

puente Guadalquivir España

sinopsis

Se describe la interesante solución adoptada en la sustitución del citado puente, como caso singular entre otros muchos semejantes de los mismos autores, que fueron favorecidos en el concurso convocado, al efecto, por RENFE. Todos ellos tenían el condicionamiento fundamental de tener que ser llevados a cabo sin interrumpir el tráfico en la línea, que es de vía única.

Se explican las dificultades surgidas y las medidas adoptadas para recrecer las pilas y estribos, así como la construcción del nuevo tablero, más resistente, que durante algún tiempo trabajó conjuntamente con el antiguo.

La operación de desguace y puesta en carga ha representado asimismo, una labor delicada.

Resaltamos, por último, que se ha utilizado material resistente a la corrosión que no necesita pintura exterior, lo cual exige, en cambio, un riguroso control del material y de la soldadura.

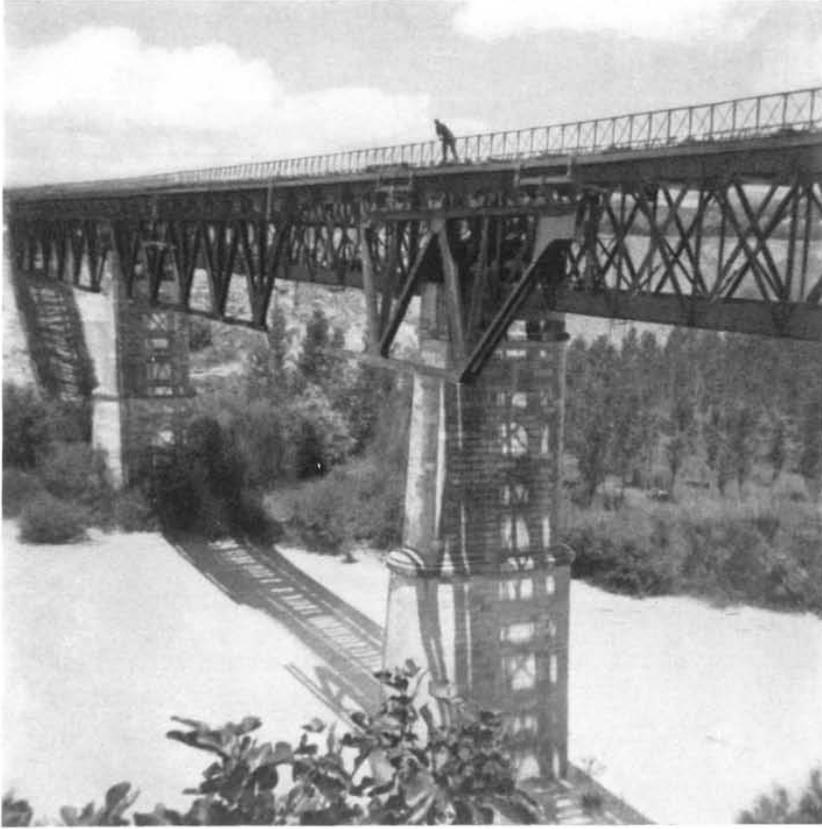
El resultado ha sido muy satisfactorio en rapidez, efectividad y economía.

JUAN BATANERO y RAMIRO RODRIGUEZ BORLADO, ingenieros de caminos
CARLOS MARTINEZ LASHERAS, ingeniero agrónomo
CARLOS MORAS ZANCAJO, ingeniero industrial

565 - 37

La línea férrea Linares-Almería fue inaugurada en el año 1895, según se muestra en la placa conmemorativa que existe en la estación de viajeros de Almería. La Compañía de los Ferrocarriles Andaluces encargó la redacción del proyecto y la construcción a la «Compagnie des Fives-Lille», de París.

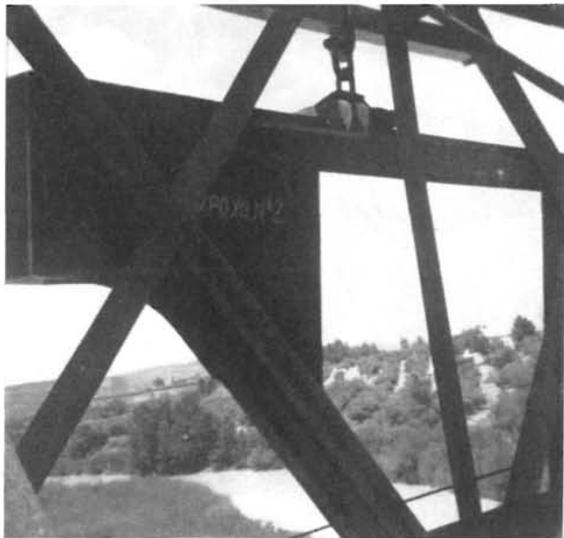
La línea discurre por terrenos muy abruptos y su tendido se hizo según criterios de economía, por lo que abundan las pendientes excesivas y las curvas de radio pequeño; es decir, se trata de una línea donde tanto la tracción como la velocidad tienen grandes limitaciones.



Las características del terreno obligaron en su día a la construcción de numerosas y grandes obras de fábrica, suponiendo una gran parte del volumen de inversión. La suma de las longitudes de los puentes metálicos de toda la línea es de unos 4 km para una longitud de 254 km, o lo que es lo mismo, 1 m de cada 60 está tendido sobre puente metálico.

