



Comisión Administradora del Río Uruguay

CARU

**Informe de Inventario del Puente General Artigas
Conexión internacional entre las ciudades de
Colón (Argentina) y Paysandú (Uruguay)**

Informe Final

Elaborado por:



INvestigación, **D**esarrollos en **I**ngeniería y **G**estión de **O**bras

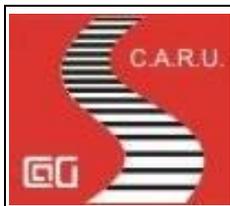


Universidad Nacional de Córdoba – Argentina



Universidad de la República – Uruguay

Noviembre de 2010

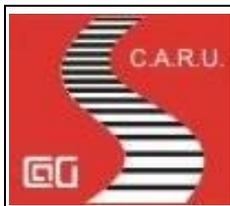


Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

TABLA DE CONTENIDOS

1. ALCANCES Y OBJETIVO	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. INVENTARIO DEL PGA	2
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PUENTE GENERAL ARTIGAS.....	4
3.2 RESUMEN DE ANTECEDENTES RECOPIADOS PARA EL PUENTE GENERAL ARTIGAS	13
3.3 PLANILLA DE INVENTARIO DEL PUENTE GENERAL ARTIGAS.....	14
4. ELABORACIÓN DE LAS PLANILLAS DE RELEVAMIENTO	14
4.1 DEFINICIÓN DE LOS ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL RELEVAMIENTO	15
4.2 EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA EL RELEVAMIENTO	16
4.3 TAREAS PREVISTAS PARA EL RELEVAMIENTO	18
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	19

ANEXO I: SGP CARU – Planilla de Inventario Puente Internacional Argentina – Uruguay General José Gervasio Artigas.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

1. Alcances y Objetivo

En este documento se presenta el inventario del Puente General Artigas (PGA) a partir de la información disponible en las oficinas de CARU y campañas de inspección del puente.

Este informe se ha elaborado a la finalización de las tareas iniciales descritas en la Propuesta Técnica de este trabajo y que consisten en la recopilación y revisión de antecedentes del puente, su ordenamiento y depuración y, finalmente, su sistematización a través de una planilla de inventario. Esta planilla es la síntesis de los resultados que se presentan en este documento y se adjunta en el Anexo I del informe.

El objetivo de este informe es describir las tareas realizadas para la elaboración del inventario y presentar la planilla de inventario elaborada que resume las principales características del puente y que podrá servir como punto de partida para la elaboración de futuras inspecciones de rutina y especiales en el puente de manera sistemática.

2. Introducción

En la propuesta técnica para este trabajo se describió una metodología para el estudio detallado del PGA en la cual el primer paso consiste en realizar el inventario de la estructura del puente. La metodología se representó en la propuesta mediante un esquema, que se repite a continuación en la Figura 1. En esta ilustración se ha resaltado el grado de avance del trabajo que se resume en este informe. Los cuadros en gris indican actividades que se informarán más adelante, en los informes de Relevamiento y Evaluación del puente. Estas actividades constituyen los módulos más importantes de un Sistema de Gerenciamiento de Puentes (SGP) que se implementará para estudiar a lo largo del tiempo la integridad del puente PGA. El SGP se apoyará en una herramienta informática que se está desarrollando en el marco del presente proyecto y que permitirá sistematizar y ordenar toda la información disponible en la actualidad y el resultado de este trabajo (inventario, relevamiento, y evaluación del puente). De esta manera, la información se encontrará disponible en forma ordenada para futuras inspecciones que se lleven a cabo de acuerdo con los lineamientos que se definen en este trabajo. Esto permitirá un estudio sistemático y ordenado del puente a lo largo del tiempo.

A pesar que este documento trata sólo del inventario de los puentes, el grado de avance real del proyecto alcanza, aproximadamente, un 50% de las tareas de relevamiento y ensayos no destructivos previstos para este trabajo.

El inventario del puente se realiza en dos partes: (a) en gabinete, y (b) en campaña. La parte (a) del inventario consiste en recopilar los antecedentes disponibles del puente (memorias de cálculo, estudios básicos, planos de proyecto, planos conforme a obra, etc.) y ordenarlos sistemáticamente para que brinden la información básica del puente de una manera simple y resumida. De aquí surge la planilla de inventario, cuyo objetivo principal es describir el puente tal como ha sido proyectado y construido. Por este motivo, la planilla de inventario tiene un carácter “estático” ya que no presenta variaciones en el tiempo.

La parte (b) del inventario consiste en verificar en campaña las características del puente estudiadas en gabinete. En esta segunda parte del trabajo se completa la planilla de inventario



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

que se incorpora al programa sobre el cual se trabajará más adelante en este proyecto, y que servirá para almacenar y ordenar la presente y futuras inspecciones del puente.

En el próximo apartado se presenta el detalle del inventario realizado para el puente PGA.

3. Inventario del PGA

El módulo de inventario de un sistema de gerenciamiento de puentes tiene por objetivo hacer la gestión, carga, modificación, recuperación de la información referente a puentes, su denominación, características técnicas, tipología, geometría, estructura, entorno, e imágenes relevantes. Este módulo está orientado a sistematizar la información existente para garantizar su integridad y disponibilidad para los usuarios interesados.

La información asociada al módulo de inventario es aquella que permite describir el puente tal como ha sido diseñado y construido, pero no está relacionada con información que describe el estado actual del mismo. El proceso de inventario funcionará principalmente durante el proceso de carga y actualización de la base de datos del sistema, y se podrá acceder al mismo con el objeto de hacer consultas e imprimir informes.

La recopilación de información de los puentes que se encontrarán listados en la base de datos del sistema y se podrá acceder a la misma a través de la interface del programa cuya elaboración es parte del presente trabajo. La planilla de inventario condensa las principales características del puente, a la que también podrá accederse a través del programa señalado. Esta planilla se presenta en el Anexo I.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

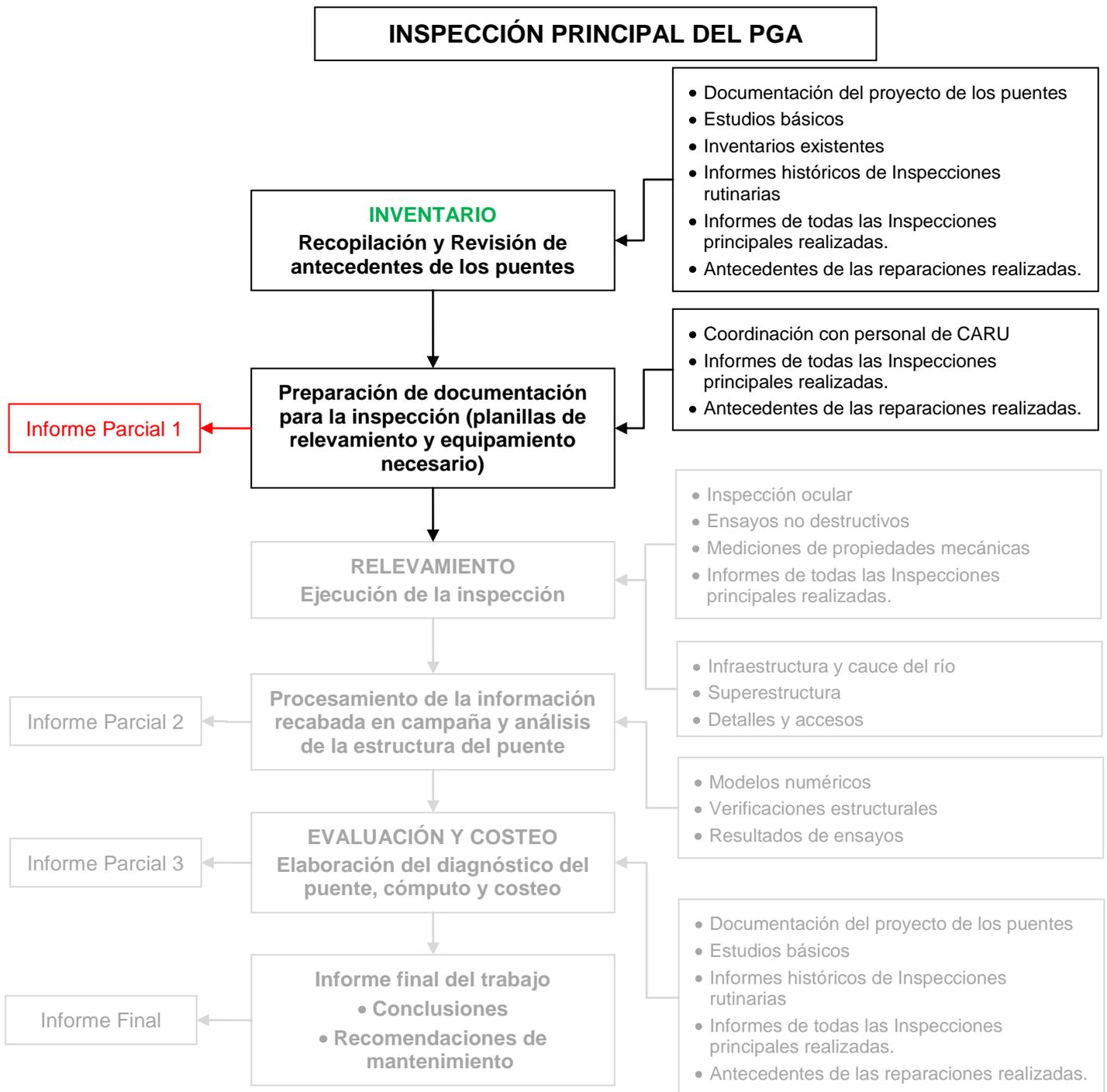


Figura 1. Metodología propuesta para la Inspección Principal del puente General Artigas

A continuación se presenta una descripción del PGA y de la información que se incluye en el Inventario del puente.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

3.1 Descripción del Puente General Artigas

La conexión física internacional Colón (Argentina) – Paysandú (Uruguay) consta de una longitud total de 2360.44 m, y se encuentra dividida de la siguiente manera: el puente principal presenta un vano central de 140 m y dos vanos adyacentes a éste de 97.50 m, un viaducto del lado uruguayo constituido por 10 tramos de 45.91 m de longitud y un viaducto del lado argentino formado por 34 vanos de 46 m de longitud. En la Figura 8 se ilustra el esquema general del puente. Para este trabajo se adoptó la numeración de pilas y estribos establecida en los planos del proyecto. De esta manera, la pila 1 es la primera pila sobre lado uruguayo y la última pila del lado argentino lleva el número 46.

