

## HISTORIA DEL PUENTE 329

Inq. A. Ponce Delgado'



El tema de esta historia del puente llamado del kilómetro 329 es similar a la historia de cualquier niño que, como tal, su destino se va creando a medida que pasan los años, guiado u obligado a seguir una línea continua o discontinua, según el medio que lo rodea y también seguramente, como va cambiando su entorno y aún como va cambiando el mundo.

Parece ilógico hacer esta comparación, pero a medida que se desarrolle este tema del puente del Km 329 se va a ver como en la construcción de este puente influyó la política mundial, el desarrollo nacional, la competencia de los sistemas de transporte, estudios de rentabilidad de las diferentes líneas de ferrocarril realizadas 50 años después del comienzo de las obras, terminarlo completamente como puente ferroviario con dos vigas portarrieles y años después transformarlo en puente carretero, siendo ese su destino final y actual.

Para comprender lo expresado anteriormente, comenzaremos indicando que en el año 1936 se comenzó la obra con un proyecto suministrado por Inglaterra. La obra – como se verá – por las fotografías que vamos a mostrar, consistía en su extremo sur en tramos de 40mts. de luz, con dos vigas portarrieles apoyados sobre los pilas macizas de hormigón sin armar. Nunca se colocaron las vigas que correspondían a ese proyecto porque la obra se interrumpió debido al comienzo de la 2º Guerra Mundial.

El resto de la estructura consistía en luces de 15mts. de luz apoyadas sobre pilas similares a las de 40mts. pero lógicamente de dimensiones transversales más reducidas. Tampoco se llegó a colocar vigas en estos tramos.

El proyecto continuaba con un viaducto de 1296mts. sobre la margen derecha del Río Negro. Para construirlo se colocaron 1200 pilotes prefabricados que se hincaron a lo largo de esos 1296mts. No se llegaron a construir pilas del viaducto fundadas sobre esos pilotes.

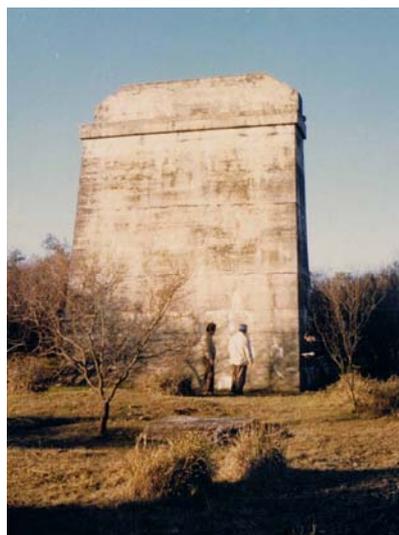
El puente total estaba previsto de 2080mts. de longitud.



Con ese avance de obra, la misma quedó suspendida durante casi 50 años.

En las primeras fotos se muestra el emplazamiento del puente, en el cruce del Río Negro. Se aprecian las pilas construidas 50 años antes, que casi cubiertas por la vegetación, parecen ruinas Mayas en medio de la selva.

En 1983 la Administración de Ferrocarriles del Estado (AFE) llamó a licitación para continuar la obra, con un proyecto en el cual se debería determinar lo que era utilizable de todo lo que estaba construido, y se debía presentar un proyecto completo y el precio por su construcción.



Fui contratado para preparar el proyecto para la licitación por un Consorcio de dos empresas: Benencio (Uruguay) y Nazar (Argentina).

Comencé a trabajar, tratando de utilizar lo más posible lo que estaba construido.

### PUENTE PRINCIPAL

El proyecto que fui imaginando comenzó previendo la colocación de dos vigas prefabricadas de hormigón postensado sobre las pilas de hormigón que estaban construidas, previa verificación del buen estado y de su resistencia para recibir esas vigas y las cargas de la nueva época a la que estaban reservadas.