Ya se comprende que los puentes pensados para cargas del año 1890 no son válidos para soportar las cargas y velocidades del año 1970. Era necesario actualizar la resistencia de los puentes. Pero esta decisión se ha alargado por la magnitud de la inversión.

Y al llegar aquí debemos hablar de la importancia de esta línea, pues es la única salida del mineral de las ricas minas de hierro de Alquife y del Marquesado. El cuello de botella en la producción de este mineral era precisamente la capacidad de la línea condicionada a la resistencia de los puentes.

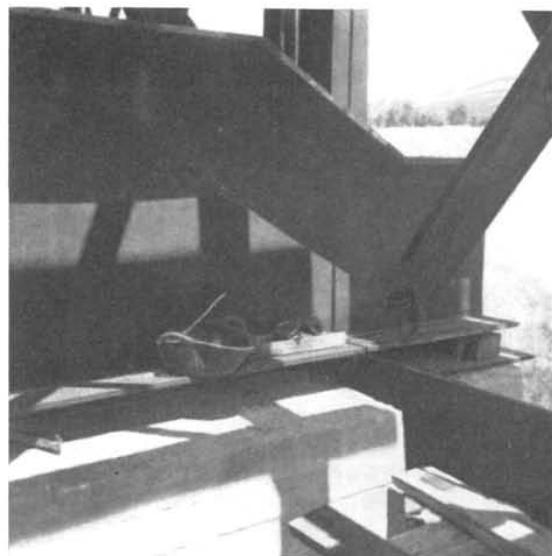
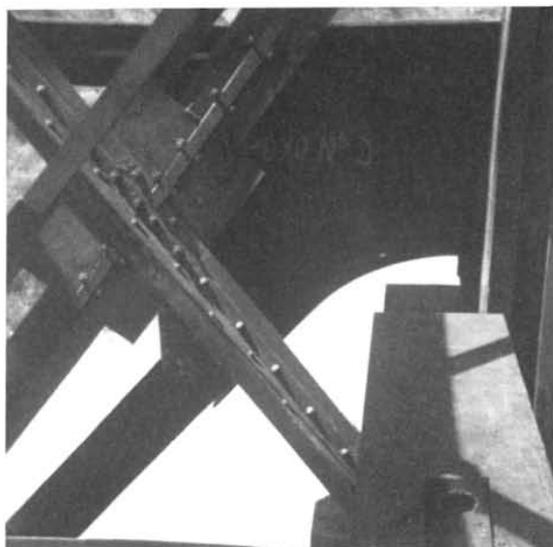


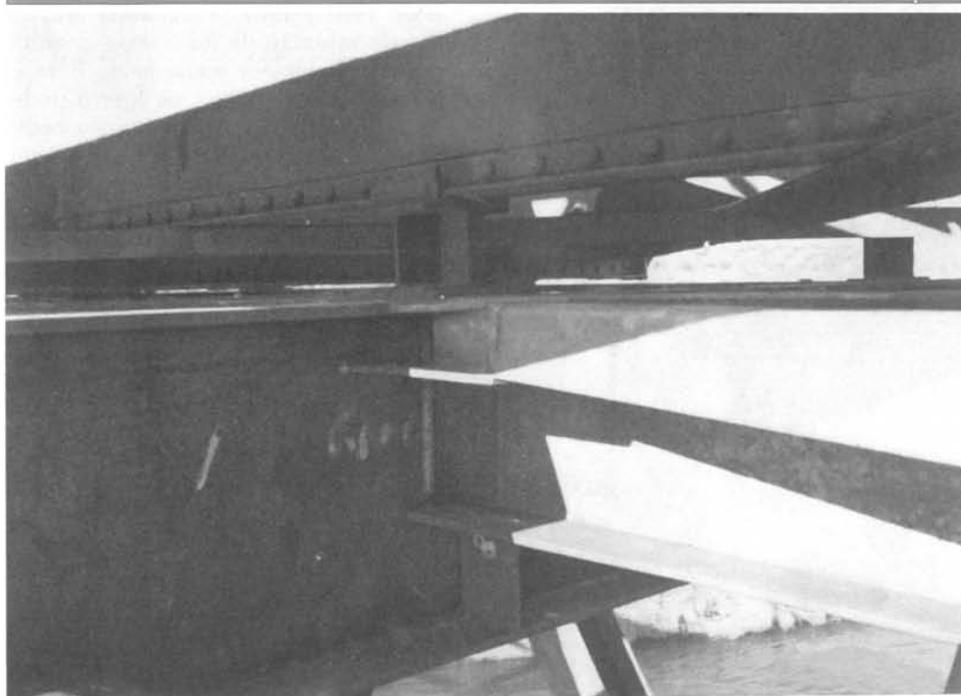
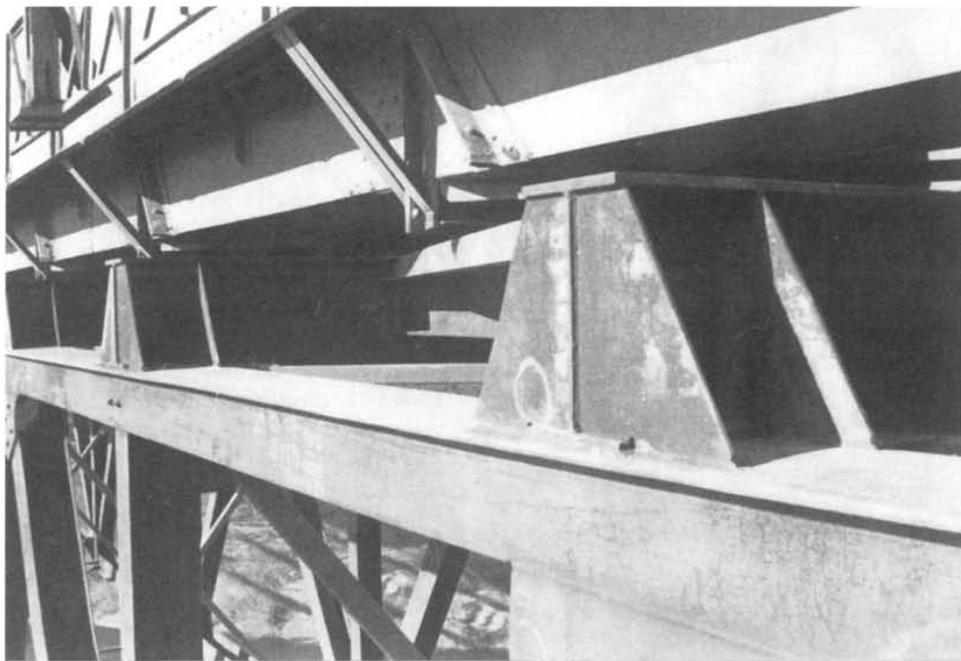
El transporte del mineral se efectuaba mediante tolvas pequeñas, cuyas cargas eran soportables para los tramos metálicos. Posteriormente, al aparecer las tolvas de descarga lateral de gran tonelaje, RENFE, después de los correspondientes estudios, autorizó la circulación de trenes compuestos de tolvas pequeñas y grandes, de tal manera que las grandes estuvieran separadas por dos pequeñas. Ultimamente, por comodidad de la Compañía Andaluza de Minas, se utilizaron trenes de tolvas grandes, pero cargados sólo a la mitad, con la consiguiente pérdida de rentabilidad.