El ancho total del puente es de 11.60 m, con una calzada de 8.00 m de ancho y veredas laterales de 0.93 m de ancho útil.

La tipología estructural del puente es variable de acuerdo al sector del mismo. Se distinguen tres sectores: sector (A), sector (B) y sector (C). En todos los sectores el tablero es de hormigón armado postesado y la infraestructura es de hormigón armado convencional. En la Figura 2 se observa un esquema general del puente Gral. Artigas.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

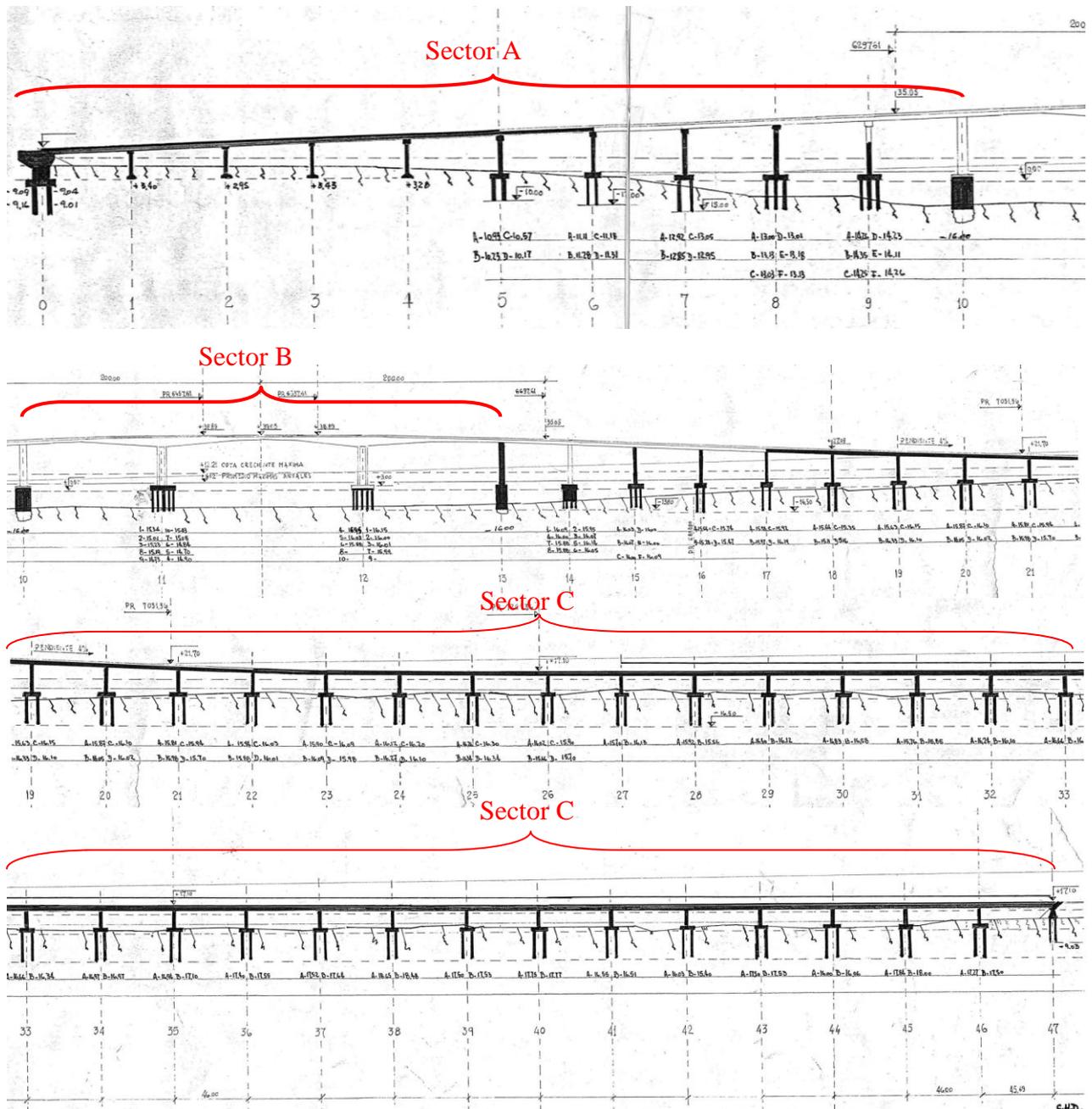


Figura 2. Esquema general del Puente General Artigas

El sector (A) corresponde al viaducto del lado uruguayo y el tablero del puente se encuentra resuelto mediante tres vigas de sección “I” premoldeadas de 45.91 m de longitud y 2.50 m de altura constante, con cinco vigas transversales por tramo de menor altura que las vigas longitudinales. El sector (A) se extiende desde el vano 1 al 9. En la Figura 3 se ilustra el esquema estático de las vigas del viaducto uruguayo y en la Figura 4 se observa una fotografía de las vigas principales del sector (A) del PGA. En la Figura 5 se observa una imagen de las pilas del sector (A).

Las fundaciones de este sector son zapatas para las pilas más próximas al estribo (pilas 1 a 4). Para las tres pilas intermedias entre estribo y vano principal (pilas 5 a 9) las fundaciones son grupo de pilotes, y para la pila próxima al tramo central del puente consisten en cilindros huecos de fundación (pila 10). La pila 10 consiste en una caja de hormigón armado que recibe el vano lateral del puente principal a través de una biela articulada constituida por un tabique de hormigón (ver detalle en la Figura 8). Las pilas se resuelven mediante dos columnas cilíndricas de 1.50 m de diámetro (pilas altas), y 1.30 m de diámetro (pilas más bajas). Los aparatos de apoyo en todas las pilas son paquetes de placas de neopreno de 8 cm de espesor.

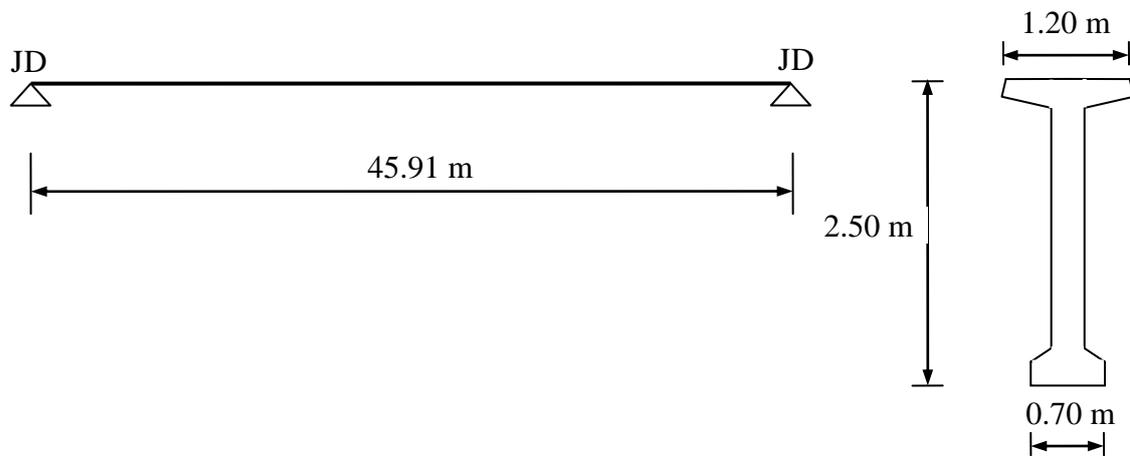


Figura 3. Esquema estático de las vigas del sector A del Puente General Artigas (tramo típico representativo de vanos 1 a 9)



Figura 4. Vista inferior de las vigas principales del sector A del Puente General Artigas



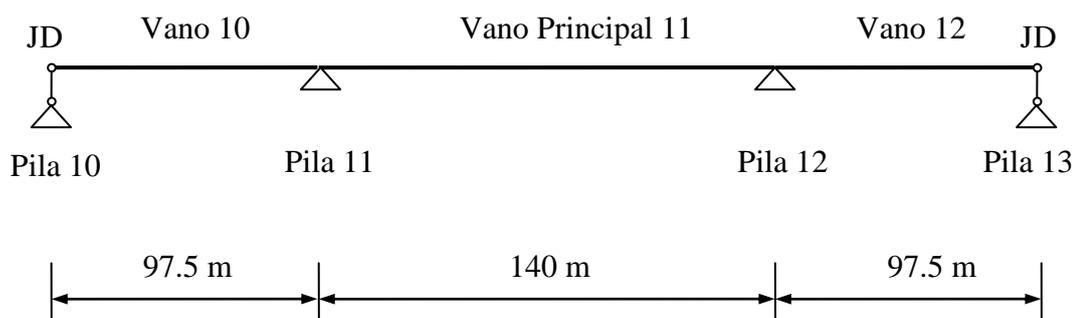
Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”



Figura 5. Vista de las pilas del sector A del Puente General Artigas.

