



Puente carretero sobre RPn°334, cruce Rio San Francisco, Departamento la Cocha, Provincia de Tucumán.

Diaz, Federico Alberto; Di Bello, Macarena; Ortiz, Jorge Omar.
Departamento de Ingenieria Civil. Facultad Regional Tucuman, Universidad Tecnologica Nacional
Rivadavia 1050. San Miguel de Tucuman
federicoalbertodiaz@gmail.com,
macarena.dibello@hotmail.com,
jorgeomarortiz83@gmail.com.

Resumen. En la provincia de Tucumán, sobre la RP n° 334 se encuentra el cruce de Río San Francisco. En los últimos 8 años debido a las crecidas sufrió la pérdida de su puente y una modificación del cauce en su ancho y dirección. En épocas húmedas el río deja aislados a los pueblos y localidades aledañas, sufriendo un fuerte impacto sobre la producción, salud, educación y seguridad del sector. Se plantea como solución un puente que contemple una luz de 200mts, respetando el ancho de calzada y banquetas de dicha ruta. El proyecto desarrollado contempla el análisis hidrogeomorfológico, hidrológico, geotécnico, topográfico, para la resolución hidráulica y estructural. Se estudiaron diferentes alternativas, seleccionando la que mejor se adapta a nuestro medio y a los sistemas constructivos empleadas habitualmente en nuestro país. La superestructura se constituye por vigas prefabricadas pretensadas con la losa del tablero de hormigón in situ. En cambio, la subestructura cuenta con 7 pilas tipo pórticos de hormigón armado y estribos rígidos cerrados con fundación profunda mediante pilotes. Este proyecto resuelve un problema socioeconómico de gran magnitud para la zona, recuperando la conectividad fluida de sus pueblos y localidades.

Palabras Clave: Puente, Cauce, Caudal, Río.

1. Introducción

En el sur de la provincia de Tucumán, formando parte de la red vial provincial se encuentra la Ruta Provincial n°334, de una longitud de 47,7km en su totalidad. La misma conecta el departamento de la Cocha y la Localidad de Taco Ralo. Esta, es conocida como la “ruta de la producción”, por la fuerte actividad agrícola y ganadera de sus localidades, se considera una vía fundamental para el desarrollo del sector.

En abril de 2015, en el km 29 de dicha ruta, se cayó el puente del río San Francisco a causa de las crecientes del cauce. Estas se produjeron debido a varios factores, como las precipitaciones extraordinarias, la modificación del uso del suelo y que los agricultores desembocaron sus sistemas de riego sobre el río.

En el año 2017 las últimas crecientes borraron del mapa un badén de suelo realizado por la DPV, dejando como saldo un cauce de aprox. 150mts de longitud y 10mts de profundidad, dejando a los pueblos y localidades del sector aislados. En la actualidad se realizó un nuevo badén de suelo que contiene caños metálicos y de hormigón para permitir el paso del agua en épocas de estiaje, ya que en épocas húmedas y de precipitaciones elevadas los pueblos quedan incomunicados durante semanas.

El proyecto trata sobre un puente sobre el cruce del río San Francisco que, con el estudio y análisis realizado, sería de una luz de 200mts, con 8 tramos de 25mts entre pilas. El mismo se realizará con un sistema constructivo mixto (prefabricado y hormigón in situ), aprovechando al máximo los recursos que brinda el sector.

El presente proyecto se enfoca precisamente en el diseño y cálculo de dicha estructura, de tal forma que garantice el normal funcionamiento del tránsito, cumpliendo con todas las normas requeridas.

1.1 Ubicación

El emplazamiento del puente se encuentra sobre la ruta provincial n°334, perteneciente a la red vial de la provincia de Tucumán (Ver Figura 1). La misma nace en la localidad de San Ignacio, departamento de La Cocha y llega a la localidad de Taco Ralo, departamento de Graneros, donde se une con la ruta provincial n°157.

Esta ruta, ejecutada en asfalto en su mayoría (y en ripio para aquellos tramos no asfaltados) tiene un recorrido total de 47.7 km. A 7 km desde San Ignacio se puede acceder a la represa Los Pizarro que es un lugar usado por los habitantes de allí para la pesca.



Figura 1. Ubicación del Proyecto. La imagen muestra el recorrido total de la R.P. n° 334.

