Obras de Infraestructura

Puentes Arco - Ruta Nacional Nº 150

Departamento Técnico de Pavimentos
Instituto del Cemento Portland Argentino
(Artículo publicado en la revista Carreteras – Número 215 de octubre de 2014)

La RN 150 tiene su origen en la intersección con la RN 38 en la localidad riojana de Patquía y continúa en dirección este-oeste atravesando el norte de la provincia de San Juan, pasando por las localidades de Baldecitos, Ischigualasto, Huaco, San Roque, Jáchal, Rodeo, Las Flores, Guardia Vieja y Arrequintín, hasta el límite internacional con Chile, en el Paso de Agua Negra, donde se emplazará el Túnel Internacional que llevará el mismo nombre.

Esta ruta constituye parte del Corredor Bioceánico Central, que conecta el puerto chileno de aguas profundas de Coquimbo, con el puerto de Porto Alegre, permitiendo su vinculación con los núcleos productivos de La Pampa Húmeda, el Litoral y el Norte Argentino. También permitirá captar tránsito de carga de las Rutas Nacionales 19 y 38, con destino Chile, constituyendo una vía alternativa a la Ruta Nacional 7 en el Paso Cristo Redentor, y originará un impacto positivo sobre la economía y turismo de la región.

Este emprendimiento está compuesto por 6 obras simultáneas con una longitud aproximada de 156 km. Cuenta con 12 puentes, 6 túneles, travesías urbanas, empalmes, derivadores, muros de contención, más de 500 alcantarillas, mallas de contención y barreras dinámicas para el control de desprendimientos de rocas y rampas de escape. Este proyecto ha significado un gran desafío de ingeniería, especialmente en aquellos sectores de traza nueva, en donde hubo que atravesar cerros y quebradas, y explorar lugares hasta entonces inaccesibles.

Figura 1: Defensas de hormigón, alcantarilla prefabricada y postesada y portal de entrada de uno de los túneles, minimizando el impacto ambiental en medio de un paisaje de cerros y quebradas.

LOS PUENTES ARCO

Una de las singularidades que representó una innovación en el ámbito vial nacional, fue el método constructivo utilizado en dos puentes arco de hormigón, que no se encontraban en el proyecto original y que fueron incorporados para sustituir uno de los túneles en el tramo de Quebrada de la Peña. Estos puentes, de hormigón armado y postesado, empleados para salvar el cauce del río Agua de la Peña, fueron confeccionados en fábrica, trasladados pieza por pieza y finalmente montados en obra.

El material de arrastre y el caudal, típico de la época estival con presencia de crecidas, son propensos a erosionar las bases de las pilas, en esta zona del río de la Quebrada de la Peña, donde éste se estrecha considerablemente. Además, cuando se producen grandes crecidas, puede llegar a producirse el arrastre de rocas de gran tamaño que pueden colisionar con las pilas. Por estos motivos, para no interferir con el curso del río, se optó por no colocar pilas en el medio del cauce y se consideró el diseño en forma de arco.

Distanciados cerca de 180 metros, el Puente 4 es el más grande, con una longitud aproximada de 90 metros, se desarrolla en línea recta a una altura de 24 metros. Por otro lado, el Puente 5 lo hace en curva, con un radio de 160 metros y un peralte del 7 %, tiene 65 metros de longitud y 22 metros de altura. En ambos casos, la pendiente longitudinal es menor al 3 %.

En conjunto demandaron el consumo de 150 toneladas de acero y 840 metros cúbicos de hormigón, utilizando hormigón Clase H38 para las vigas de arco y las vigas del tablero, y H30 para el resto de la estructura. El traslado de los elementos prefabricados implicó el transporte por carretera de más de 1900 toneladas de hormigón.

Figura 2: Puente 4.

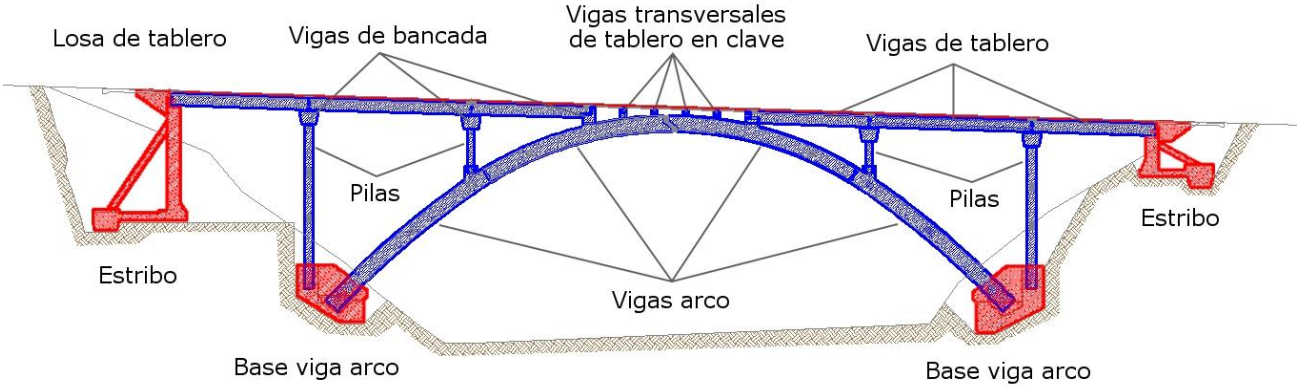

Figura 3: Esquema del Puente 4 con los elementos de hormigón armado in situ (en rojo) y los prefabricados (en azul).