La actualización de los puentes era del todo punto necesaria. Ya en los años 1966 y 1967 redactamos proyectos de refuerzo de los varios puentes de esta línea por encargo de RENFE. Al estar constituidos de hierro puleado de imposible soldadura, y como este refuerzo era laborioso, RENFE optó por la sustitución de los tramos, que aunque de mayor costo es una inversión de mayor duración previsible.

RENFE convocó varios Concursos de Proyecto y Obras para la sustitución de 28 puentes. A 18 de ellos concur-



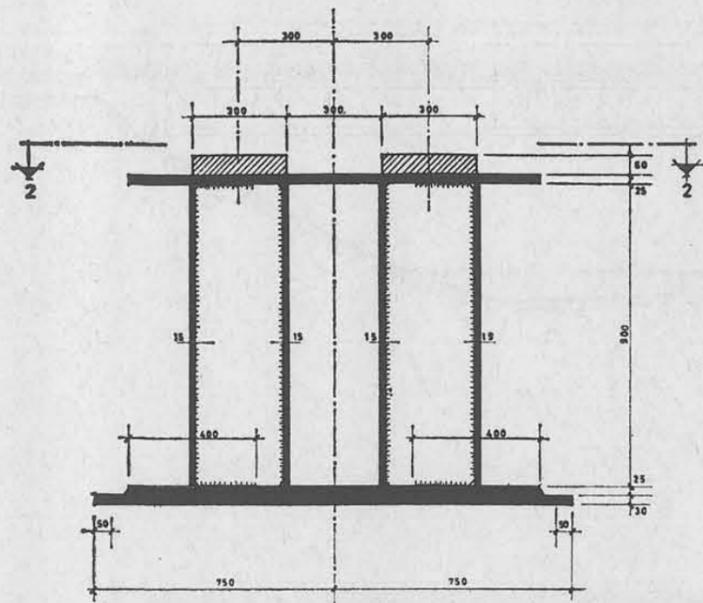


saron las Empresas Fabrimetal, S. A.; Omes, S. A., y S. M. Duro-Felguera, con nuestros proyectos, de los que resultaron adjudicados 17.