2. Antecedentes del Puente y Cauce

Hasta el año 2015, el cruce del río San Francisco sobre la ruta provincial n° 334, se realizaba a través de un puente de una luz aproximada de 12mts, ya que su cauce total era de 8mts. (Ver Figura 2)

En abril del mismo año debido a las crecidas, el puente del cruce del Río San Francisco se perdió por completo, la ruta se tornó intransitable por agua en la calzada, y los pueblos vecinos quedaron aislados y sin comunicación entre ellos. Dicho desborde dejó como saldo un cauce de 50mts de ancho, en el cual la DPV realizó un cruce provisorio de suelo, con caños transversales para permitir la continuidad del agua. (Ver Figura 3)

En el año 2017, a causa de nuevas crecidas y desbordes, se borró del mapa el badén de suelo que suplía el puente caído. Dichas inundaciones arrastraron consigo un montículo de tierra que permitía a los conductores pasar de un lado al otro del río. (Ver Figura 4)

En los tiempos de lluvia, la ruta N° 334 se torna intransitable y los pobladores de La Esperanza, El Palancho, El Mistol y Puesto Los Pérez, entre otros parajes de la zona, permanecen semanas totalmente aislados.



Figura 2. Año 2011, Cauce de 8mts.



Figura 3. Año 2015 post crecida. Cauce de 50mts.

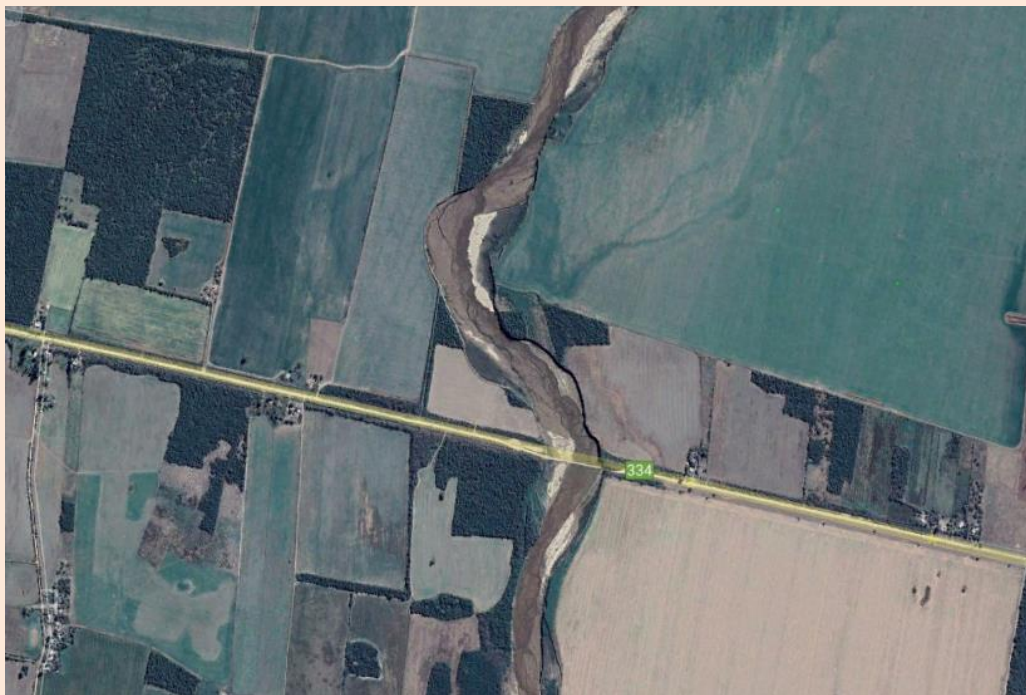


Figura 4. Año 2017-Actual. Post crecida el cauce tomo un ancho total de 150m de ancho y 10m de profundidad.

3. Situación Actual

En la actualidad, tanto el cruce del Río San Francisco como la ruta provincial, se encuentran en mal estado.

El cruce fue realizado nuevamente por las DPV, en las mismas condiciones al arrasado por las crecidas en el año 2017 (Ver Figura 5). Formado por una batería de caños metálicos y de hormigón que permiten el paso de agua en épocas de bajo caudal. Cuando se producen crecidas el agua sobrepasa el nivel de captación de los caños y el cruce queda totalmente bloqueado y clausurado al paso de los vehículos por semanas.

A la ruta, sólo le quedan unos 15 km pavimentados con asfalto, que van desde El Palancho hasta 7 km antes de Taco Ralo. El resto quedó enripiado, con algunos tramos socavados por las correntadas de agua que desbordan los arroyos La Posta y El Sueño. Los vehículos están obligados a circular por sendas que se abren por las fincas. A lo

largo de los 35 km que se extiende la carretera, funcionan tres escuelas y los alumnos también padecen las consecuencias de los días de lluvia.