El estado de las pilas era bueno, pero a muchas de ellas hubo que realizarles un refuerzo con cables verticales de postensado para eliminarles tracciones que se provocarían – en el futuro puente terminado – por esfuerzos horizontales de frenado, viento longitudinal, temperatura, etc.

Esos refuerzos a las pilas se aplicaron por medio de cables de postensado verticales a ambos lados de las pilas, como se ve en las fotos. Esos cables están anclados en la parte superior en un losón colocado como un capitel, y en las propias fundaciones de cada pila en su parte inferior.

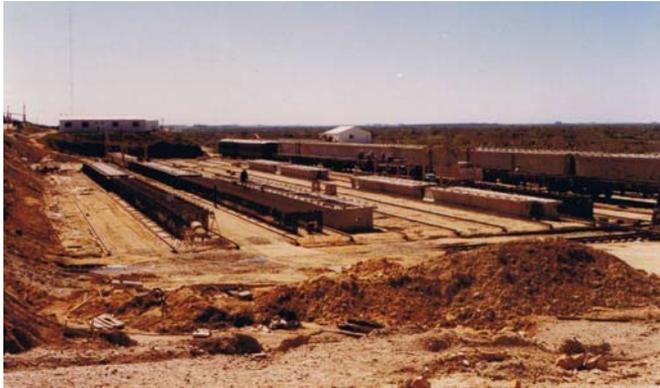
Se observa en las fotos correspondientes, los cables en la operación de colocación y posteriormente ya tensados y protegidos por columnas de hormigón a modo de “tiradores”, unidos a las pilas.



También a las pilas estribos fue necesario “anclarlas” hacia atrás con cables unidos a una placa de anclaje de hormigón, enterrada bajo el terraplén de acceso y luego, a medida que se construía el terraplén de acceso fueron tensados los cables.



En las siguientes fotografías se ven aspectos del obrador donde se construyeron las piezas prefabricadas (vigas, riostras, etc.).



Luego el transporte y colocación de vigas por medio de una viga de lanzamiento de 90mts. de largo, que se fue apoyando sobre pórticos auxiliares (llamados binarios) que se van colocando sobre las pilas para pasarlas a un nivel superior al de las vigas ya colocadas y poder transportar las que están más allá de las ya ubicadas.

Así la viga de lanzamiento pasa sobre las vigas de hormigón que se transportaron primeramente, sobre las vigas cercanas al estribo, y se van montando en orden sobre las sucesivas pilas del puente.





## VIADUCTO

En la parte del viaducto, de una longitud de 1296mts, existían, construidos 50 años atrás, 1200 pilotes prefabricados enterrados por percusión, con una distribución y capacidad de carga de acuerdo al proyecto primitivo.

Nuestra idea fue desde un primer momento, de aprovechar esos pilotes, dada la gran cantidad existente, ya hincados en el suelo

Pero lo primero fue pensar que después de 50 años de estar enterrados y sin un control de su estado actual, y de su capacidad de carga, parecía poco probable utilizarlos para una obra nueva.

Por lo tanto, para intentar utilizar tantos pilotes sería necesario ensayar una cierta cantidad previamente a la licitación, y en caso de ser adjudicatarios, realizar otra cantidad posteriormente, para comprobar si estaban en buenas condiciones, con un coeficiente de seguridad amplio.

Inicialmente se ensayaron 12 pilotes y los resultados fueron excelentes, tanto en cuanto a su conservación, como a su capacidad de carga.

En las fotos se ve la estructura de fuertes perfiles anclados en los cabezales de pilotes existentes, para permitir la colocación de un gato sobre la cabeza de un pilote y con el pistón del gato transmitir su reacción a los perfiles horizontales montados al efecto. El resultado de todos los ensayos fue ampliamente favorable.





Ello nos animó a presentar el proyecto usándolos para sustentar el nuevo o renovado puente, en donde se estudió la forma que deberían tomar las pilas para cumplir con las condiciones que nos habíamos fijado:

1. Que estuvieran constituidas por piezas de hormigón prefabricadas.
2. Que apoyaran en las fundaciones tal como estaban geoméricamente dispuestos los pilotes en el terreno.
3. Que fuera una estructura totalmente prefabricada para facilitar su construcción y además que cada pieza fuera lo más liviana posible.