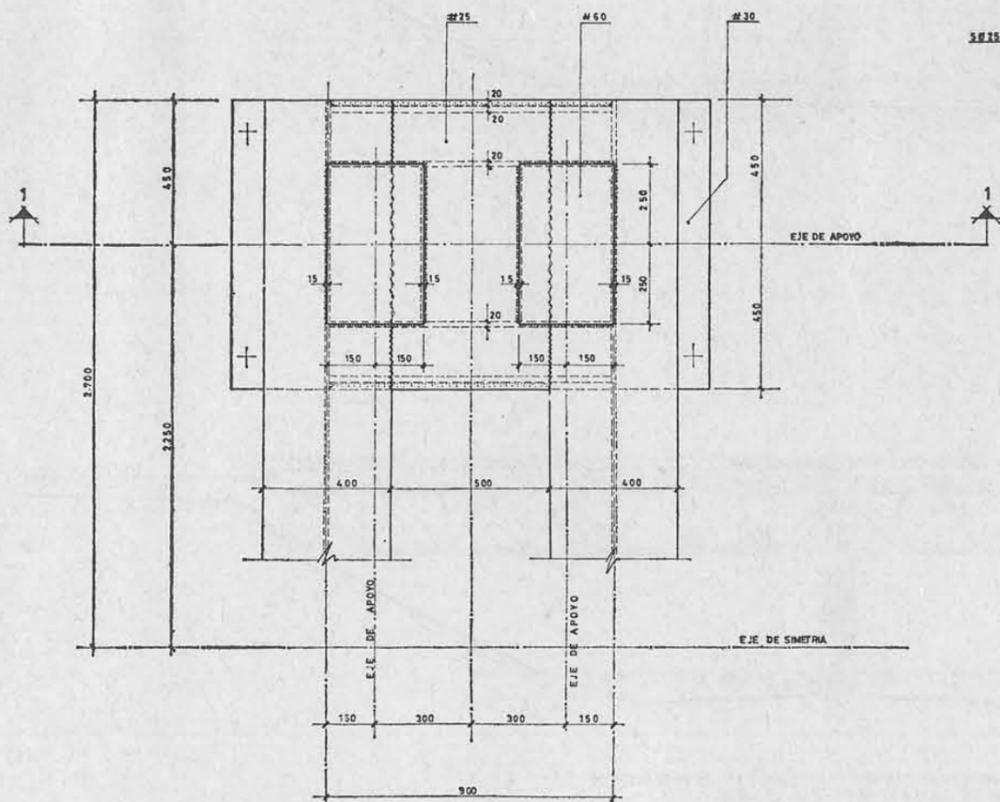
El condicionamiento más importante común a todos ellos, era la sustitución sin interrupción del tráfico en la línea que es de vía única. Todas nuestras soluciones se basaron en utilizar infraestructura antigua, pues su estado de conservación era perfecto en la inmensa mayoría de los casos. Por ello, el estudio del montaje era la parte fundamental en la redacción de los proyectos.

DETALLE .M.

