DOS ARCOS MIXTOS HORMIGONADOS POR CAPAS

TWO COMPOSITE ARCHS CAST IN PLACE IN SEVERAL LAYERS

ANTONIO GONZÁLEZ SERRANO. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Patólogo
Director Proxectos S.L.. proxectossl@terra.es

RESUMEN: En este artículo se expone el proyecto y la construcción de dos puentes mixtos en arco, singulares, hormigonados por capas, utilizando una chapa metálica como cimbra, encofrado y armadura inferior.
En primer lugar, se expondrá el proyecto y construcción de un puente en arco de 37,58 m. de luz y de 50,60 m. de longitud. A continuación se expone otro puente en arco, muy rebajado, de 18 m. de luz.

PALABRAS CLAVE: PUENTES, ARCO, HORMIGÓN, ACERO

ABSTRACT: This paper explains the design and construction of two composite archs in steel and concrete. The novelty of the desing is to cast in place the concrete in several layers, using metalic connectors to join togeher the several layers. The metalic sheet was used as reinforcement, formwork and scaffolds. One of the bridge has 37,58 m. of span and 50,60 m. lenght, the other arch is 18 m. of span.

KEYWORDS: BRIDGES, ARCH, CONCRETE, STEEL

ARCO DE 37,58 M. DE LUZ

El planteamiento del problema surgió ante la necesidad de construir un puente con el tablero prefabricado de tres vanos, que se diseño para conectar los dos taludes de una trinchera del ferrocarril que suministrará carbón a la Central Térmica de Meirama, y que transportará, además, los residuos sólidos a la planta de Sogama.

La construcción de las cimentaciones del puente inicial planteó serios problemas técnicos, porque los taludes de la trinchera estaban formados por una pizarra muy diaclasada, con planos de deslizamiento potencialmente peligrosos, sobre todo en una de las laderas. Además del problema técnico anterior existió el problema adicional del plazo, que desapareció con la solución propuesta.

El puente se diseñó en arco con tablero superior, con una luz de 37,58 m. y con una flecha de 7,51 m. Los extremos del arco estaban predeterminados por las bancadas que se habían hecho previamente al excavar la trinchera. El puente tiene de 50,60 m. de longitud y una plataforma de 6,20 m. de ancho.

La cimentación del puente, al comprimir los taludes de la trinchera que están formados por una pizarra fracturada, en lugar de debilitarlos, los estabiliza. La directriz del arco es una poligonal cuyos vértices están en una parábola de segundo grado.

La figura 1 muestra un alzado con la geometría del puente.

El proceso constructivo es muy sencillo. Se comenzó construyendo una cimbra metálica, convenientemente rigidizada, en el fondo de la trinchera, ver figura 2, que se iza con una grúa a su posición definitiva.

La cimbra metálica está formada por una chapa base de 5 mm. de espesor rigidizada longitudinalmente con 4 medios IPE de 500. La chapa base se cierra lateralmente con dos chapas verticales rigidizadas en la parte superior, disponiendo, además, rigidizadores transversales, formados por perfiles IPE más pequeños, dividiendo la chapa en recuadros.

En la figura 3 muestra la sección transversal del arco, con la geometría, los elementos de rigidización, los conectores y las fases de hormigonado.

La cimbra metálica se empotra en unos cajeados metálicos, en forma de U, que se dejaron embebidos en las cimentaciones. El empotramiento se consigue soldando la cimbra al cajeado, y disponiendo, además, cartelas de rigidización en la unión, ver figura 4.

La chapa base de la cimbra metálica lleva soldada una retícula de conectores, formados por redondos en forma de U invertida, que sirven para conectar la primera capa de hormigón a la chapa base y para coser, además, las diferentes capas entre si, restableciendo, de esta forma, el monolitismo del hormigón del arco.