Respetando las tres condiciones planteadas se completó el proyecto del viaducto.

La oferta de Benencio Nazar con el proyecto que realizamos fue adjudicada. Por lo tanto se hicieron nuevos ensayos de carga de los pilotes existentes, cuyos resultados fueron nuevamente muy favorables.

Las formas de las pilas del viaducto se verán a continuación en las fotos que iremos mostrando para describirlo detalladamente.

Para el montaje de los elementos prefabricados de las pilas proyecté una estructura auxiliar de acero a la que llamé "Pila de lanzamiento".

Ella consistía en una estructura con tantos pilares como tendría la pila de hormigón a montar.

En su parte superior, esa pila metálica tenía soportes en forma de ángulo recto en cada pilar metálico de la "pila de lanzamiento" con la forma y tamaño para que en la operación de montaje de cada pilar prefabricado de hormigón se pudiera recostar contra ese ángulo, mientras la parte inferior del pilar se hacía apoyar en un casquete esférico de hormigón construido en el centro de cada cabezal de fundación. Ese casquete esférico se corresponde con otro de forma hueca que tiene el pilar de hormigón en su sección inferior.

Con esa disposición de formas se logró un fácil y correcto montaje de los pilares de hormigón que componen cada pila, como se ve en las fotografías adjuntas.



De esa manera sencilla se colocaron en sitio los pilares, los cuales tienen su armadura longitudinal sobresaliendo en la parte superior, para permitir la unión de todos los pilares de una pila (cuatro o dos, según la forma de cada pila) con el cabezal superior que cuenta con dos orificios con armaduras cruzadas en su zona media.

Esos orificios se llenaron de hormigón, y quedó entonces terminada la pila.

Las pilas constituidas con cuatro pilares son estables en si mismas.

Las pilas de dos pilares se unen a las de cuatro pilares con dos piezas rigidizadoras prefabricadas como se ve en las fotos, obteniéndose la estabilidad del conjunto de pilas.





Además luego se colocan, a media altura, riostras transversales, que se unen a los pilares por medio de un pequeño llenado de hormigón en espacios dejados a esos efectos.

Completando el montaje de las pilas del viaducto, se montaron sobre ellas 36 vigas prefabricadas continuas de 3 tramos y de 36mts. en total cada una, con la misma viga de lanzamiento con que se montaron el resto de las vigas, como se ve en las fotos adjuntas.



A continuación se observa el viaducto terminado.



### ENSAYO DE CARGA DEL PUENTE PRINCIPAL

Paralelamente una vez terminado el puente de vigas de 40mts. de luz, se procedió a realizar un ensayo de carga para verificar su resistencia, con la máxima carga que podría tener. Esa carga fue la de dos locomotoras que fueron penetrando gradualmente al tramo a ensayar, ocupando un lugar correspondiente a cada estado de carga. Se midieron deformaciones en varios puntos de la luz de las vigas.

Se observan en las fotos varias posiciones de las locomotoras hasta alcanzar la carga que produce el momento máximo con las locomotoras juntas en el centro del tramo. El resultado fue totalmente satisfactorio.





La construcción del puente ferroviario se realizó entre los años 1983 y 1985.

El periodo de terminación de la obra coincidió con que AFE hizo un estudio de la rentabilidad de las líneas férreas en el país que mostró que algunas líneas no eran rentables y decidió suspenderlas. Una de ellas fue la línea que incluía el puente del Km. 329.