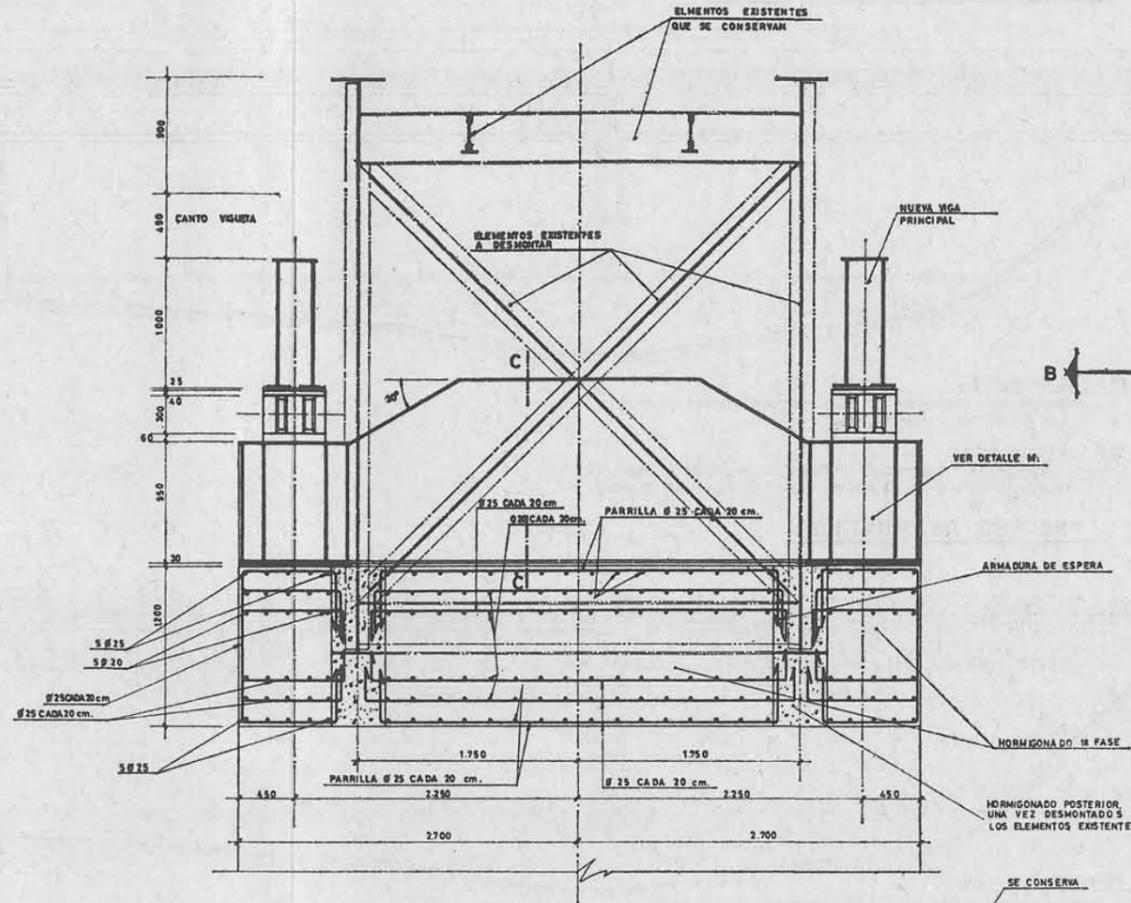
SECCION 1-1



PLANTA POR 2-2



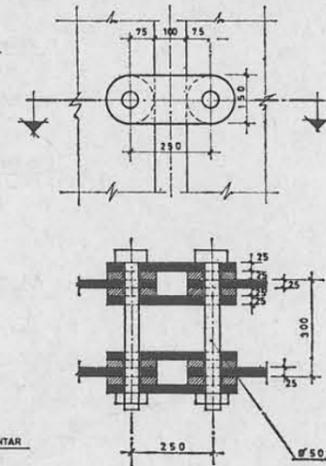
SECCION TRANSVERSAL ENTRE APOYOS.- A-A



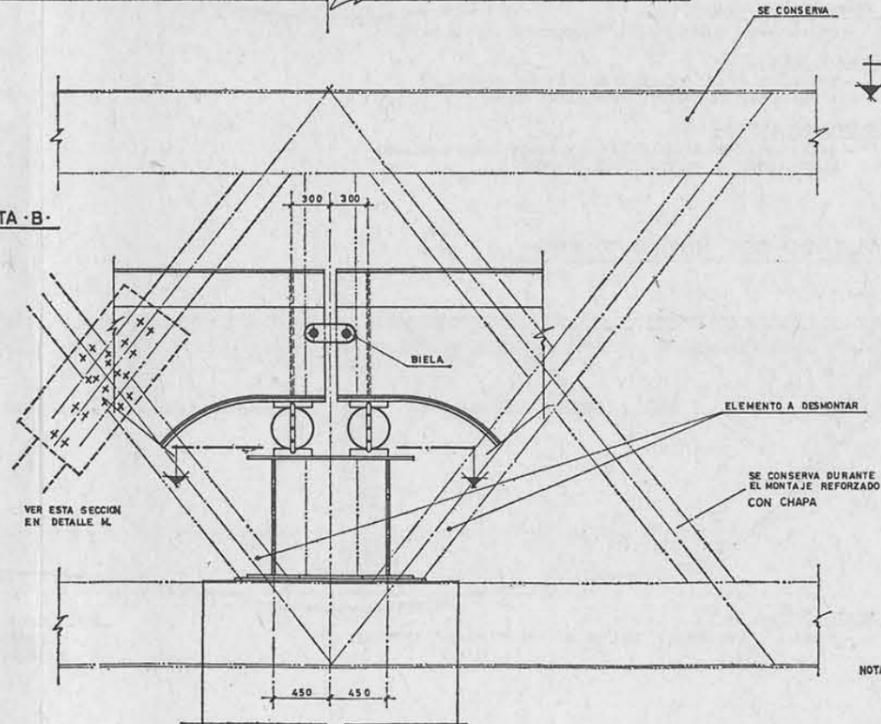
C-C



DETALLE DE BIELA

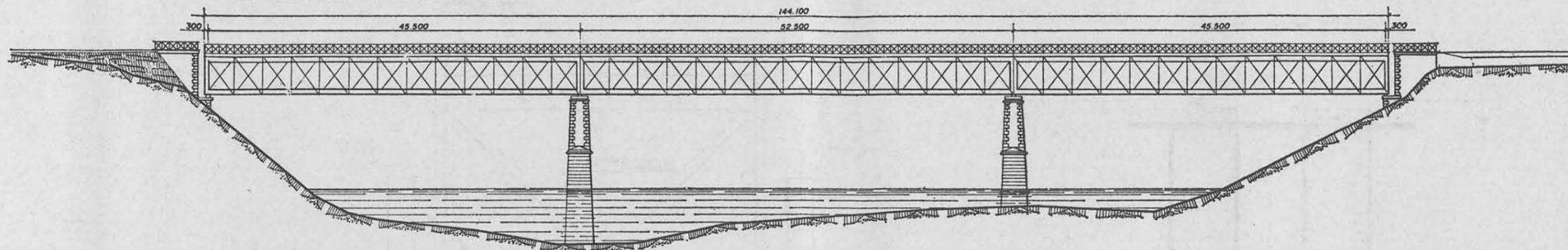


VISTA .B.



NOTA: LAS VIGAS DE APOYO SON DE ACERO TIPO A-52, EN TODAS LAS SOLUCIONES.

ALZADO DEL ANTIGUO TRAMO



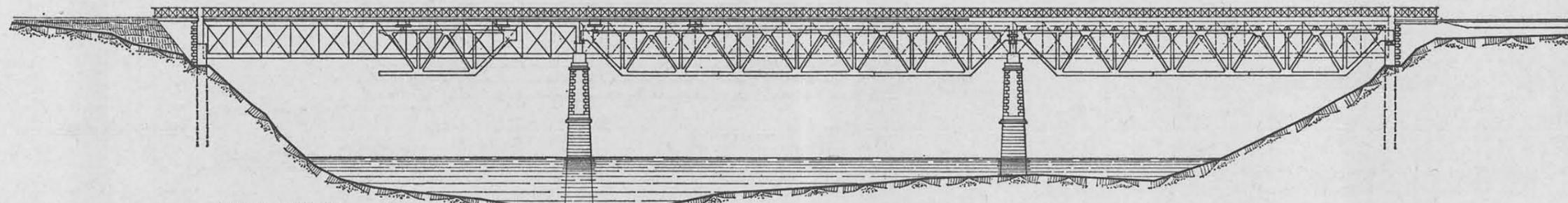
PRIMERA OPERACION.-

- HORMIGONADO DE LOS APOYOS EN PILAS Y ESTRIBOS, EXCEPTO LA ZONA DE LOS APOYOS DEL TRAMO ANTIGUO.

