los siete arcos centrales y 26 m los dos extremos, rebajados a 1/5,1 los primeros y a 1/4,4 los dos últimos.

Los cimientos de las pilas primera y última debieron recalzarse para compensar la diferencia de em-

puje, y con objeto de asegurar el que la fibra media obtenida fuera la que sirvió de base para el cálculo, se estudió un tipo de cimbra mixta (fig. 3.ª) cuya cabeza, que define la curva de intradós, se constituyó con una doble T de acero de 160 mm de altura apoyada en tornapuntas y pies derechos de madera.

Con el propósito de disminuir el número de pies derechos, la cabeza de la cimbra en el eje del arco se hizo armada con un pendolón y dos tirantes. La unión de la cabeza a las tornapuntas y pies derechos se aseguró por medio de cantoneras roblonadas a la I.

Para el descimbramiento se colocaron cuñas de

colocaban los pies derechos y tornapuntas de la cimbra, provistas éstas de pequeñas cuñas en sus apoyos para el perfecto ajuste y perfilado de la cabeza de la cimbra, que se dejaba en correcta posición utilizando una tabla de abscisas y ordenadas previamente calculadas; la comprobación se hacía con nivel.

En el montaje se dió a la cimbra un peralte sobre el nivel definitivo de la clave de 1/1500 de la luz para prever asientos inevitables.

La cimbra se calculó para soportar un anillo de bóveda de 0,50 m de espesor; la distancia entre cuchillos o jácenas fué de 1,40 m.

El número de kilogramos de acero empleados por metro cuadrado de desarrollo de intradós fué de 13,85 kg, y por metro cuadrado de alzado de cimbra de 12,20 kg.

El volumen de madera empleado,

madera en la forma corriente, realizándose esta operación a los veintitrés días de cerrado el segundo anillo o rosca de la bóveda.

La cimbra no se hacía descender toda ella de una vez, sino que se procedió, para mejorar las condiciones elásticas del arco, del modo siguiente:

Al comienzo de la operación se aflojaban las cuñas (I) y (II) de la cimbra; a las diez y ocho horas de éstas se aflojaban las cuñas (III), y a las treinta y seis horas de haberse comenzado se aflojaban las cuñas (IV) y la cimbra quedaba por completo separada de la bóveda.

Niveladas todas las bóvedas antes y después del descimbramiento, no han acusado descenso alguno apreciable.

La dificultad de las cimbras mixtas del tipo de la que nos ocupa está al colocar en obra la parte metálica de las mismas, por su escasa rigidez transversal.

En nuestro caso procedimos del siguiente modo: Coincidiendo con el eje que correspondía a cada cuchillo o jácena de la cimbra, se hincaban en el suelo, previamente alisado, unos piquetes; apoyándose en éstos por una extremidad, se disponían en el terreno unos rastreles de madera suficientemente resistentes para soportar la parte metálica de la cimbra y de longitud adecuada para que al colocarlos verticalmente tuvieran la altura que exigía aproximadamente el emplazamiento de la cabeza de la misma. Dispuestos así en el suelo dichos rastreles, sobre ellos se montaba la parte metálica ya referida, la que con tirafondos y bridas quedaba asegurada a los rastreles en los puntos en que encontraba a éstos; después, por medio de vientos manejados desde los tramos metálicos y desde el terreno (fig. 4.^a), se izaba el conjunto hasta disponerlo verticalmente, para lo cual los extremos inferiores de los rastreles giraban apoyados en los piquetes previamente hincados; entonces se

incluso cuñas y durmientes, por metro cuadrado de desarrollo de intradós, fué de 0,317 m³, y por metro cuadrado de alzado de cimbra de 0,279 m³.

Se precisaron 18,3 kg de tornillos de armar por metro cúbico de madera utilizado.

En la figura 5.^a aparece una cimbra montada dispuesta a recibir el encofrado lateral.

También, a causa del gran número de arcos a construir, hubo que estudiar el número de cimbras necesarias para la ejecución de las bóvedas.