Figura 5. Cruce actual de Río San Francisco sobre Ruta Provincial n°334, formado por un badén de suelo y caños metálicos y de hormigón permitiendo el paso del cauce.

4. Proyecto Ejecutivo

Planteado el problema, urge la necesidad de un nuevo proyecto de puente en la ruta provincial n° 334. El mayor inconveniente de la zona es la incomunicación a causa de la imposibilidad de transitar la ruta que comunica la ciudad de La Cocha y la ciudad Taco Ralo, en el sur de la provincia. Es, entonces, de suma importancia, la ejecución de un nuevo puente que vuelva a permitir el paso a través de este río, cuyo diseño debe contemplar las actuales condiciones hidrológicas e hidráulicas que presenta.

Por las razones expuestas, se propone la ejecución de un nuevo puente que se adecúe a las necesidades actuales tanto desde el punto de vista hidrológico como del tránsito. El trabajo a realizar contempla el proyecto ejecutivo de la obra. La solución se llevará a cabo respetando los anchos de calzada, banquetas, cota de rasante y la dirección del cauce sin modificaciones.

Se prevé respetar las características originales de la zona donde se encontraba el puente y también se incluirá en el proyecto la reposición del paquete estructural del pavimento a 20m a cada lado del puente.

4.1 Estudios Preliminares

4.1.1. Estudio hidrológico

Se recopiló la información de los registros pluviométricos de las estaciones experimentales, las máximas cotas en épocas de estiaje y de crecidas, indicando frecuencia y recurrencia. Adicionalmente, todos los datos hidrológicos para establecer los parámetros que garanticen el correcto escurrimiento del agua bajo el puente, evitando la erosión en el lecho del río. Se trabajó, además, con la DPA y la Dirección de Recursos Hídricos de la provincia. Con estos datos se determinaron la luz y altura libre del puente, fijando previamente la sección del curso de agua.

4.1.2. Análisis de Suelo de Fundación

La caracterización del material constituyente al lecho y los suelos circundantes se realizó partir de inspecciones realizadas a la zona de estudio observándose sobre las márgenes un suelo fino de origen loessico con poca resistencia a los procesos de erosión de origen hídrico.

A partir de estudios realizados por la consultora CINGEO (Pujana y Valoy 2018) se obtiene un perfil longitudinal y transversal geotécnico de un pequeño tramo del río San Francisco en el sector de estudio.

Los suelos dominantes son limos con variables porcentajes de arena fina. Estos suelos son compactables y su Densidad Máxima Seca oscila entre el 1.62T/m³ y 1.70 T/m³ y su humedad optima entre el 18 y el 20%. (Pujana y Valoy 2018).

4.1.2. Estudio Hidráulico

A partir de la información obtenida de toda la documentación brindada por la DPA, se procedió a la realización del modelo hidráulico de manera computacional en el HEC-RAS (River Analysis System).

Con la recurrencia y el coeficiente de rugosidad como datos de entrada, se obtuvieron los datos de la cuenca referentes a caudal y a erosión general de la cuenca.

Tabla 1. Resultados arrojados por el HEC-RAS con una recurrencia de 100 años

CAUDAL	1123.31 (M/S)
VELOCIDAD	2.39 (M/S)
NIVEL DE AGUA	312.38 (M)
SECCIÓN TRANSVERSAL EFECTIVA	455.37 (M2)
SECCIÓN ENTRE LIMITES DE INUNDACIÓN	160.74 (M)