SEGUNDA OPERACION.-

- REFUERZO DE LAS DIAGONALES EXTREMAS, ELIMINACION DE LAS CONTRADIAGONALES Y COLOCACION DE LAS VIGAS METALICAS DE APOYO.

PROCESO DE MONTAJE



TERCERA OPERACION.-

- COLOCACION DEL CARRIL PARA EL TRANSPORTE DE LOS ELEMENTOS.

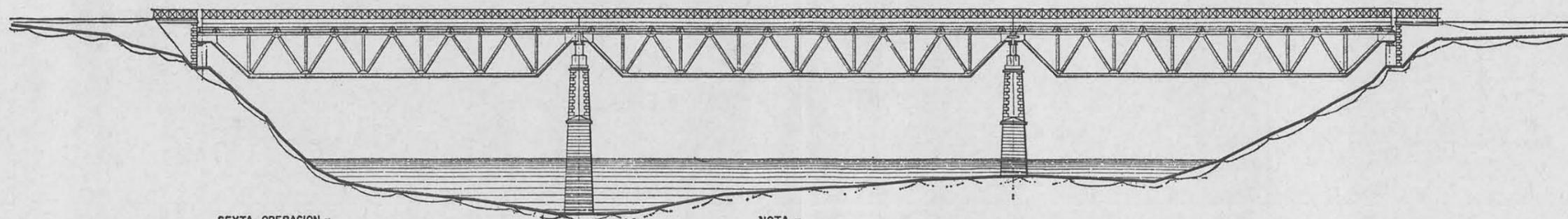
CUARTA OPERACION.-

- TRANSPORTE DE LOS ELEMENTOS DE LAS VIGAS PRINCIPALES A SU POSICION DEFINITIVA Y UNION ENTRE ELLOS.

QUINTA OPERACION.-

- COLOCACION DE VIGUETAS, LARGUEROS Y ARRIOSTRADOS Y CALZADO DE LOS LARGUEROS NUEVOS, SOBRE LOS ANTIGUOS.

ALZADO DEL NUEVO TRAMO



SEXTA OPERACION.-

- DESGUACE Y HORMIGONADO TOTAL DE APOYOS EN PILAS Y ESTRIBOS.

NOTA.-

- LAS OPERACIONES DE MONTAJE SE EFECTUARON APROVECHANDO LOS TIEMPOS MUERTOS ENTRE EL PASO DE TRENES SIN LIMITAR EL SERVICIO DE LA LINEA.

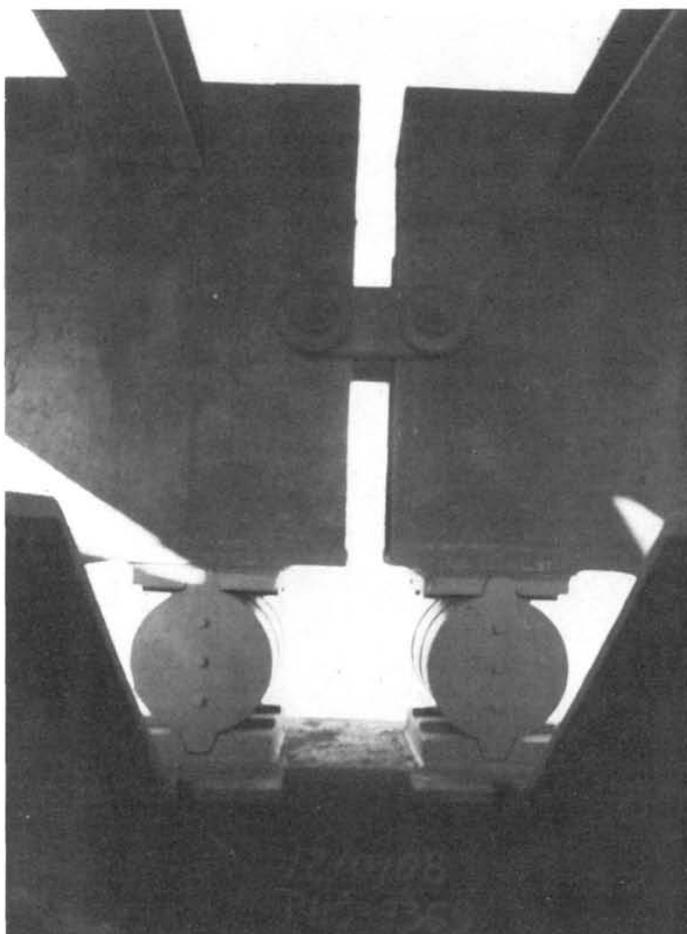


Los puentes de pequeña longitud y no excesiva altura, se sustituyeron mediante el siguiente proceso:

1. Montaje del tramo nuevo paralelo al antiguo sobre castilletes.
2. Ripado del tramo antiguo.
3. Preparación de los nuevos apoyos.
4. Ripado del puente nuevo a su posición definitiva.

Pero los grandes tramos requirieron estudios minuciosos, de los que surgieron ideas que creemos fueron originales y que fue la base de la adjudicación del concurso.

Una solución muy interesante fue la adoptada en la sustitución del puente sobre el Guadalquivir, que es la que presentamos al Concurso promovido por la Convención Europea de la Construcción Metálica.