El reconocimiento previo que se hizo de los maci-

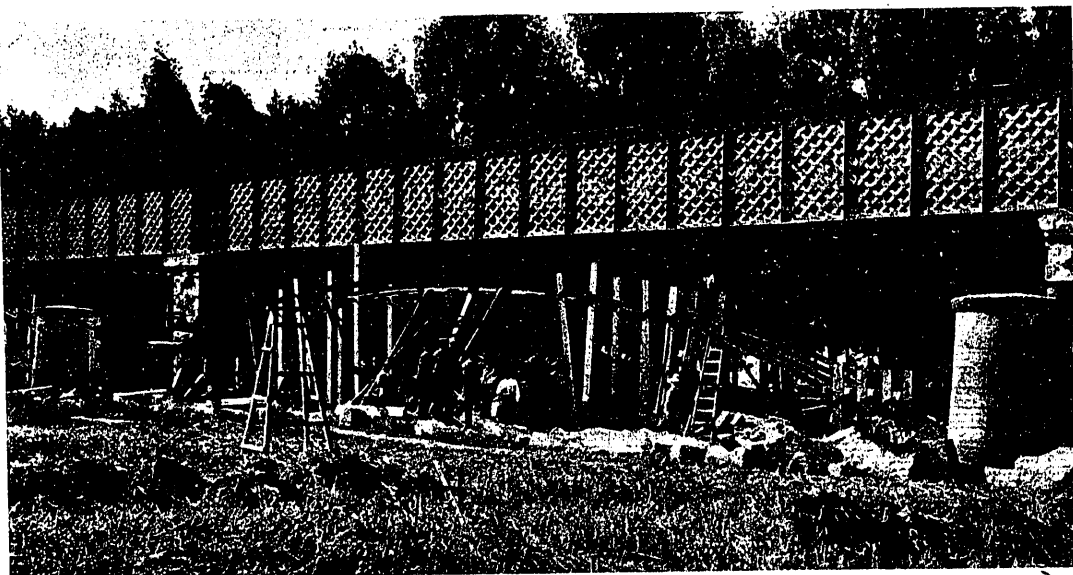


Fig. 4.ª Montaje de la parte metálica de las cimbras

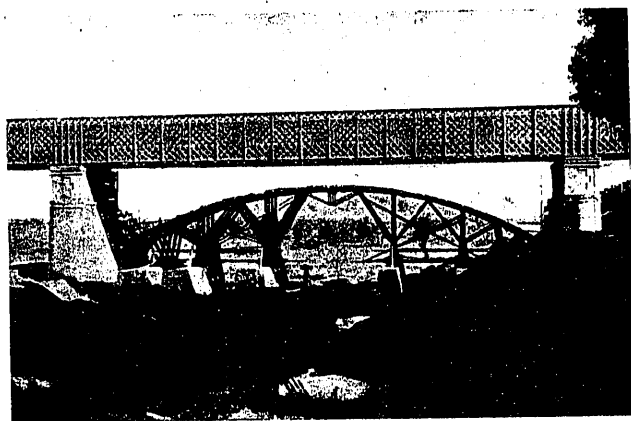


Fig. 5.ª Cimbra montada en un arco

zos de cimiento que ya existían, y que se aprovecharon, puso en evidencia el que si bien estaban aquéllos en buenas condiciones para resistir las cargas derivadas de las bóvedas simétricamente apoyadas en ellos, aun en la hipótesis de suponer un arco cargado y el contiguo descargado, no tenían estabilidad suficiente para resistir el empuje de una sola