Varios años después, en 1992, AFE transfirió la obra al Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

### TRANSFORMACIÓN DEL PUENTE FERROVIARIO EN PUENTE CARRETERO

Es así que en 1992, la Dirección Nacional de Vialidad del citado Ministerio llamó a licitación de proyecto y construcción de la remodelación del Puente Km. 329 para transformarlo en un puente carretero sobre la Ruta 6, y un proyecto que desviara la ruta 6 de su trazado original para acceder a este puente sobre el Río Negro, dado que en el trazado de la Ruta 6 no existía un puente para cruzarlo.

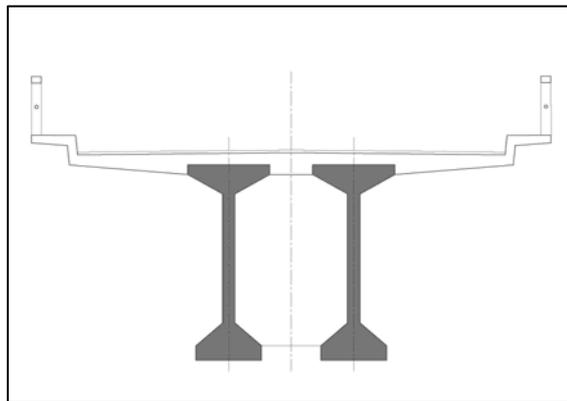
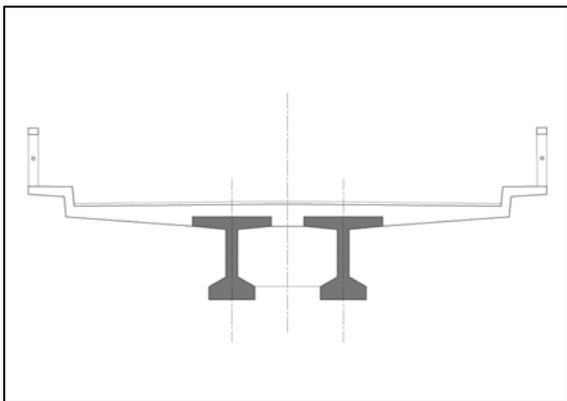
Para convertir el puente ferroviario en carretero realizamos un proyecto para la empresa SACEEM, la cual ganó la licitación correspondiente.

Similarmente al caso del proyecto de la obra del puente ferroviario terminado, este proyecto de adaptación se dividió en dos tipos de obras:

- Ensanche del puente Principal.

Se amplió la calzada a ambos lados de la estructura del puente ferroviario por medio de dos losas voladas y postensadas.

En el esquema adjunto se aprecia la forma y el soporte de esas losas por las vigas portarrieles del puente ferroviario.



Además en la foto adjunta se ven los perfiles soportes (apoyados en las vigas portarrieles) de los encofrados y las vainas de los cables de postensado, anclados alternadamente a un lado y otro en el borde de la losa



- Ensanche del Viaducto

En el viaducto no era factible la misma solución y se proyectaron dos vigas prefabricadas, una a cada lado, de 36mts. de largo, que para facilitar el montaje (dado que ya no se disponía de la viga de lanzamiento) se armaron y llenaron sobre cada tramo del viaducto, como se ve en la foto adjunta