LA ESTRUCTURA

La estructura de los puentes está compuesta por una parte hormigonada in situ, que incluye los estribos, las bases de las vigas arco y la losa de tablero, y otra prefabricada (Figura 3). Los elementos premoldeados fueron trasladados y ensamblados en obra e incluyen, las vigas arco y sus correspondientes vigas transversales, las pilas y sus vigas transversales, las vigas de bancada, las vigas transversales de tablero en clave, las vigas longitudinales de tablero y las prelosas; estas últimas utilizadas como encofrado perdido para la ejecución del tablero.

Por las condiciones del terreno, en el caso particular del Puente 5, los arcos y las pilas se fundaron sobre bases rectangulares de hormigón armado, ancladas mecánicamente mediante pernos de 8,00 m de longitud para mejorar el confinamiento del macizo.

La estructura del arco está compuesta por dos arcos premoldeados iguales, paralelos entre sí, separados 5,40 m y unidas por vigas transversales. Las vigas arco tienen una sección "I" de 1,45 m de altura y 1,40 m de ancho de alas.

Las vigas de bancada se encuentran montadas sobre pilas que apoyan en los arcos y tienen un ancho de 1,60 m y una altura de 1,20 m. Todas son prefabricadas y ahuecadas para alivianar su peso y facilitar las tareas de montaje.

Con excepción de la zona de la clave, la losa del tablero se apoya sobre cuatro vigas longitudinales pretensadas y prefabricadas, distanciadas 2,60 m. En la clave, apoya sobre los arcos a través de cuatro vigas transversales conectadas a éstos. Además, se dispone un tabique de acoplamiento longitudinal hormigonado in situ de 0,50 m de espesor y altura variable, que vincula los arcos con la losa del tablero y les otorga monolitismo.

La sección transversal del tablero comprende una calzada de dos carriles de 3,35 m cada uno, con banquinas de 0,80 m a cada lado de los bordes de carril, conformando una calzada vial delimitada por cordones no montables sobre los que se disponen defensas vehiculares metálicas. Adicionalmente se disponen a cada lado veredas de 0,80 m de ancho, que sumadas a las barandas y demás elementos accesorios conforman un ancho total de tablero de 10,8 m.

En el caso del Puente 5, por desarrollarse en curva, el tablero cuenta con una pendiente transversal del 7 %, según puede observarse en la Figura 4.

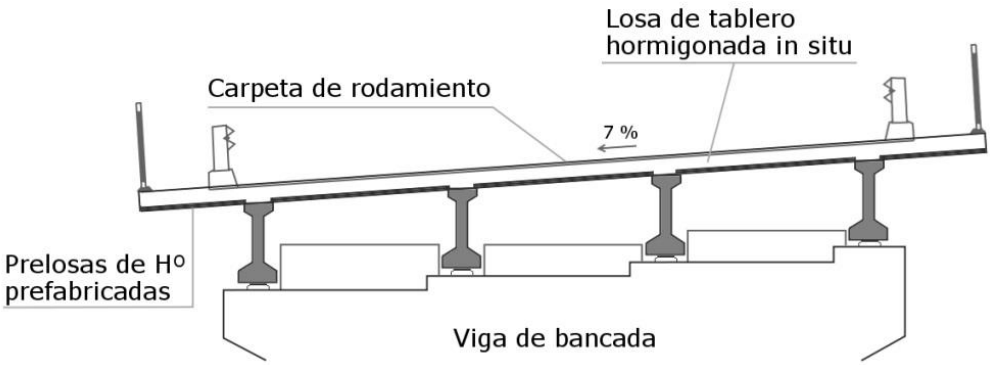

Figura 4: Elementos de la sección transversal del Puente 5.

Las calzadas y veredas se materializan en hormigón armado, colado in situ, sobre encofrado perdido de prelosas de hormigón. En la zona de calzada se dispone una carpeta de rodamiento de 0,04 m de espesor.

MONTAJE

Una vez realizados los estribos y las bases de los arcos, se comenzó con el montaje de los elementos prefabricados, que se llevó a cabo uniendo cada una de las piezas que componen el arco como si fuese un "Mecano". En primera instancia se colocaron las pilas en las bases ejecutadas in situ y se unieron mediante vigas transversales. Luego, sobre dicha estructura se montó la viga de bancada.

En cuanto a los arcos, cada uno de ellos está compuesto por dos vigas paralelas dividida en cuatro tramos prefabricados: dos con rótula y dos con clave y vinculados mediante vigas transversales (Figura 5).