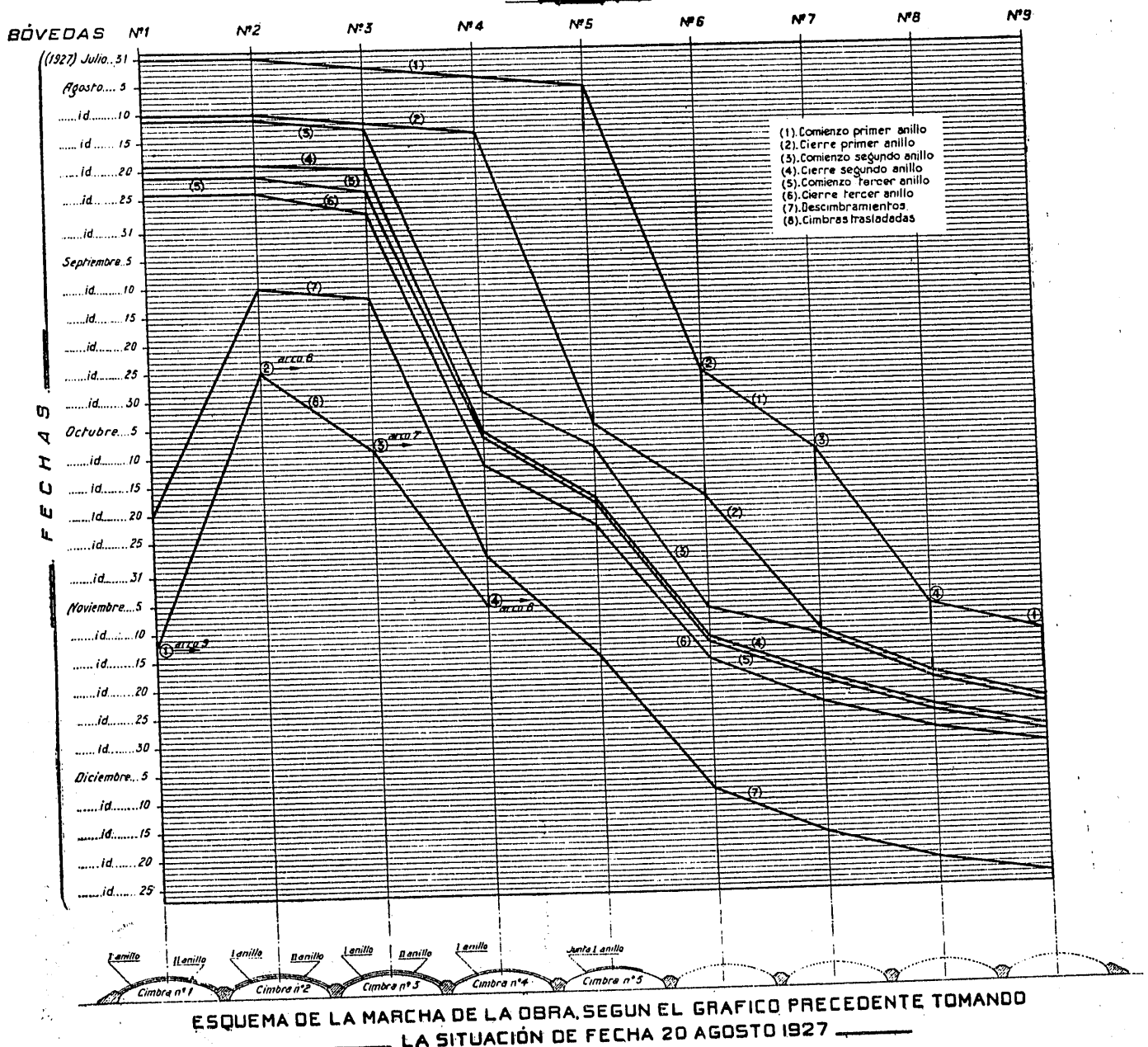
de dichas bóvedas cuando en el proceso de construcción fuera necesario que así sucediera, por no disponerse de número suficiente de cimbras; el coeficiente de estabilidad obtenido en la comprobación realizada en estas condiciones fué solamente de 0,64, notoriamente insuficiente. Había dos soluciones para resol-

da, sino las fechas de los descimbramientos, el traslado de cimbras y la ejecución de los diversos anillos que integran el perfil de bóveda.

El número de cimbras empleadas ha sido cinco, número que se dedujo dibujando varios gráficos idénticos al que se incluye y viendo el número total de

— Fig 6 —

— PUEBLO SOBRE EL RIO ALJUCÉN —
— CONSTRUCCIÓN DE LAS BÓVEDAS CON 5 CIMBRAS —
GRAFICO DEL AVANCE DEL HORMIGONADO EN EL
— ANCHO DE MEDIO PUEBLO —



ver esta dificultad: una era recalzar el macizo de cimiento contiguo al último arco cimbrado, solución que desechamos por ser más cara que la segunda solución adoptada, que consistió en construir las bóvedas escalonadas en forma a tener siempre en los apoyos coeficientes de estabilidad superiores a 1,5.

Para dar una idea completa de la marcha seguida en las obras, incluimos un gráfico (fig. 6.^a), donde puede apreciarse no sólo la marcha escalonada segui-

días necesarios en cada caso para ejecutar las bóvedas.

Con las cinco cimbras elegidas se pudieron construir dichas bóvedas en ciento cuarenta y cinco días (ancho de medio pueblo), lo que, contando con el segundo medio pueblo, desguace de 561 toneladas de tramos metálicos, levante de muros de tímpano, relleno de bóvedas, etc., nos permitió llevar a cabo la obra completa en diez y ocho meses, plazo que interesaba no prolongar, con objeto de no estorbar