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de junio de 2003. Recibido: octubre/2002. Aprobado: noviembre/2002

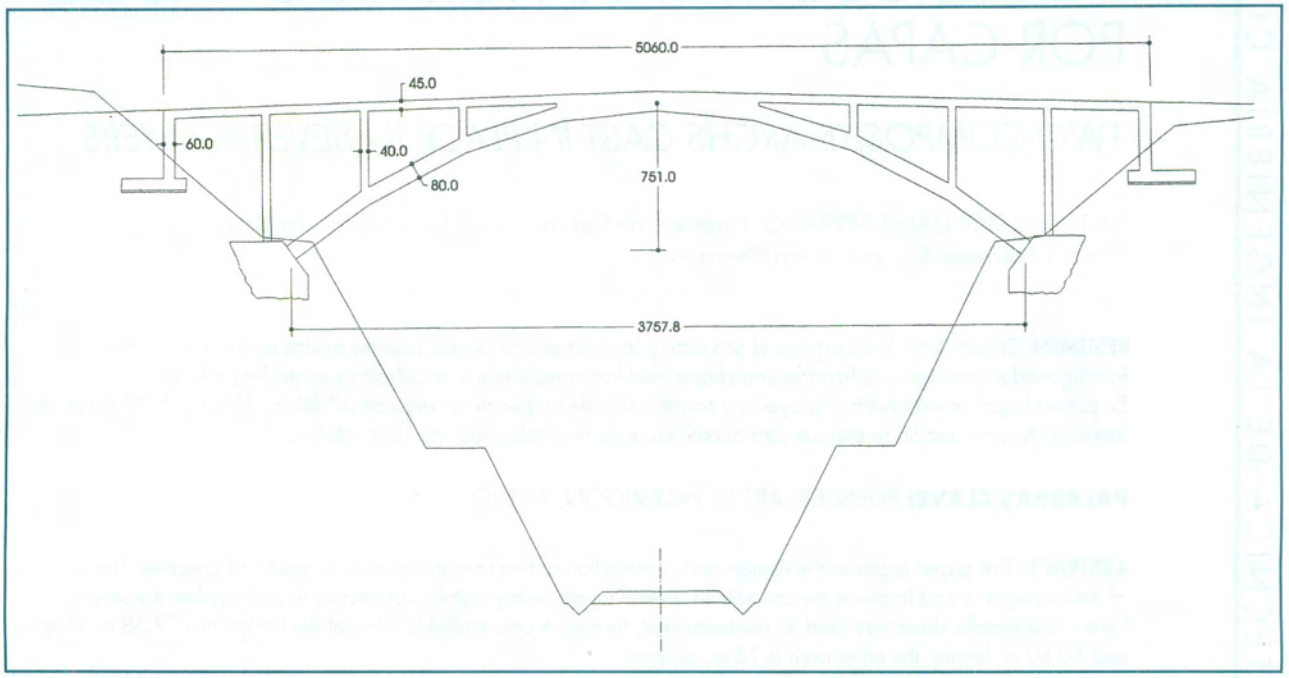


Figura 1. Alzado del puente.

Figura 2. Izado de la cimbra metálica. Abajo, figura 3. Sección transversal del arco.

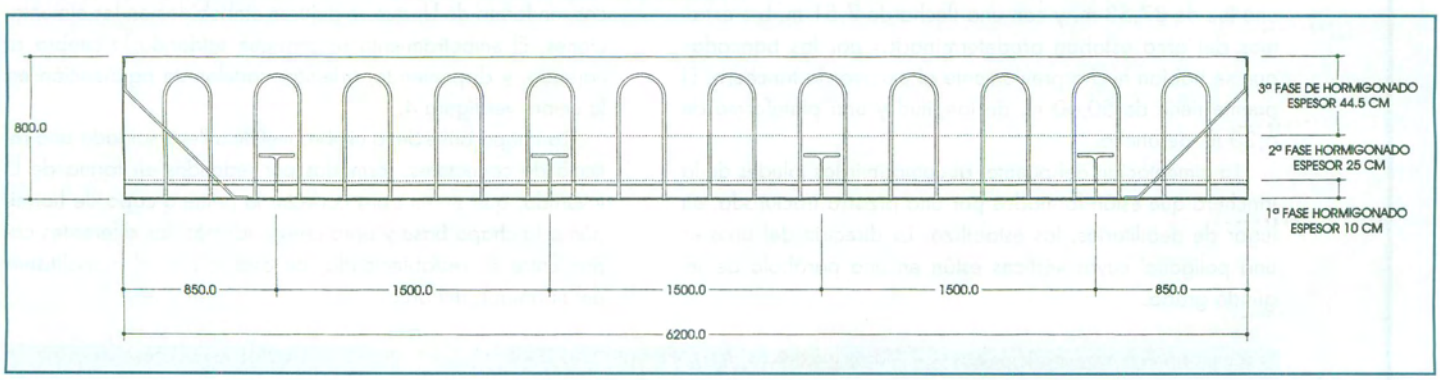
Es decir, el arco es una estructura mixta hormigonada por capas, conectadas entre si y conectadas, a su vez, a la chapa base.