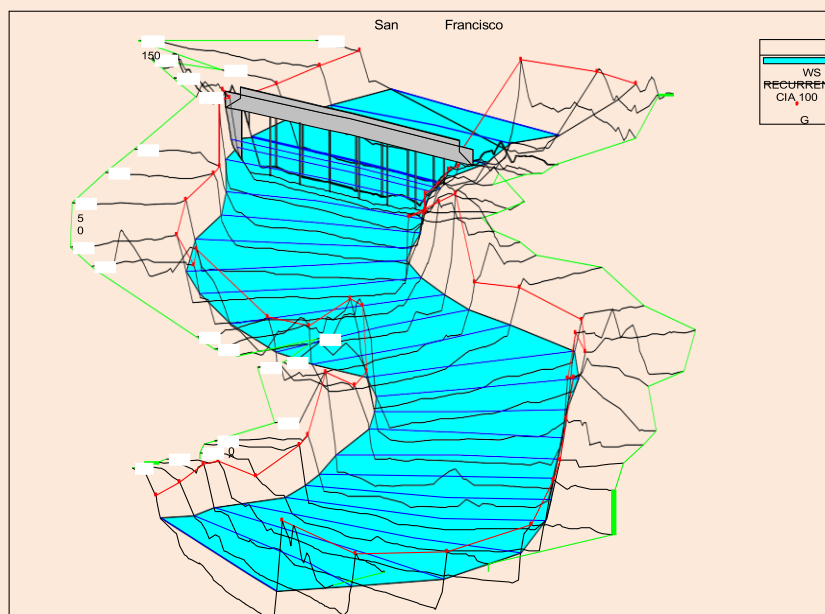


Fig. 6: Modelación de HEC-RAS, recurrencia de 100 años.

4.2 Nuevo Puente

4.2.1. Superestructura

4.2.1.1 Tablero

Se trata de un tablero de losas armadas en una dirección, aplicando el método de Lösser.

El tablero se construirá con hormigón H-21 y acero ADN 420. La carpeta de rodamiento está compuesta por material bituminoso $\gamma = 1.9$ [t/m³], (Ver Figura 7).

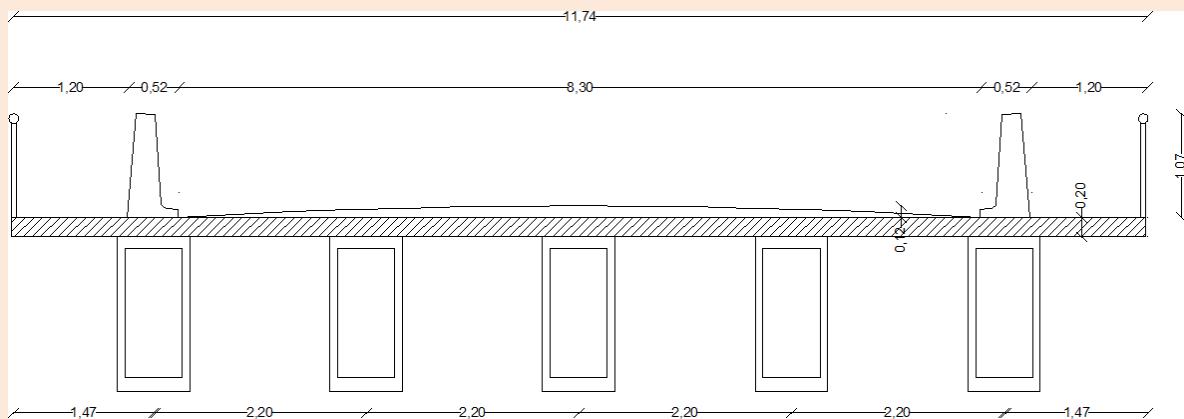


Fig. 7: Superestructura, donde se aprecia el tablero y las Vigas principales.

4.2.1.2. Vigas Principales

Las vigas principales son prefabricadas de hormigón pretensado y de tipo cajón, con una sección transversal de (1,6x0,75) mts. Se apoyan sobre la cabecera de las pilas con una separación de eje a eje de 2,20mts, obteniendo así 5 vigas a lo largo del tablero (Ver Figura 7)

4.2.2. Subestructura

4.2.2.1 Estribos

Están constituidos por un muro frontal, muro pantalla empotrado en una viga cabecera y en sus extremos dispone de muros de ala (Figura 8).

Los apoyos de neopreno que se dan en el apoyo de las vigas principales, se dimensionan para absorber los esfuerzos horizontales transversales producidos por el efecto sísmico, no obstante, se prevén “topes” que impidan un eventual descalce de la superestructura. En sentido longitudinal, la acción de frenado de los vehículos es absorbido por apoyos de neopreno, los cuales permiten también los movimientos longitudinales producto de las variaciones de temperatura, retracción y fluencia del hormigón.