El sector (B) corresponde a los vanos principales del puente y cuenta con una longitud de $97.5 \text{ m} + 140.0 \text{ m} + 97.5 \text{ m} = 335.0 \text{ m}$. Estos son los vanos 10, 11, y 12, respectivamente. En la Figura 6 se ilustra el esquema estático de los vanos principales y en la Figura 7 se muestra una imagen de la viga principal del sector (B) del PGA. Los vanos adyacentes al tramo principal se apoyan mediante bielas de hormigón con articulaciones en las pilas 10 y 13, como se observa en la Figura 8.

El gálibo mínimo del tramo central navegable es de 26.0 m, considerando la máxima crecida de diseño y el gálibo promedio es de 29.25 m, considerando el promedio anual de crecida. El tablero de este sector consiste en una viga cajón de caras verticales y altura variable, construida por voladizos sucesivos equilibrados mediante viga de lanzamiento. El sector central se construye a posteriori utilizando un encofrado que se coloca desde una barcaza en el río. Las pilas de este sector son dos tabiques de hormigón armado fundados mediante grupos de pilotes. En la Figura 9 se observa una imagen de las pilas del puente principal. El tablero tipo cajón se encuentra empotrado en las pilas centrales y presenta diafragmas de rigidización sobre las cuatro pilas en las que está soportado.



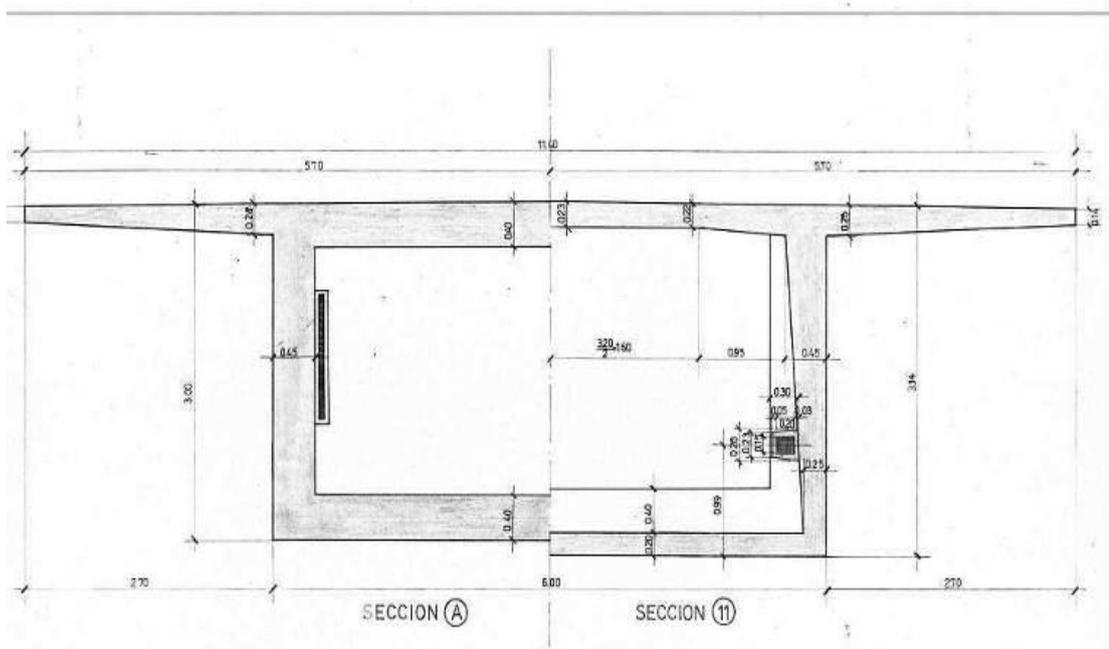


Figura 6. Esquema estático y sección transversal de las vigas principales del sector B del Puente General Artigas



Figura 7. Vista inferior de la viga cajón del sector B del Puente General Artigas

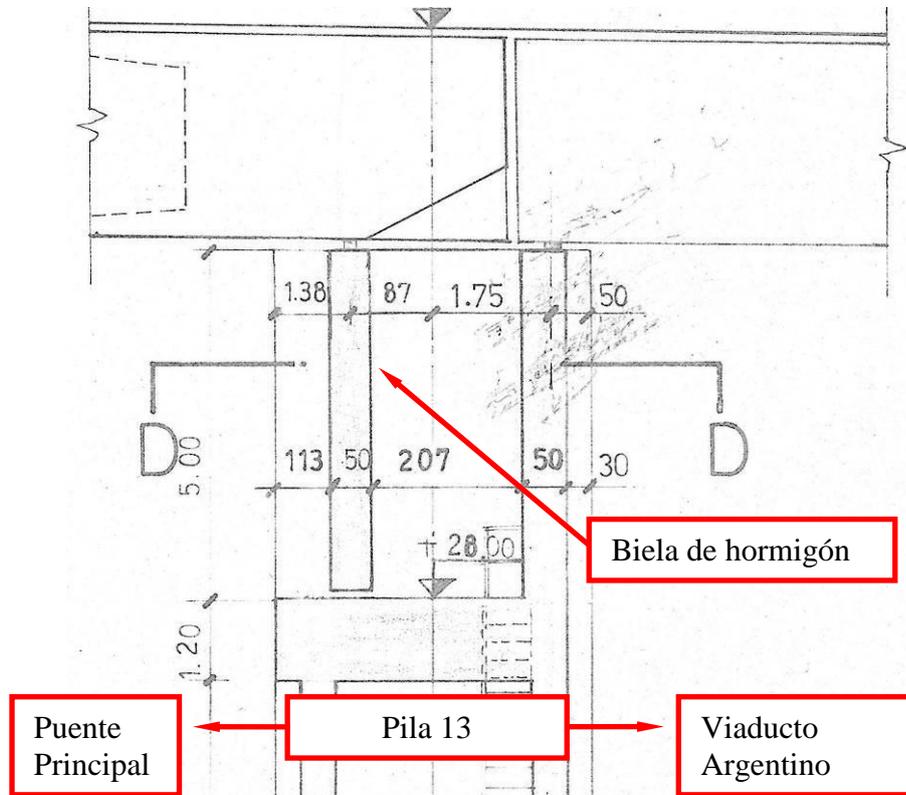


Figura 8. Detalle de apoyo de los vanos 10 y 12, adyacentes al vano principal del puente



Figura 9. Vista de las pilas del sector (B) del Puente General Artigas

El sector (C) corresponde al viaducto del lado argentino y el tablero está resuelto mediante una viga tipo “Pi” que abarca los vanos 13 a 46. Estas vigas son de 3.00 m de altura constante y son continuas de a grupos de dos tramos con una longitud total de cada grupo de 92 m (cada viga cubre dos vanos de 46 m cada uno). En la Figura 10 se ilustra el esquema estático de las vigas principales del viaducto argentino y en la Figura 11 se observa una imagen de la viga principal del sector (C) del PGA.

Las pilas de este sector están formadas por dos columnas de sección circular de 1.50 m y 1.30 m de diámetro fundadas por un grupo de pilotes cuya dimensión varía de acuerdo a la ubicación de la pila. Las dimensiones de los pilotes varían según la zona de fundación. En las pilas altas existe una viga transversal riostra que une las columnas. En la Figura 12 se observa una imagen de las pilas del sector (C). En este sector el tablero no tiene vigas transversales y se apoya sobre las columnas de la pila a través de sus almas. Los dispositivos de apoyo en este sector son paquetes de placas de neopreno de 8 cm de espesor.