La cimbra se diseñó para poder soportar el peso propio de la primera tongada de hormigón fresco sin pandear. La primera capa, en este caso, fue de 10 cm.

Una vez que fragua el hormigón de la primera capa, la primera cimbra pasa a ser una losa mixta de 10 cm. de espesor. Esta losa soportó, en este caso, un recrecido de 25 cm. La segunda losa, de 35 cm. de espesor, resistió el resto del recrecido. Es decir, el arco de 80 cm. de espesor se hormigonó en tres tongadas de 10, 25 y 45 cm. de espesor.

Se hormigonaron simétricamente las tres tongadas de hormigón, partiendo desde los extremos hacia la clave.

La figura 5 muestra un detalle de la primera tongada del hormigonado, con los rigidizadores longitudinales y los conectores de enlace. La figura 6 es una perspectiva de arco con la primera tongada hormigonada.



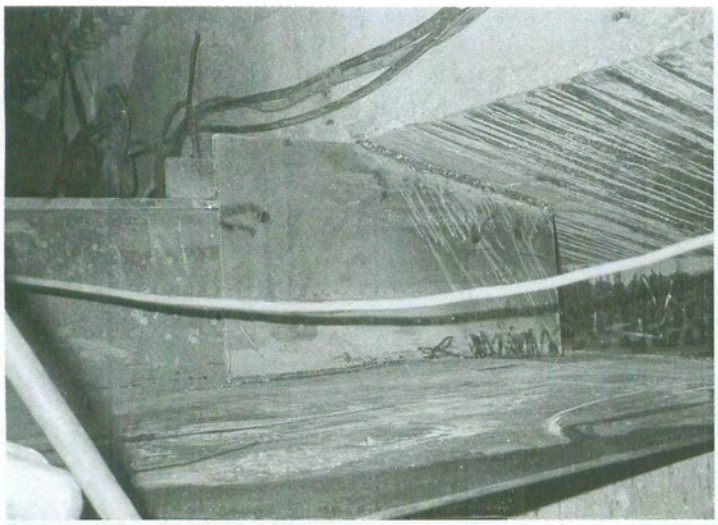


Figura 4. Empotramiento de la cimbra metálica en las cimentaciones. A la derecha, figura 5. Detalle de la promera fangada del hormigonado.

Se dejaron embebidas en el arco las esperas de las armaduras verticales de los hastiales. Los hastiales, que se diseñaron de 40 cm. de espesor y separados cada 5,00 m, se construyeron en una segunda fase, después de hormigonar el arco.

El tablero de hormigón armado, de 45 cm. de canto total, se construyó en una etapa posterior, utilizando prelosas de hormigón con el borde lateral prefabricado.

La figura 7 muestra el montaje de la ferralla del tablero.

La figura 8 es una perspectiva del arco terminado desde la trinchera del ferrocarril.

ARCO DE 18 M. DE LUZ

La figura 9 corresponde a un arco mixto rebajado de 18 m. de luz, hormigonado en capas, como el caso anterior.

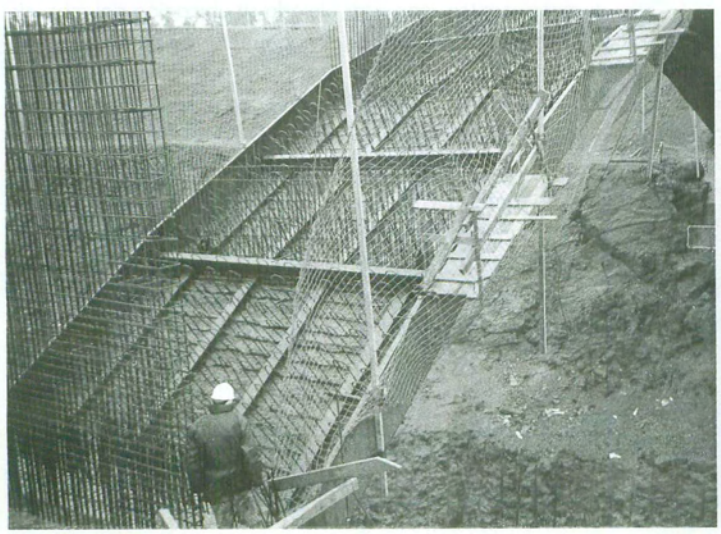
El arco forma parte de las obras del tramo Villartelín-Cereixal de la Autovía del Noroeste.