Para conformar el primer semiarco, a nivel del suelo, se unieron los tramos 1 y 2 de cada viga arco y se vincularon entre sí a través de vigas transversales (Figura 6). Para hacer factible el izaje, el armado se realizó articulando un extremo con la base, mediante la rótula, y apoyando provisoriamente el extremo con clave sobre dados de hormigón.

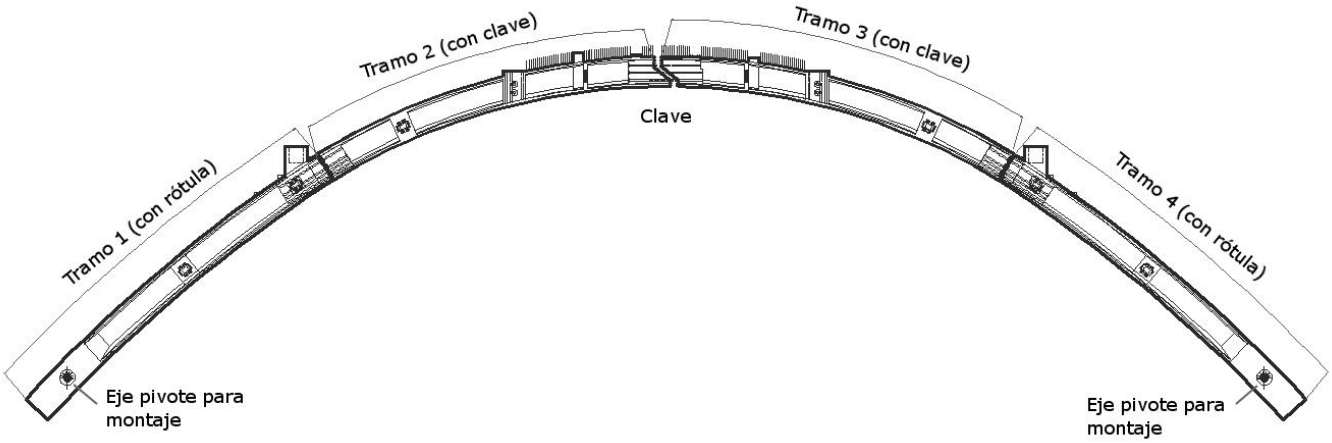

Figura 5: Tramos de viga arco.

Figura 6: Puente 5. Vista del semiarco ensamblado y listo para izaje.

Posteriormente se procedió a su izaje mediante un sistema auxiliar diseñado sólo a este efecto (Figura 7). El semiarco desde la cuna hasta la clave se izó gradualmente con la ayuda de gatos hidráulicos pivotando en la articulación hasta alcanzar la altura definitiva. Este trabajo demandó aproximadamente unas 8 horas.

Una vez izada la primera mitad del arco, se procedió de la misma manera con los tramos 3 y 4 del segundo semiarco y finalmente se unieron ambas secciones en la clave. Es necesario resaltar el alto grado de precisión con que debieron realizarse las tareas de armado y montaje de cada uno de los elementos, para que ambas mitades del arco coincidieran a la perfección en la unión en la clave.

Figura 7: Sistema auxiliar de izaje.

Figura 8: Puente 5. Vista de los dos semiarcos armados con uno de ellos ya izado, en espera del otro.

En todas las uniones se utilizaron barras pasantes tesadas con gatos hidráulicos desde los extremos (Figura 9), con el posterior rellenado de las vainas mediante inyecciones de grout cementicio (Figura 10). Para el montaje se utilizó una grúa de 300 tn para los diferentes elementos prefabricados y dos de 50 tn para dar apoyo a los trabajos de altura.

Figura 9: Barras postesadas en las uniones.

Figura 10: Rellenado de las vainas con inyección de grout cementicio.

Sobre el arco armado, se ubicaron los elementos prefabricados para recibir las vigas de tablero, que se montaron junto con las prelosas (Figura 11). Una vez colocados todos los elementos prefabricados, se materializaron in situ el tablero y las losas de aproximación.

Figura 11: Puente 4 en etapa de montaje.

Esta compleja ingeniería, permitió salvar las dificultades que hubiera implicado el hormigonado in situ de los arcos, en especial por los riesgos que hubiera significado el armado de estructuras provisorias sobre la cuenca ante una eventual crecida. Es de destacar que el caso de los puentes arco resultó ser uno de los desafíos más significativos que ha sorteado con éxito este emprendimiento, por tratarse de una obra sin precedentes en nuestro país.

Fuente: 9° Distrito DNV - San Juan

Figura 12: Ejecución de Tablero en Puente 5.

Instituto del Cemento Portland Argentino

San Martín 1137 1°Piso C1004AAW | C.A.B.A. Argentina

Tel / Fax: (+54 11) 4576 7695 / 7690 | www.icpa.org.ar

Se prohíbe la reproducción total o parcial sin el consentimiento del autor. Piense en el Medio Ambiente antes de imprimir este documento.