DESCRIPCION DEL PUENTE ANTIGUO

El puente sobre el río Guadalquivir, situado en el punto kilométrico 3 de la línea Linares-Almería es continuo de tres vanos (45 + 55 + 45 m). Las vigas principales eran de celosía en cruz de San Andrés; las cabezas tenían una sección en simple T, formada por una chapa vertical, dos angulares y un número de chapas horizontales variables, y las diagonales y montantes estaban formados por angulares. Los largueros y viguetas consistían en secciones doble T, armadas de chapa y angulares características de estructuras roblonadas.

Las pilas tienen dos tipos de secciones: hasta la cota de la máxima avenida de las aguas; la sección es compuesta de un rectángulo y de dos semicírculos que hacen de tajamares; por encima de dicho nivel, rectangular. El ancho de la pila es bastante mayor que el ancho del puente sustituido.

El estado de conservación de pilas y estribos es realmente bueno.

DESCRIPCION DE LA SOLUCION ELEGIDA Y DEL PROCESO DE MONTAJE

La sustitución del puente sobre el Guadalquivir fue objeto del segundo concurso al que nos presentamos. En el primero, habíamos elegido, para puentes de luces similares, una solución de viga cajón introducida por el interior del tramo antiguo. Pero en este caso no se podía adoptar esta alternativa porque el canto del puente era más pequeño y abundando en ello el tablero no estaba a nivel de las cabezas superiores, sino unos 50 cm por debajo. De esta manera el hueco interior dejaba un gálibo de menos de 3 m, y un cajón de este canto no era económico.

Pensamos, en este caso, sustituir el puente por uno de tres tramos simplemente apoyados de vigas principales trianguladas, de gran canto y, por tanto, de muy poco peso, con un tablero

de viguetas y largueros de sección doble T armada con chapas. Los planos de las vigas principales estaban situados exteriormente al puente a sustituir.

La mayor dificultad se nos presentaba en el recrecido de las pilas. Al pensar una solución con vigas principales exteriores al puente, los apoyos se encontraban muy al borde de las pilas y, por tanto, no se podía pensar en hacerlo de manera directa. Evidentemente, un durmiente de hormigón de gran canto hubiera salvado este escollo, pero no se podía construir sin inutilizar el puente a sustituir.

Se proyectó este durmiente de hormigón, pero sólo se construyó por partes, según se puede observar en los planos, siendo la parte central a la que se le confía la misión resistente principal. Para pasar la carga a este durmiente se proyectaron unas vigas de acero que se introducían por los huecos de la celosía de las vigas principales después de cortar una de las diagonales del recuadro próximo al apoyo y reforzar la otra.

La solución de recrecido de estribos consistió en establecer un pórtico de hormigón alrededor de él, como se puede observar en planos y fotografías, de tal manera que el apoyo de las nuevas vigas se hacía encima de sus jambas.

La colocación de las vigas principales en su posición definitiva se efectuó por medio de un aparato que discurría por una viga auxiliar, sostenida por las ménsulas del puente antiguo. La limitación de la fuerza a resistir por las ménsulas, obligó a dividir cada viga principal en tres trozos, que se unieron provisionalmente por tornillos ordinarios y posteriormente se ejecutaron las soldaduras.

Los nudos de las vigas principales coincidían con los entrenudos de la estructura antigua, de tal manera que colocar las viguetas del nuevo puente, así como sus arriostrados, fue empresa relativamente fácil, aprovechando los huecos de la celosía. A continuación se montaron los largueros.

Posteriormente se unieron los dos tableros, por lo que durante algún tiempo los dos puentes estuvieron trabajando en conjunto.

La operación de desguace y puesta en carga fue delicada. Resolvimos hacerlo mediante el corte de las diagonales en el punto de inserción con la cabeza superior. Empezando por las diagonales centrales de cada vano y continuando hacia los apoyos de manera simétrica, se pasó el peso propio del puente antiguo al nuevo. Quedaba todo el puente colgado de los montantes, con lo cual el desguace se reducía a una sencilla operación.

El tablero del puente antiguo no se desguazó, y queda en el puente liberado de la misión resistente para servir sólo de transmisión de la carga de la vía al puente nuevo. También colabora en éste para limitar la deformación transversal debida al serpenteo y a los efectos de viento.

CONSIDERACIONES FINALES

Sólo queda resaltar que hemos utilizado material resistente a la corrosión que, al no necesitar la pintura exterior, reduce el coste de la obra. La elección del acero resistente a la corrosión llevó como contrapartida un control muy riguroso del material, así como de la ejecución de las soldaduras. Para alejar en lo posible el efecto de la rotura frágil, se utilizaron chapas de espesores no muy grandes, al mismo tiempo que se evitaron con cuidado las uniones soldadas peligrosas.

El peso de la estructura metálica fue de 280 t. Es decir, unas 2 t/m, lo que supuso un coste para el momento actual, no mayor de 150.000 ptas./m, precio extraordinariamente bajo para la envergadura de la obra.