El puente, para cruzar el río Neira, situado en las proximidades de Baralla, en la Provincia de Lugo, dio servicio al tráfico pesado que se generó durante la construcción de la obra.

Las premisas para el diseño del puente eran: ser funcional, permitiendo cruzar el río Neira al tráfico pesado de la obra y, al mismo tiempo, económico y estético, sin crear una ruptura con el entorno, porque se pretendía que el puente, una vez finalizada la obra, diera servicio a una zona muy necesitada de comunicaciones y muy frecuentada por pescadores.

En primer lugar se descartó el clásico puente de vigas prefabricadas que, obviamente, no encajaba en el entorno, optándo por la solución de un arco rebajado, acorde con el terreno de cimentación, que está formado por una roca granítica muy sana, capaz de soportar los empujes que se generan.

Figura 6. Perspectiva del arco con la primera fangada hormigonada. A la derecha, figura 7. Montaje de la ferralla del tablero.



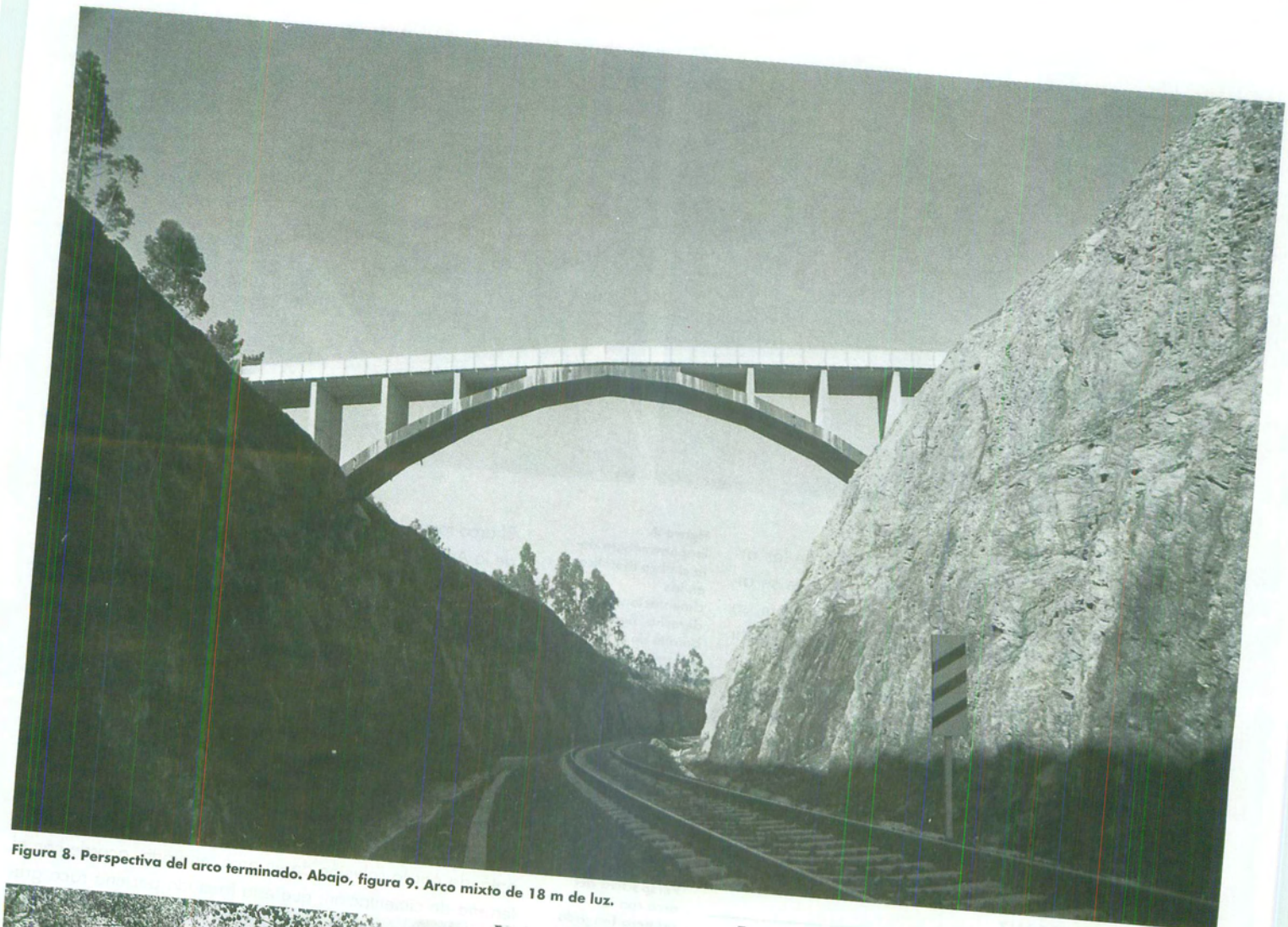


Figura 8. Perspectiva del arco terminado. Abajo, figura 9. Arco mixto de 18 m de luz.

En este caso se optó por una directriz circular, aproximando una parábola de segundo grado a un circulo, por la facilidad de curvado de los elementos metálicos.

La chapa base que, como en el puente anterior, se eligió de acero cor-ten, por estar alejada su ubicación del mar, sirvió de encofrado perdido, de cimbra y de armadura inferior.

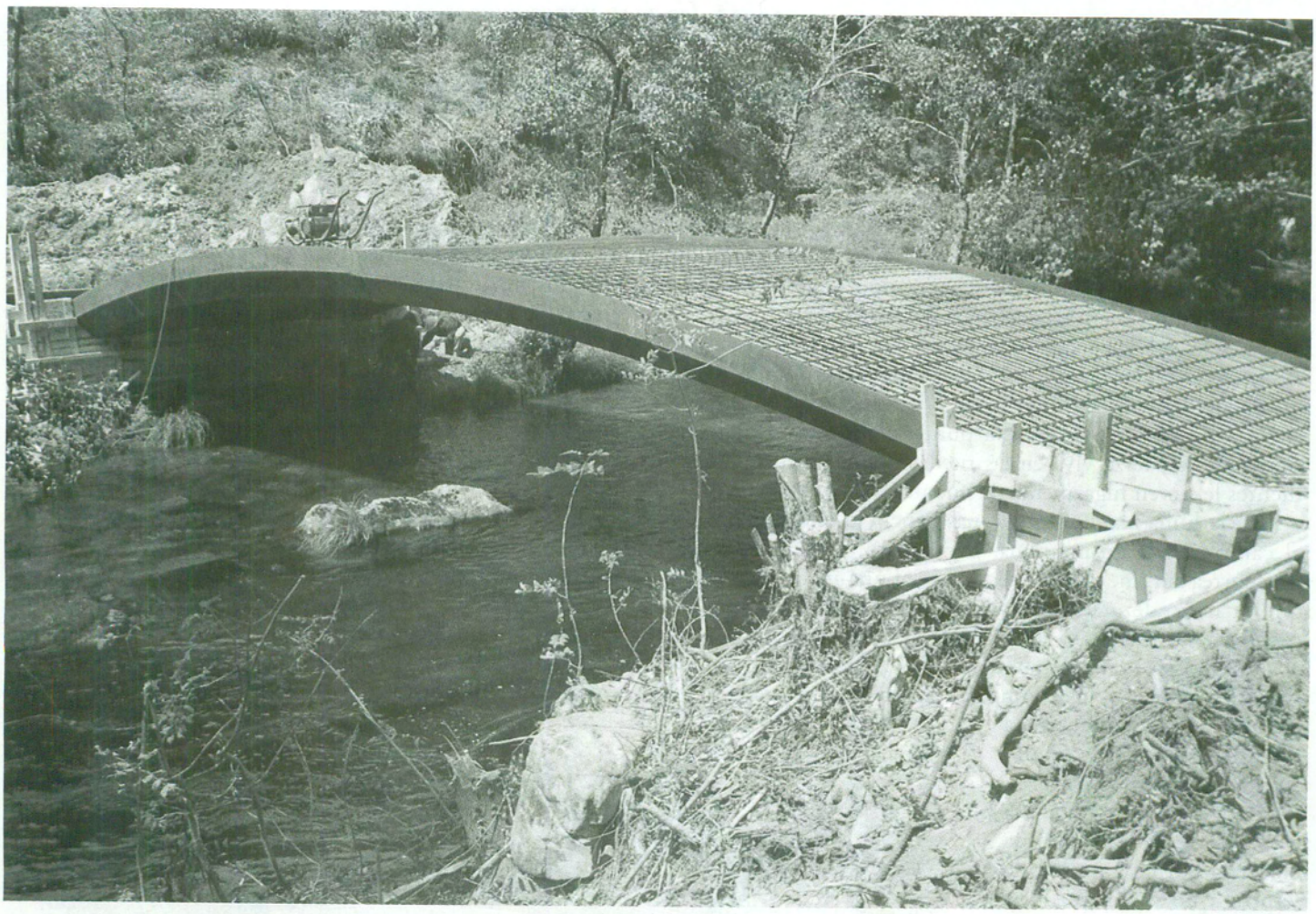
La figura 10 muestra la ferralla del puente. La figura 11 muestra la ferralla del estribo.