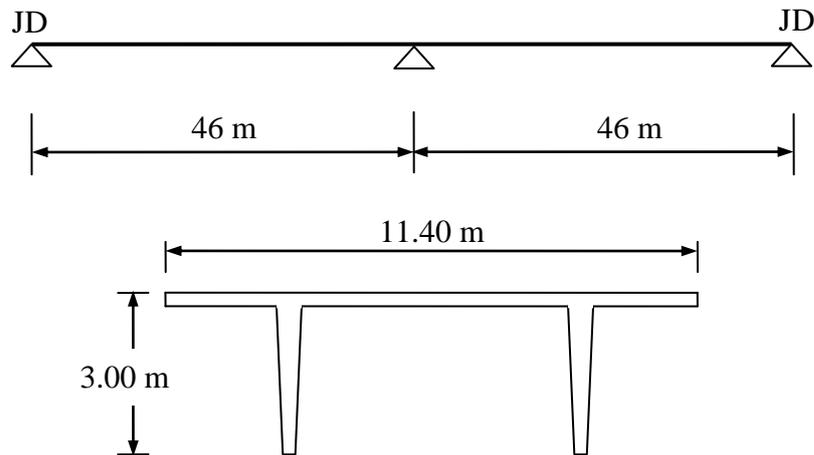


Figura 10. Esquema estático de las vigas del sector C del Puente General Artigas (tramo típico representativo de vanos 13 a 46)

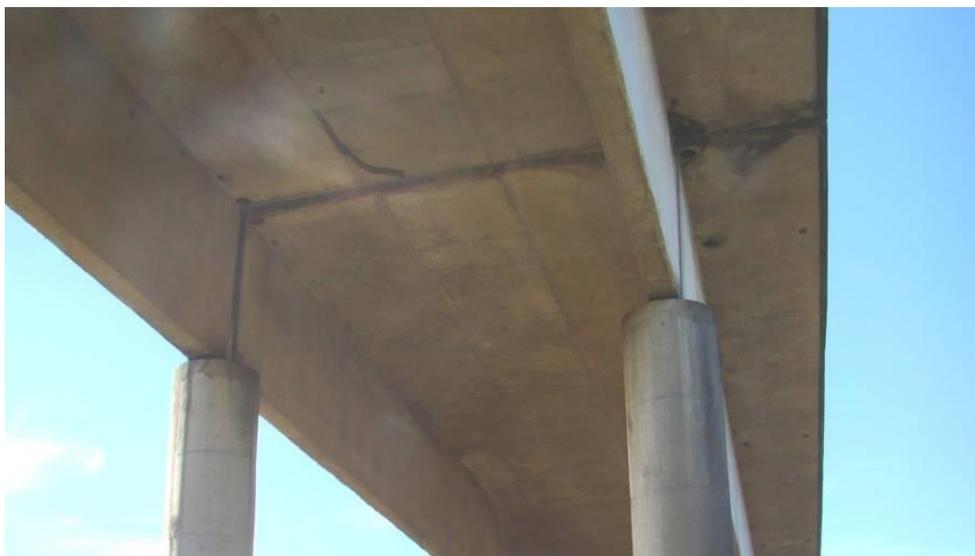


Figura 11. Vista inferior de la viga principal Pi del sector A del Puente General Artigas



Figura 12. Vista de las pilas del sector (C) del Puente General Artigas.

Ambos estribos del puente son de tipo abierto. El estribo 1 (Uruguay) presenta dos columnas de canto variable en altura con una viga dintel; sus fundaciones son de tipo indirecta materializadas mediante cuatro pilotes excavados de 0.90 m de diámetro. En la Figura 13 y Figura 14 se observa un esquema del estribo y de una imagen del mismo, respectivamente. El estribo 2 (Argentina) presenta dos columnas de inercia variable en altura con una viga dintel, y sus fundaciones son indirectas, materializadas por cuatro pilotes excavados de 1.35 m de diámetro. En la Figura 15 y Figura 16 se observan un esquema y una imagen del estribo 2, respectivamente. Los dispositivos de apoyo en ambos estribos son placas de neopreno de 30 x 50 x 2.8 cm y se observan chapas de 10 mm de espesor en los talones de las vigas principales, en correspondencia con la zona de apoyo.

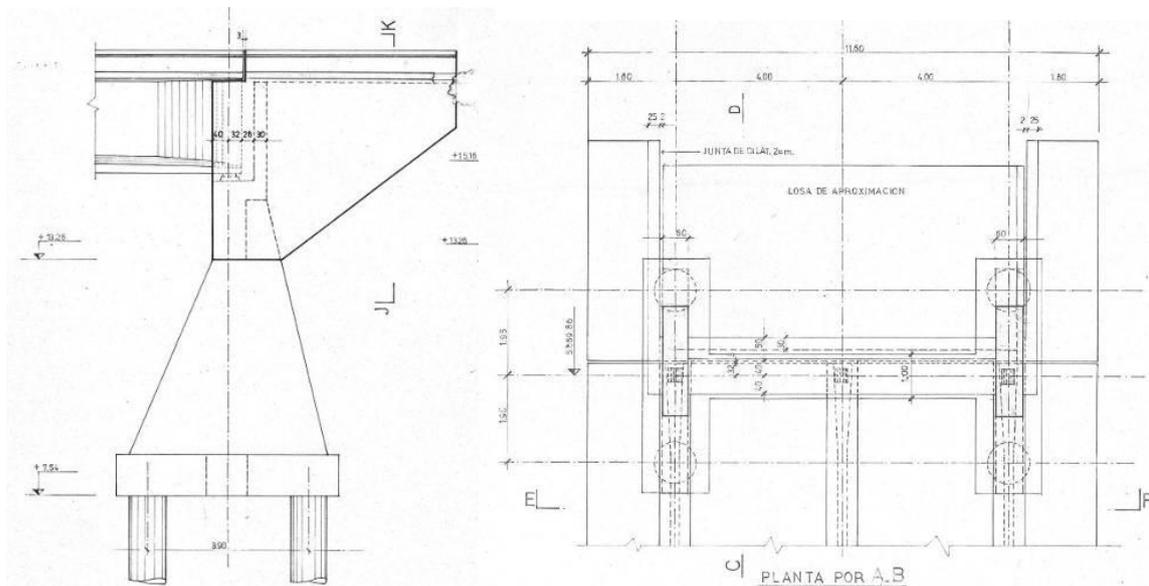


Figura 13. Esquema del Estribo 1 (Uruguay).



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”



Figura 14. Estribo 1 (Uruguay), Puente General Artigas

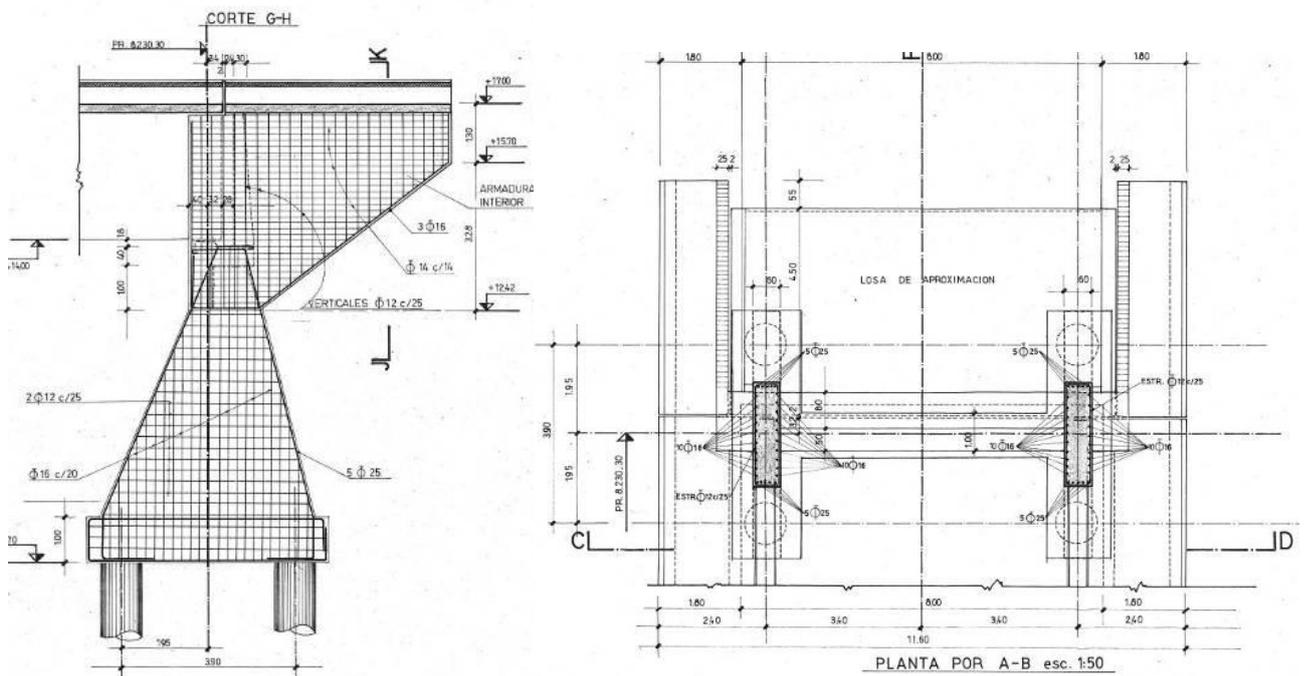


Figura 15. Esquema del Estribo 2 (Argentina).



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”



Figura 16. Estribo 2 (Argentina), Puente Gral. Artigas.

Ambos estribos presentan protecciones de losetas de hormigón sobre los conos de derrame de los terraplenes de aproximación a los viaductos.

A ambos lados del puente se encuentran los postes de iluminación separados 23 m, con espacios técnicos previstos bajo las losetas de veredas para el paso de servicios.

El puente posee en todo su desarrollo una baranda metálica de 1.10 m de altura, que cumple la función de baranda peatonal y defensa vehicular. La misma se encuentra constituida por largueros de caño redondo y un larguero superior de chapa doblada, los postes son perfiles metálicos normales. Se observan orificios de desagües sobre el tablero del puente cada 10 m y escaleras de desagües solo sobre el estribo argentino.