Queremos finalmente resaltar la eficaz colaboración de D. Fernando Rodríguez Rubio y D. Gregorio Pastor Leira, en el diseño y realización de los planos del proyecto. Asimismo queremos resaltar la colaboración prestada durante las fases de ejecución y montaje por los Ingenieros de RENFE, D. Rafael Alguacil, D. Jorge Nasarre y D. Alfredo Ovilo.

résumé

Pont Guadalquivir - Espagne

Juan Batanero et Ramiro Rodríguez Borlado, ingénieur des Ponts et Chaussées

Carlos Martínez Lasheras, ingénieur agronome

Carlos Mora Zancajo, ingénieur industriel

On décrit l'intéressante solution adoptée pour le remplacement de ce pont, comme un cas singulier parmi beaucoup d'autres similaires des mêmes auteurs, à qui RENFE (Réseau des chemins de fer espagnols) a adjugé les travaux de construction, à la suite d'un appel d'offres. La condition essentielle exigée pour ces projets était qu'ils devraient être réalisés sans interrompre le trafic sur la ligne à une seule voie.

On explique les difficultés rencontrées et les mesures prises pour rehausser les piles et les culées, ainsi que la construction du nouveau tablier, plus résistant, qui, pendant quelque temps, a été utilisé conjointement avec l'ancien tablier.

L'opération de démontage et de mise en charge a également représenté un travail délicat.

Finalement, il est à signaler qu'on a utilisé un matériau résistant à la corrosion qui ne requiert pas de peinture extérieure, ce qui exige, par contre, un contrôle rigoureux du matériau et de la soudure.

Le résultat a été très satisfaisant en ce qui concerne la rapidité, l'efficacité et l'économie.

summary

Guadalquivir bridge - Spain

Juan Batanero and Ramiro Rodríguez Borlado, Highway Engineers

Carlos Martínez Lasheras, Agronomical Engineer

Carlos Mora Zancajo, Industrial Engineer

The interesting solution used for substituting this bridge is described and is considered unique amongst the many similar jobs carried out by the same authors, who were awarded the project RENFE has offered in this regard. All these jobs had the basic condition that they had to be carried out without interrupting traffic as the existing track was the only line available.

This article explains the difficulties which arose and the steps adopted to build-up the cutwaters and abutments, as well as construction of the new planking, which was more resistant, and which was used for a while jointly with the old.

The scrapping and load operation was also a delicate job.

Finally, we wish to point out that a rust-resistant material, which does not require exterior painting, was used. However, this requires a strict material and welding quality control.

The result has been very satisfactory as far as speed, effectiveness and economy are concerned.

zusammenfassung

Guadalquivir Brücke - Spanien

Juan Batanero und Ramiro Rodríguez Borlado, Hoch- und Tiefbauingenieure

Carlos Martínez Lasheras, Geometer

Carlos Mora Zancajo, Maschineningenieur

Man beschreibt die interessante Lösung, die für die Ersetzung der genannten Brücke gewählt wurde. Es handelt sich um einen Einzelfall unter vielen ähnlichen Projekten derselben Autoren, welchen die Bauarbeiten nach der von der RENFE vorgenommenen Ausschreibung zuerkannt wurden. Alle Projekte waren durch die Forderung eingeschränkt, dass der Verkehr während der Bauarbeiten auf der eingleisigen Linie nicht unterbrochen werden sollte.

Es wird deutlich, welche Schwierigkeiten auftraten und welche Massnahmen ergriffen werden mussten, um die Pfeiler und Bügel verstärken, sowie einen neuen, beständigeren Uebergang bauen zu können, der einige Zeit lang zusammen mit dem alten in Betrieb war.

Auch der Abbau und die Inbelastungnahme stellten eine delikate Aufgabe dar.

Wir weisen abschliessend darauf hin, dass korrosionsbeständiges Material verwendet wurde, das keinem Aussenanstrich bedarf, was eine strikte Material- und Schweissungskontrolle erforderlich macht.

Das Ergebnis war in Schnelligkeit, Wirksamkeit und Ökonomie durchaus zufriedenstellend.

publicación del i. e. t. c. c.

LAMINAS DE HORMIGON

A. M. Haas

Dr. Ingeniero

Traducción de José M.^a Urcelay

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

El profesor A. M. Haas es personalidad muy conocida en todo el mundo dentro del campo de las estructuras laminadas.

El libro, que ha sido traducido a varios idiomas, es de exposición clara e intuitiva, y destaca los conceptos fundamentales sobre los desarrollos matemáticos.

En su primera parte, el libro trata de la teoría de membrana en láminas de revolución. A continuación se aplica esta teoría, para el caso en que las cargas sean también de revolución, a las láminas de revolución más usuales: cúpulas esférica y elíptica, láminas cónicas, depósitos.

Se estudian seguidamente las láminas de revolución sometidas a cargas que no sean de revolución, así como las tensiones secundarias debidas a flexiones en láminas de revolución.

Se termina la primera parte con un capítulo dedicado a la construcción de láminas.

En la segunda parte se estudia la teoría de membrana para láminas rebajadas, dedicando sendos capítulos a las láminas en paraboloides hiperbólico, en paraboloides elíptico y en conoide.

A continuación se dedica un extenso capítulo a la flexión.

Seguidamente se estudia el caso de pequeñas cargas que originan fuertes tensiones por flexión.

Finalmente, el libro dedica un capítulo al pandeo.

Un volumen encuadernado en tela, brillantemente presentado, de 17 × 24,5 cm, compuesto de 420 páginas, numerosas figuras, tablas y ábacos. Precios: España, 1.250 ptas.; extranjero, \$ 25.