El hormigonando del tablero también se realizó en tongadas, de forma que cada capa, una vez endurecida, soportaba, sin pandear, el peso propio de la tongada siguiente.

El puente actualmente tiene una barandilla de madera y unas aceras formadas por traviesas de ferrocarril, integrándose el arco en un paisaje de incomparable belleza.

CÁLCULOS

El cálculo de la estructura en estado definitivo es un cálculo convencional.



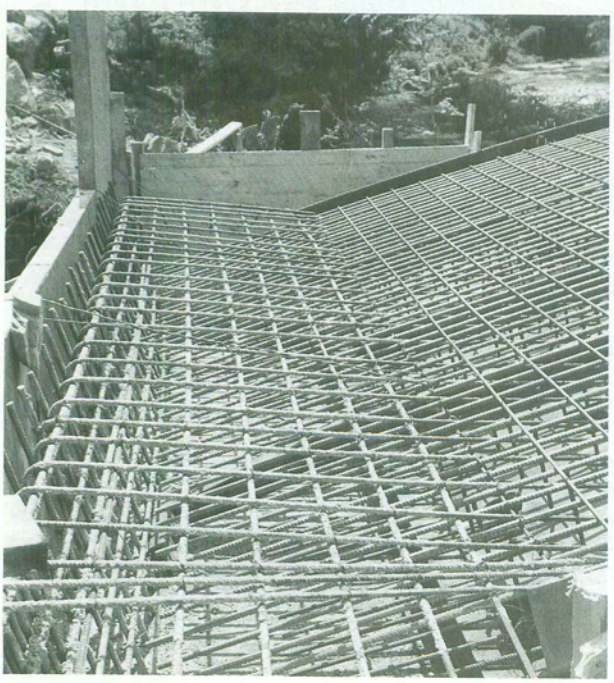


Figura 10. Feralla del puente. Abajo, figura 11. Ferralla del estribo.

En las fases constructivas se comprueba a pandeo cada capa con el peso propio de la tongada siguiente. El hormigón de las diferentes etapas se conectó con elementos transversales, soldados a la chapa base, que reintegran el monolitismo del conjunto, analizando los esfuerzos directos que se producen entre las tongadas, así como los esfuerzos indirectos de retracción y fluencia.

CONCLUSIÓN

En ambos diseños se intentó proyectar dos puentes integrados en el paisaje, cabalgando sobre un río y sobre una trinchera de un ferrocarril. Estos puentes resultaron más económicos que la utilización de una solución tradicional.

Quiero agradecer la colaboración del Arquitecto Julio Besiga Díaz-Blanco en la elaboración de estos proyectos, así como la confianza puesta por el Ingeniero de Caminos José Luis Manso que apostó por este método novedoso, lo que permitió la realización de estas obras. ▮