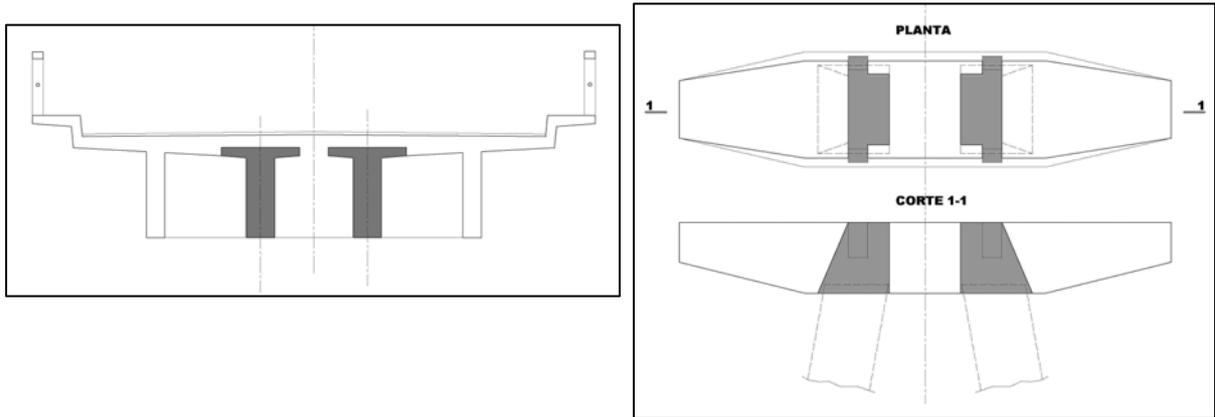


Luego de construidas, se levantaron y se colocaron, desplazándolas lateralmente, sobre las ménsulas de los cabezales de las pilas.

Dichas ménsulas habían sido calculadas para soportar el apoyo de la viga de lanzamiento y su carga de vigas a montar, que era superior a la carga del apoyo de las vigas construidas para el ensanche del tablero de la parte del viaducto que estamos viendo.

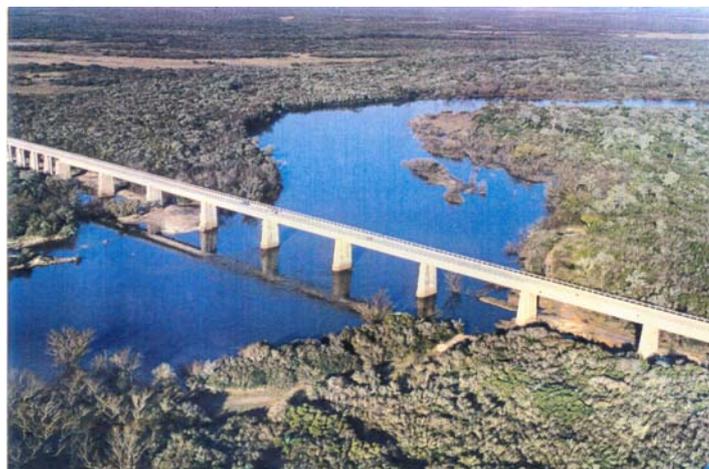
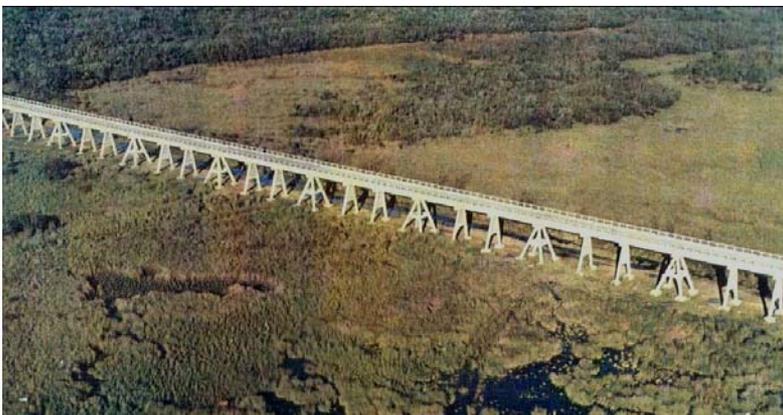
Por lo tanto resultó que en esta segunda etapa, se aprovecharon también las ménsulas de los cabezales de las pilas, que no habían sido primitivamente previstas para esa función.

En la copia del plano se ve un corte transversal del puente modificado.



Este puente – el más largo del interior del país, con sus 2080mts. – se inauguró el 10 de julio de 1994, luego de algo menos de dos años.

En la foto se observa una vista del tablero terminado.



Un aspecto de la ceremonia de inauguración se ve en la foto de la muchedumbre concentrada sobre el puente que congregó este acontecimiento, debido a la expectativa de tener una estratégica disminución de la distancia desde una parte del norte del país hacia Montevideo.