3.2 Resumen de antecedentes recopilados para el Puente General Artigas

Como parte de las actividades relacionadas con el inventario del puente se realizó un estudio de los antecedentes del PGA disponibles en la CARU. Del conjunto de documentos existentes se seleccionaron los más relevantes y que sirven de apoyo para las evaluaciones de la integridad estructural del PAG. Estos documentos estarán organizados para que sean fácilmente accesibles a través del software que se encuentra en desarrollo en esta etapa del estudio. Los documentos digitalizados son los siguientes:

- Registros de los movimientos horizontales de las “péndolas” de apoyo del puente principal sobre las pilas laterales (1981-2010).
- Inspección de pilas N° 10 y N° 13 (Armada Nacional, Grupo de Buceo - 1988).
- Inspección Puente Gral. Artigas (Subgerencia Puentes, DNV. Abril de 2005).
- Programa de Mantenimiento



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Informe de Evaluación Estructural para el Paso de Un Grúa de 400 tn (Ing Alberto Ponce).
- Registros batimétricos del Río Uruguay (2006).
- Refuerzo de Pila N° 20 (Diciembre 1983).
- Croquis de Reparación Losa de Aproximación (1983).
- Planos de Proyecto Ejecutivo del Puente Gral. Artigas.
- Planos Conforme a Obra del Puente Gral. Artigas.
- “Puentes sobre el Río Uruguay”. Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (1998).
- “La Navegación en el Río Uruguay y el Tipo Adecuado de Embarcación”. Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (1995).
- “Documentos y Antecedentes”. Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (1989).
- “Documentos y Antecedentes”. Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (1998).
- “Documentos y Antecedentes”. Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (2007).
- “Primer Seminario sobre la Navegación en el Río Uruguay, Paysandú 19 y 20 de Noviembre de 1992” Publicación de la Comisión Administradora del Río Uruguay (1992).

3.3 Planilla de inventario del Puente General Artigas

La planilla de inventario del PGA se elaboró sobre la base de los lineamientos del Sistema Integral de Gerenciamiento y Mantenimiento de Puentes (SIGMAP) de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina (DNV), tal como fuera propuesto para este proyecto en la oferta técnica. La planilla de inventario permite conocer rápidamente las principales características del puente en cuanto a su estructura, obstáculo que cruza, disponibilidad de antecedentes y otros datos que son importantes para le ejecución de relevamientos de rutina y especiales que se hagan en el futuro.

La información anterior se ordenó en planillas tamaño A3 que estarán disponibles en el software en desarrollo como parte de este estudio, y se presenta una copia de las planillas en el Anexo I de este informe. Allí se incluyen esquemas del puente, ilustraciones, fotografías, y planos de la estructura y sus fundaciones.

4. Elaboración de las planillas de relevamiento

El paso siguiente a la elaboración del inventario de un puente dentro de un sistema de gerenciamiento de puentes, es la realización del relevamiento. Para ello se planifican las actividades de campaña a partir de la información del inventario, descrito en los apartados anteriores.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

Para relevar el estado de conservación del PGA en el marco del SIGMAP se diseñaron nuevas planillas de relevamiento, ajustadas a la geometría y tipología del PGA. Estas planillas se digitalizarán para que se encuentren disponibles para futuras inspecciones al puente. En los relevamientos se consignarán las fallas que se observen a través de la inspección ocular y los resultados de los ensayos no destructivos que se realicen en cada uno de los elementos estructurales del puente.

Las planillas de relevamiento se completarán con nivelaciones de tablero y cabezales de fundación, y con la batimetría del lecho del Río Uruguay.

En los siguientes apartados se describen los principales aspectos del relevamiento que se está llevando a cabo en el puente y cuyas actividades se definieran a partir del inventario realizado.

4.1 Definición de los aspectos a considerar en el relevamiento

De acuerdo a las características estructurales del PGA se definieron los siguientes aspectos que se deben consignar y cuantificar durante relevamiento de los elementos estructurales principales del puente:

- Presencia de fisuras en los elementos de hormigón armado
- Ancho de las fisuras observadas
- Ubicación y dirección de las fisuras observadas
- Existencia de sectores sin recubrimiento (defecto constructivo)
- Existencia de sectores con recubrimiento saltado (pérdida del recubrimiento original)
- Zonas con armaduras expuestas
- Existencia de manchas en el hormigón
- Existencia de armaduras oxidadas
- Estado de conservación de los dispositivos de apoyo
- Estado de conservación de las juntas de dilatación

Los aspectos anteriores serán consignados para las vigas principales y transversales, columnas y vigas dintel de las pilas, cabezales de fundación, losa de tablero y veredas, y muros de los estribos. Todos estos elementos son de hormigón armado, y por lo tanto, pueden presentar alguna de las fallas indicadas. Se considera que los aspectos anteriormente mencionados son buenos indicadores del estado de conservación e integridad de la estructura del puente por lo que su consideración es vital para la evaluación del estado de la obra de arte.

La indicación en las planillas de relevamiento de los puntos señalados más arriba se complementará con esquemas de las fallas que se observan en cada elemento estructural realizados sobre dibujos a escala de vigas, losa, pilas, y estribos. Esto permitirá conocer, al momento del relevamiento, la ubicación y extensión de los defectos, lo que representará una valiosa información



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

para la evaluación de los componentes principales del puente y para la ejecución de futuros relevamientos.

Los esquemas indicados anteriormente de pilas, vigas, y estribos con la indicación de los defectos se almacenará en el programa de modo que esté accesible para su consulta y edición posterior en futuros relevamientos.

Además, se estudiará el estado de conservación de elementos no principales del puente cuyo buen estado de conservación colaborará en conservar un buen estado general de la estructura en su conjunto. Estos aspectos a relevar son los siguientes:

- Protecciones de los taludes de los estribos
- Estado de las losas de aproximación
- Estado de los desagües de tablero
- Estado de las barandas peatonales
- Estado de las veredas
- Estado de los accesos al puente
- Estado de la carpeta de rodamiento

El relevamiento descrito brevemente en este apartado se llevará a cabo a través de una inspección ocular detallada de la estructura y elementos secundarios y a través de la ejecución de ensayos no destructivos y trabajos topográficos, tal como se describe a continuación.

4.2 Equipamiento necesario para el relevamiento

En esta sección se describe el equipamiento que se utilizará durante las campañas de relevamiento, para realizar la inspección ocular de detalle y ensayos no destructivos.

Elementos a utilizar para la inspección ocular detallada:

- Cámara digital de 7 MP
- Escalera de aluminio 3,10 a 5,50 mt extensible con estabilizador
- Navegador GPS
- Binoculares 10 x 50
- Receptor GPS + Pocket PC
- Estación Total con trípode, bastón, prisma, accesorios y software
- Mira de invar
- Nivel óptico topográfico con trípode de madera pesado
- Micrómetro para nivel topográfico
- Estrella para apoyo de trípode
- Niveleta para verticalizar miras
- Mira de sección constante 2,5 m
- Distanciómetro láser capacidad 50 m



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Sistema de adquisición de datos para registros de vibraciones
- Calibre Vernier inoxidable
- Fisurómetro
- Puntero laser
- Cinta métrica tipo agrimensor 100 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 50 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 25 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 5 m metálica
- Cinta métrica tipo agrimensor 3 m metálica
- Nivel de burbuja en aluminio
- Plomada

Además de las herramientas y aparatos mencionados en el listado anterior se realizará una inspección detallada de la estructura a bordo de una lancha, facilitada por la CARU, con el objeto de observar los tramos de tablero y pilas que se encuentran en la zona activa del Río Uruguay y que no sean accesibles a pie o en camioneta. Esta zona abarca seis pilas del viaducto argentino, el tramo principal, y cinco pilas del viaducto uruguayo.

Para acceder a las caras laterales de las vigas más elevadas se utilizará una grúa provista por la CARU que, a través de un brazo articulado retráctil permite acceder a la cara inferior de la losa de tablero y caras laterales de las vigas del puente desde la calzada del mismo. Esto permitirá estudiar con los ensayos de carbonatación, pulso sónico y Pachómetro, los elementos estructurales principales que no son accesibles por tierra o en embarcaciones desde el río.