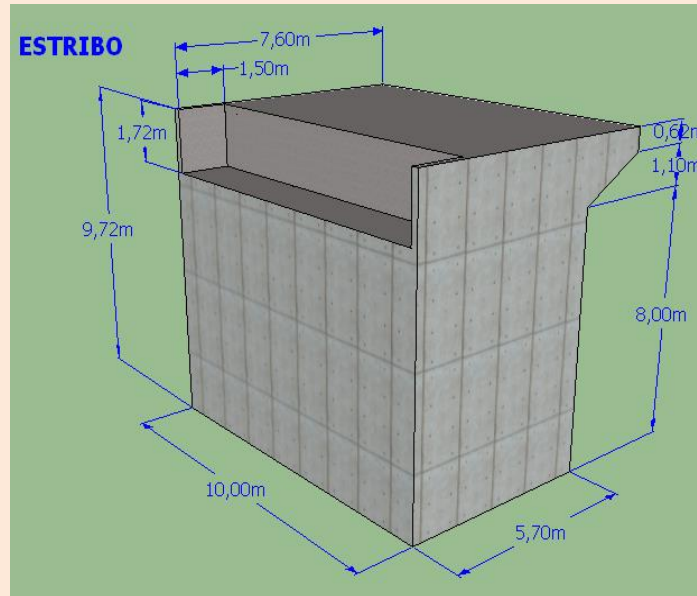


Figura 8. Subestructura. Dimensión de los Estribos.

4.2.2.2 Pilas

Está formada por una viga cabezal sobre la que apoyan las vigas prefabricadas a través de apoyos de neopreno. La viga cabezal apoya, a su vez, sobre tres (3) columnas de 1 metro de diámetro cada una (Figura 9). Las tres columnas apoyan sobre un cabezal que descansa sobre cuatro (3) pilotes de 1,00 metro de diámetro y una profundidad de 25mts. El cabezal está ubicado 3mts por debajo del terreno natural.

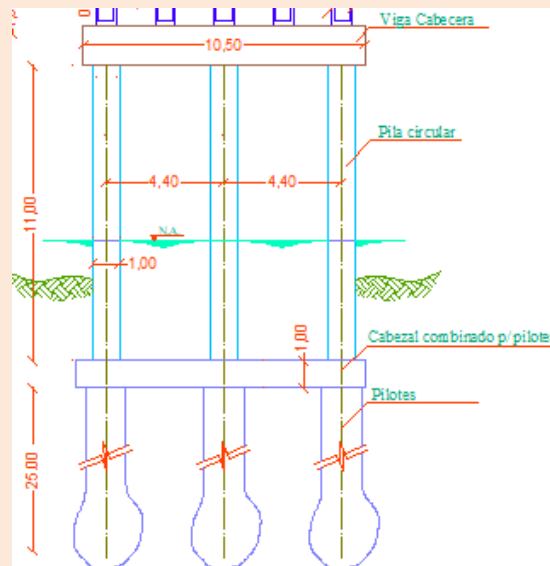


Figura 9: Corte transversal de una pila.

4.2.2.3. Apoyos

Están constituidos por almohadillas de neopreno y acero, vulcanizadas, y pegadas a la estructura de hormigón.



4.2.2.4. Fundación

Se utiliza un sistema de fundación indirecta constituido por dos cabezales, los cuales reciben las cargas transmitidas por las columnas de la pila y la distribuyen a cuatro pilotes preexcavados ubicados simétricamente respecto a estas. Los cabezales están unidos mediante una viga riostra. Ver Figura 9.

5. Conclusiones

La construcción del puente sobre la ruta provincial 334 beneficiara económicamente la producción de la actividad agrícola y ganadera de la región, interconectando a los productores de los departamentos de la Cocha y Graneros. Además, considerando que a lo largo de dicha ruta se encuentran 3 establecimientos educativos, la importancia que ella tiene en el desarrollo de la población.

La base de la economía del departamento de la Cocha es la agricultura (tabaco y soja) y la de Taco Ralo es la ganadería y agricultura (cebada, centeno, maíz, soja), además de la actividad turística que genera sus aguas termales.

El puente constituye una infraestructura importante para el desarrollo de estas actividades, al lograr una integración económica a nivel provincial con la zona en cuestión.

Para la elaboración del presente proyecto se evaluaron las distintas alternativas planteadas en sus aspectos técnicos, económicos, ambientales, sociales y financieros, seleccionándose así la más conveniente.

Libros

José Aníbal Saracho. *Tesis Magíster en Ingeniería Estructural*. Universidad Nacional de Tucumán.

Fundación Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.

Héctor David Aguirre. *Recopilación de Expresiones y Recomendaciones Para el diseño de Protecciones Flexibles sobre Márgenes de ríos*. Universidad Nacional de Tucumán.

Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado. dirección Nacional de Vialidad.

Reglamento CIRSOC 201; Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado.

Agradecimientos.

Agradecemos a todos los que nos colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

Ing. José A. Saracho, Ing. Silvestre A. Alanís, Ing. David Aguirre.