Equipos para Ensayos no Destructivos

- Comparadores (flexímetros) con bases magnéticas
- Equipo Ultrasonido Krautkramer USN 10 para ensayos en Hormigón
- Equipo Ultrasonido Krautkramer USD52 para ensayos de alta frecuencia
- Medidor de espesor de hormigón Olson Instruments
- Osciloscopio Digital para registro de vibraciones
- Sistema de registro y digitalización de vibraciones de 8 canales
- Acelerómetros inductivos rango 0 a 200 Hz (Cantidad 8)
- Acelerómetros piezoeléctricos 0 a 10 KHz (Cantidad 4)
- Geófonos inductivos (Cantidad 12)
- Termómetro laser para medición de la temperatura de superficies
- Compresor de aire 108 hp 50 lts. monofásico
- Pistola sopladora
- Manguera PVC trenzado aire/agua 0,8 mm. x 300 ltrs - 10 mts
- Grupo electrógeno 1.6 Kva - 220 v
- Alargador de tipo industrial x 80 m
- Pachómetro (detector de armaduras con medición de recubrimientos)
- Sistema de perforación con diamante (caladora de testigos) c/ 2",3" y 4"
- Base / columna soporte para caladora con punzor, expansor y anclajes
- Martillo roto percutor combinado con cincel puntero y plano



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Eslinga de Nylon
- Cable de acero de 3/4" x 10 m
- Amoladora de mano, con discos de corte y desbaste
- Farol reflector portátil
- Tester digital con medidor de temperatura

Herramientas, materiales y elementos varios

- Maletín de herramientas varias
- Linternas
- 50 m de sogas gruesa trenzada 14 mm
- 50 m de sogas fina trenzada 5 mm
- Machete
- Punta cementista 300 mm
- Corta hierro hexagonal 19 x 300 mm
- Maza con cabo x 1,5 kg
- Maza con cabo largo.
- Atril anotador de acrílico
- Barreta de hierro
- Pala de punta
- Pala ancha
- Cepillo de alambre
- Pico de punta
- Piqueta

4.3 Tareas previstas para el relevamiento

Para lograr un estudio detallado y completo del puente se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Relevamiento ocular detallado de la estructura del puente: Esta actividad comenzará por el estribo del lado argentino. Hasta allí se puede acceder en un camión provisto por la CARU. Desde este estribo se recorrerán las pilas 46 a 20 del viaducto argentino. Las pilas 19 a 4 se encuentran dentro del cauce activo del Río Uruguay y serán inspeccionadas desde una embarcación. El relevamiento visual culminará en el estribo Uruguayo. Durante esta tarea se observarán las vigas principales del puente, cara inferior del tablero, columnas de las pilas, y muros de los estribos. También se observarán las caras inferiores de las veredas laterales. Por último, la inspección visual se completará con un relevamiento de los elementos accesorios citados anteriormente en este documento: carpeta de rodamiento, barandas, desagües, etc.
- Ensayos no destructivos: Se practicarán tres ensayos no destructivos a lo largo de todo el puente. Estos son: (a) Ensayo de pulso sónico para determinar la velocidad de propagación de las ondas de corte en el hormigón, (b) Ensayo para determinar la profundidad de carbonatación en los elementos de hormigón, y (c) Ensayo de pachometría. El ensayo (a) permitirá determinar la calidad y resistencia del hormigón de los distintos elementos

-18-



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

estructurales, lo que permitirá realizar una evaluación detallada del puente. La prueba (b) permite estudiar la protección que brinda el hormigón contra la corrosión de las armaduras, y la prueba (c) se utilizará para determinar el espesor del recubrimiento de las armaduras. Los ensayos (b) y (c) utilizados en conjunto permitirán establecer importantes conclusiones acerca de la integridad de los elementos estructurales principales del puente.

Como parte de este tipo de ensayos se efectuará un estudio tendiente a determinar la profundidad de las fisuras longitudinales de las columnas que conforman las pilas a los efectos de establecer en qué medida afectan a la integridad de la sección transversal en los sectores fisurados, y orientar en el posible origen de las mismas.

- Nivelación de cabezales: Se llevará a cabo con estación total y servirá para contrastar la situación actual con los niveles previstos en el proyecto del puente. Además, esta nivelación establecerá puntos de comparación para futuras inspecciones de detalle, con el objeto de verificar posibles asentamientos de las fundaciones.
- Nivelación del tablero: Se llevará a cabo con estación total y establecerá puntos de comparación para futuras inspecciones de detalle, con el objeto de verificar posibles defectos o mal funcionamiento de la estructura en su conjunto.
- Batimetría: Se llevará a cabo con una Ecosonda y permitirá conocer el perfil transversal del lecho del Río Uruguay en la zona de implantación del puente.
- Verticalidad de las pilas: Se llevará a cabo con una estación total y permitirá conocer la inclinación que pudieran presentar las pilas del puente. Los resultados de esta actividad se utilizarán en el Análisis Estructural y Evaluación del puente y determinarán un punto de comparación para el control de la verticalidad de los pilares en futuras inspecciones.
- Ensayos dinámicos del tablero del puente: Se llevarán a cabo ensayos dinámicos para determinar las frecuencias naturales de vibración del puente. Esto aportará importantes datos para la fase de Análisis Estructural y Evaluación del puente.

5. Resumen y conclusiones

Este informe es el Informe Parcial N° 1 de la Inspección Principal del Puente General Artigas, que une las localidades de Paysandú (Uruguay) y Colón (Argentina). En este documento se describe el objeto y alcance del inventario del puente y se desarrolla una descripción detallada del puente General Artigas.

El Inventario del puente se traduce en una planilla elaborada para el puente, pero que está basada en el Sistema de Gerenciamiento de Puentes SIGMAP de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina. Las planillas resumen, las principales características del puente y es de carácter “estático”, ya que no sufrirá cambios en el tiempo.

Parte de las actividades desarrolladas hasta el momento consisten en recopilar y digitalizar los antecedentes disponibles y preparar las tareas de relevamiento detallado. Los antecedentes digitalizados se encontrarán disponibles mediante el uso de la aplicación informática que se desarrolla como parte del presente trabajo. Las tareas de relevamiento detallado se describieron



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

brevemente y los resultados obtenidos a partir de las mismas se presentarán en el Informe de Avance N° 2.



Anexo I - Informe de Inventario

SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Argentina- Uruguay General José Gervasio Artigas



- Noviembre de 2010 -

Elaborado por:





Índice General

Datos Generales

• Año de Construcción	Hoja 1
• Año de Reconstrucción	Hoja 1
• Ruta	Hoja 1
• Numero de Tramos	Hoja 1
• Luz Total	Hoja 1
• TMDA	Hoja 1
• Antecedentes	Hoja 1

Geometría del Puente

• Longitud	Hoja 2
• Longitud Total	Hoja 2
• Ancho de Veredas	Hoja 2
• Ancho de Calzada	Hoja 2
• Ancho Total	Hoja 2
• Area del Puente	Hoja 2
• Esviaje Estructural	Hoja 2
• Puente en Curva	Hoja 2
• Esquema Estructural	Hoja 2

Superestructura

• Número de Juntas de Dilatación	Hoja 3
• Tipo de Juntas de Dilatación	Hoja 3

Vigas Principales

• Número de Vigas	Hoja 3
• Material de las Vigas	Hoja 3
• Sección Transversal	Hoja 3

Vigas Transversales

• Número de Vigas por Tramo	Hoja 3
• Material de las Vigas	Hoja 3
• Sección Transversal	Hoja 3
• Vigas sobre los Apoyos	Hoja 3

Losa de Tablero

• Luz Longitudinal	Hoja 4
• Luz Transversal	Hoja 4
• Material de la Losa	Hoja 4
• Material de la Carpeta de Desgaste	Hoja 4
• Espesor de Carpeta	Hoja 4

Infraestructura - Estribos

• Tipo de Estribos	Hoja 5
• Protección de la Superficie	Hoja 5

• Materia del Estribo	Hoja 5
• Tipo de Fundeaciones	Hoja 5

Infraestructura - Pilas

• Tipo de Pilas	Hoja 5
• Material de las Pilas	Hoja 5
• Tipo de Fundaciones	Hoja 5

Detalles

• Tipo de Baranda Peatonal	Hoja 6
• Altura de Baranda	Hoja 6
• Tipo de Defensa Vehicular	Hoja 7
• Desagües con Tubos	Hoja 7
• Escalesras de Desagüe	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Estribos	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Pilas	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Tramos	Hoja 7
• Iluminación	Hoja 7
• Conductos de Servicio	Hoja 7

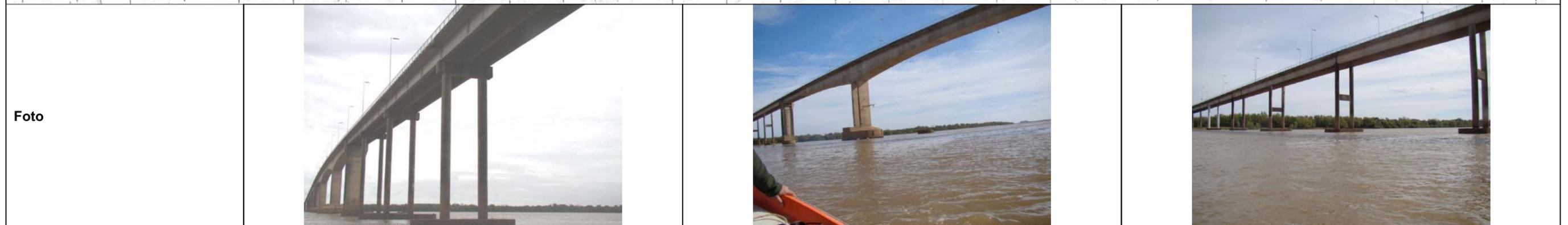
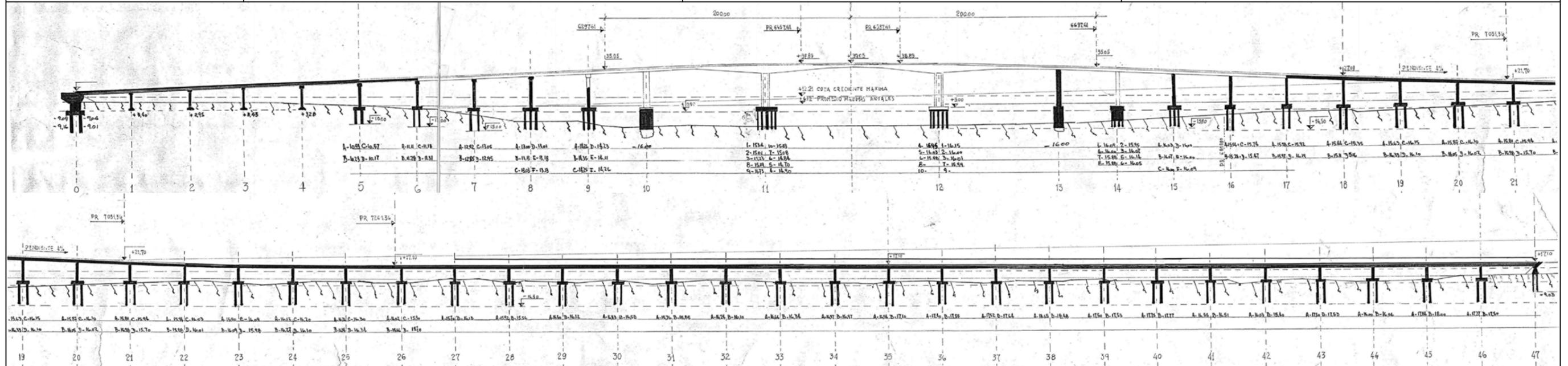
Obstáculo Hidráulico

• Obstáculo	Hoja 7
• Gálibo Garantizado	Hoja 7
• Esviaje Obstáculo	Hoja 7
• Ancho Cauce Principal	Hoja 7
• Pendiente en Zona del Puente	Hoja 8
• Pensiente Media del Río	Hoja 8
• Defensa Infraestructura	Hoja 8
• Embalses Aguas Arriba	Hoja 8
• Datos de la Cuenca	Hoja 8
• Régimen	Hoja 8
• Caudal Medio	Hoja 8
• CAudal Máximo	Hoja 8



Datos Generales

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Año de Construcción	1975	1975	1975
Año de Reconstrucción	---	---	---
Ruta	RN N°3	---	RP N° 135
Número de Tramos	10	3	34
Luz Total (m)	460,25	335,00	1565,19
TMDA	3264,12	3264,12	3264,12
Autos (%)	96,24	96,24	96,24
Buses (%)	1,46	1,46	1,46
Camiones (%)	2,30	2,30	2,30



Antecedentes

-Registro de los movimientos horizontales de las "péndolas" de apoyo del puente princ. sobre las pilas laterales (1981-2010) -Inspección de pila 10 y 13 (Arm. Nac., Grupo de Buceo - 1988) -Inspección del PGA (Subgerencia de puentes, DNV. 2005) -Programa de Mantenimiento. -Informe de Eval. Estructural para el Paso de un Puente Grúa de 400 Tn (Ing. Alberto Ponce). -Registro Batimétrico del Río Uruguay (2006). -Refuerzo de pila N°20 (Dic de 1983). -Croquis de Reparación Losa de Aproximación (1983). -Planos de Proyecto Ejecutivo del PGA. -Planos Conforme a Obra del PGA. -"Puentes Sobre el Río Uruguay".Publicación de la CARU (1998). -"La Navegación en el Río Uruguay y el tipo Adecuado de Embarcación".Publicación de la CARU (1995). -"Documentos y Antecedentes".Publicación de la CARU (1989-1998-2007). -"Primer Seminario sobre la Navegación en el Río Uruguay, Paysandú 19 y 20 de Nov. de 1992".Publicación de la CARU (1992).



Gometría del Puente

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Longitud (m)	460,25	335,00	1565,19
Longitud Total (m)	2360,44		
Ancho de Vereda Izquierda (m)	0,93	0,93	0,93
Ancho de Vereda Derecha (m)	0,93	0,93	0,93
Ancho de Calzada (m)	8,00	8,00	8,00
Ancho Total (m)	11,60	11,60	11,60
Esquema Transversal			
Área del Puente (m2)	5338,90	3886,00	18156,20
Esviaje Estructural (°)	90	90	90
Puente en Curva	Curva Vertical	Curva Vertical	Curva Vertical desde la Pila 13 a la 26
Imagen Satelital			

Estructura del Puente

Superestructura

Esquema Estructural	Viga Simplemente Apoyada de Sección Constante	Viga Continua de Sección Constante	Viga Continua de Sección Constante
Esquema Estructural (Ilustración)			



Superestructura

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Número de Juntas de Dilatación	11	2	18
Tipo de Juntas de Dilatación	Perfiles Metálicos	Perfiles Metálicos con Chapa y Resorte	Perfiles Metálicos
Observaciones	Junta de Dilatación con perfiles metálicos tipo "L" 100 x 100 x 12 - Ver Plano N° 31	Junta de Dilatación con perfiles metálicos tipo "L" 100 x 100 x 12 y chapa metálica (Φ 300 x 20) anclada verticalmente con resorte - Ver Plano N° 31	Junta de Dilatación con perfiles metálicos tipo "L" 100 x 100 x 12 - Ver Plano N° 31
Foto			

Vigas Principales

Número de Vigas	3	1	2
Material de las Vigas	Hormigón Postesado	Hormigón Postesado	Hormigón Postesado
Sección Transversal	Doble "T"	Cajón	Viga "Pi"
Observaciones	Viga doble "T" asimétricas de hormigón postesado - Ver Plano N° 24	Viga cajón con nervios postesados en sus caras laterales - Ver Plano N° 25 a 28	Viga de sección "Pi" de hormigón postesado - Ver Plano N° 29
Foto			

Vigas Transversales

Número de Vigas por Tramo	5	0	0
Material de las Vigas	Hormigón Armado	---	--
Sección Transversal	Rectangular	---	--
Vigas Sobre los Apoyos	Si	No	No
Observaciones	Las V.T. son de menor altura que las V.P., las V.T. sobre los apoyos se encuentran en la mitad superior de la altura de las V.P., mientras que las intermedias en la mitad inferior de las mismas.	No posee vigas transversales. se observan mensulas de hormigón armado sobre los apoyos en las pilas 10, 11, 12 y13.	No posee vigas transversales.



Vigas Transversales

Foto			
------	--	--	--

Losa de Tablero

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Luz Longitudinal (m)	45,91	335,00	92,00
Luz Transversal (m)	Losa Central : 3,80 - Voladizos : 1,90	Losa Central : 5,55 - Voladizos : 2,925	Losa Central : 6,80 - Voladizos : 2,30
Material de la Losa	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
Foto			
Material de Carpeta de Desgaste	Asfáltica	Asfáltica	Asfáltica
Espesor de Carpeta (m)	0,05	0,05	0,05
Foto			
Observaciones			



Infraestructura - Estribos

	Lado Uruguayo	Lado Argentino
Tipo de Estribo	Estribo Abierto	Estribo Abierto
Protección de la Superficie	Losetas de Hormigón Armado	Losetas de Hormigón Armado
Material del Estribo	Hormigón Armado	Hormigón Armado
Observaciones	Dos columnas de inercia variable en altura, con viga dintel.	Dos columnas de inercia variable en altura, con viga dintel.
Tipo de Fundación	Indirecta	Indirecta
Observaciones	El estribo posee cuatro pilotes excavados de ϕ 90, dos por columna - Ver Plano N° 16	El estribo posee cuatro pilotes excavados de ϕ 1,35, dos por columna - Ver Plano C 130

Infraestructura - Estribos

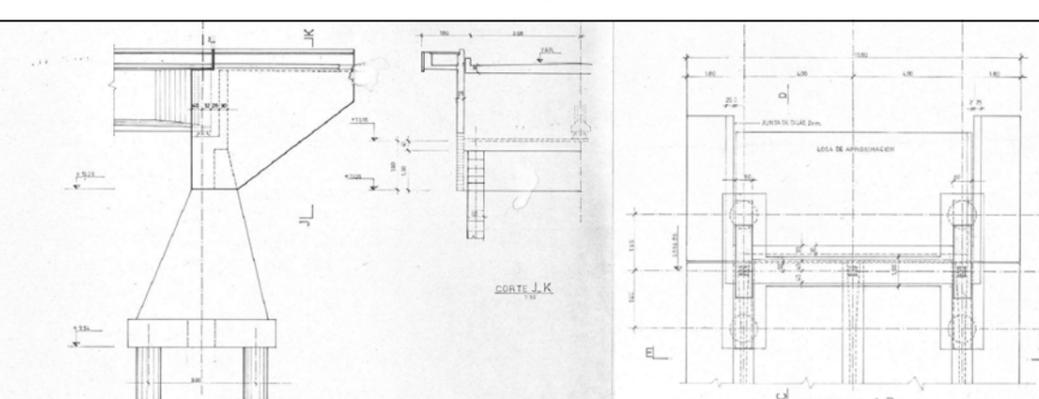
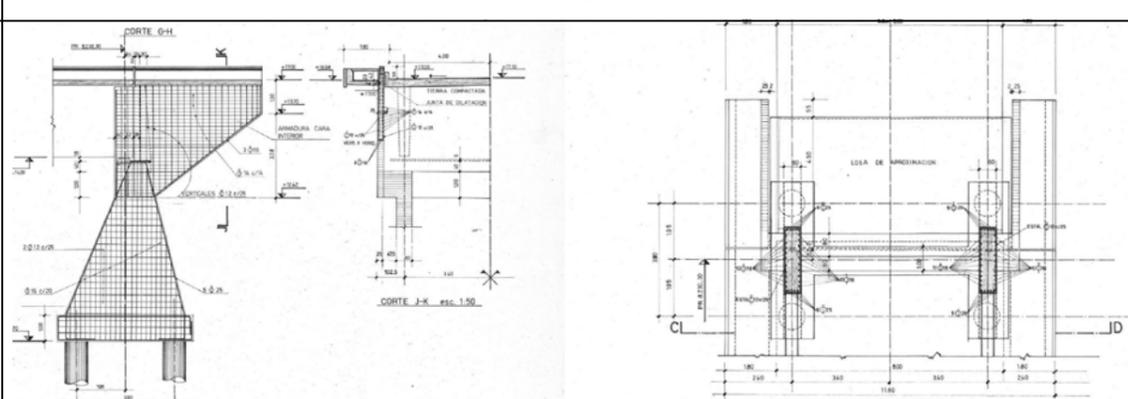
	Lado Uruguayo	Lado Argentino
Esquema Estribo		

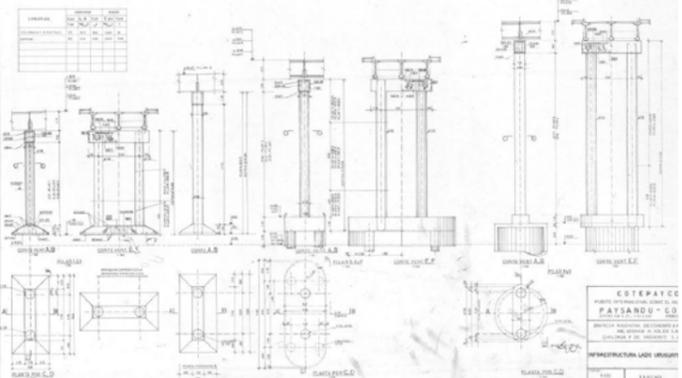
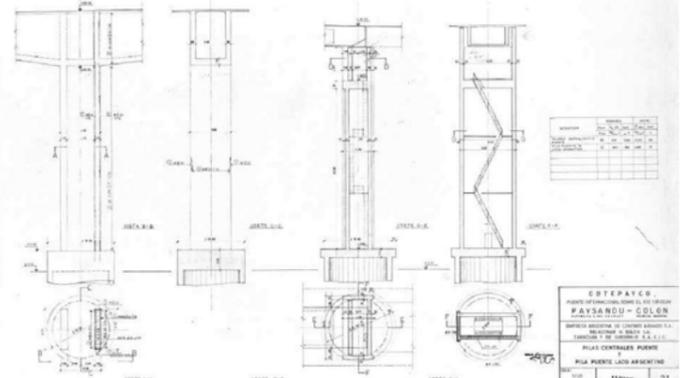
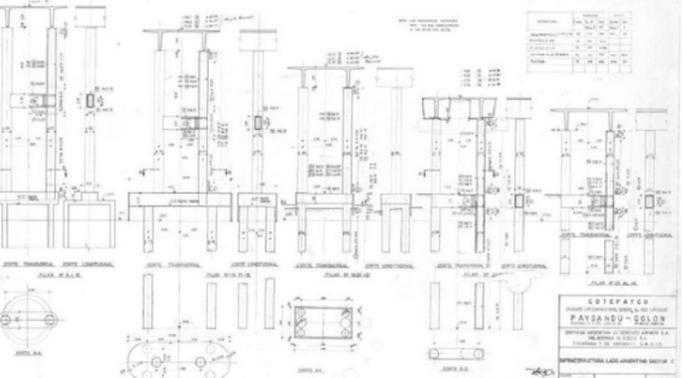
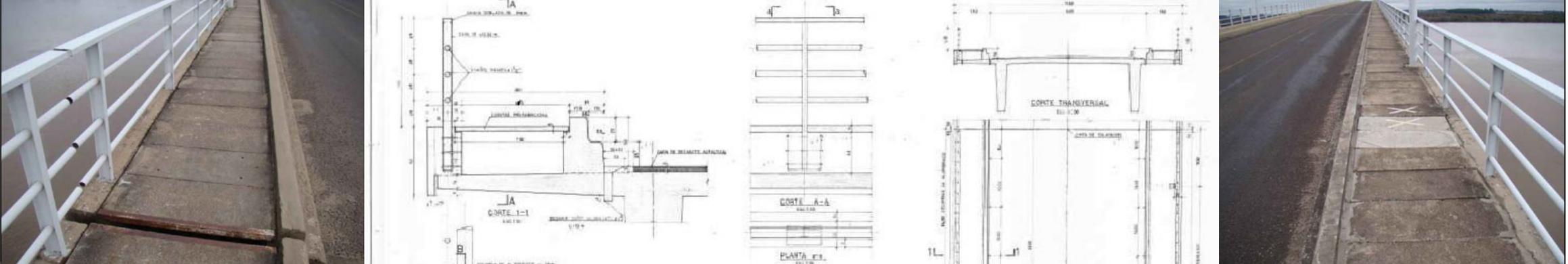
Foto		
------	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Infraestructura - Pilas

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Tipo de Pilas	Dos columnas cilíndricas con viga dintel	Sección cajón (pilas 10 y 13); Dos columnas pantalla (pilas 11 y 12)	Dos columnas cilíndricas sin viga dintel
Material de las Pilas	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
Tipo de Fundación	Superficial y Profunda	Profunda	Profunda



Infraestructura - Pilas

<p>Observaciones</p>	<p>Pila 1 a 4: Dos columnas cilíndricas de ϕ 1,30 m con viga dintel. Presentan fundación superficial con zapatas corridas. Pila 5 a 7: Dos columnas cilíndricas de ϕ 1,50 m con viga dintel. Presentan fundaciones profundas, cuatro pilotes excavados de ϕ 1,30 m. Pila 8 y 9: Dos columnas cilíndricas de ϕ 1,50 m con viga dintel. Presentan fundaciones profundas con cilindros de fundación huecos de ϕ 7,80 m. y 0,5 m de espesor.</p>	<p>Pila 10 y 13: Presentan cilindros de fundación huecos de ϕ 10 m y 0,8 m de espesor. Pila 11 y 12: Presentan once pilotes excavados de ϕ 2,0 m.</p>	<p>Pila 14 a 18: Dos columnas de ϕ 1,5 m con arriostramiento a media altura. Presentan cilindros de fundación huecos de ϕ 17,8 m y 0,5 m de espesor. Pila 16 a 18: Dos columnas de ϕ 1,5 m con arriostramiento a media altura. Presentan cuatro pilotes excavados de ϕ 1,35 m. Pila 19 a 21: Dos columnas de ϕ 1,5 m sin arriostramiento. Presentan cuatro pilotes excavados de ϕ 1,10 m. Pila 22 a 46: Dos columnas de ϕ 1,3 m con arriostramiento a media altura. Presentan dos pilotes excavados de ϕ 1,35 m.</p>
<p>Esquema Pilas</p>			
	<p align="center">Viaducto Uruguayo</p>	<p align="center">Puente Principal</p>	<p align="center">Viaducto Argentino</p>
<p>Foto</p>			
	<p align="center">Detalles</p>		
	<p align="center">Viaducto Uruguayo</p>	<p align="center">Puente Principal</p>	<p align="center">Viaducto Argentino</p>
<p>Tipo de Baranda Peatonal</p>	<p align="center">Baranda Metálica</p>	<p align="center">Baranda Metálica</p>	<p align="center">Baranda Metálica</p>
<p>Altura de Baranda (m)</p>	<p align="center">1,10</p>	<p align="center">1,10</p>	<p align="center">1,10</p>
<p>Esquema</p>			



Detalles

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Tipo de Defensa Vehicular	No posee	No posee	No posee
Observaciones	El puente posee, en todo su desarrollo, una baranda metálica que cumple la función de baranda peatonal y defensa de tránsito. La misma está constituida por largueros de caño negro redondos de ϕ 1.5", larguero superior de chapa doblada de 3 mm y postes de perfiles metálicos IPN cada 2,02 m (Ver Plano 30).		
Desagües con Tubos	Tubo Galvanizado	---	Tubo Galvanizado
Escaleras de Desagüe	No	---	Si
Observaciones	Orificios de ϕ 3" c/10 m sobre calzada y ϕ 2,5" c/10 m sobre vereda	---	Orificios de ϕ 3" c/10 m sobre calzada y ϕ 2,5" c/10 m sobre vereda
Dispositivo de Apoyo en Estribo	Placa de Neopreno	---	Placa de Neopreno
Observaciones	Placa de Neopreno de 30 x 50 x 2,8 . Blindado de chapa de 10 mm de espesor en talón de vigas.	---	Placa de Neopreno de 30 x 50 x 2,8 . Blindado de chapa de 10 mm de espesor en talón de vigas.
Dispositivo de Apoyo en Pila	Placa de Neopreno	Placa de Acero	Placa de Neopreno
Observaciones	Placa de Neopreno de 30 x 50 x 2,8 . Blindado de chapa de 10 mm de espesor en talón de vigas (Ver Plano 24).	Placa de Acero sobre viela de hormigón armado (Ver Plano 20 y 21).	Placa de Neopreno de 30 x 50 x 2,8 . Blindado de chapa de 10 mm de espesor en talón de vigas (Ver Plano 29).
Dispositivo de Apoyo en Tramo	No posee articulación en tramos	No posee articulación en tramos	No posee articulación en tramos
Observaciones			
Foto (Disp. de Apoyo)			
Iluminación	Si	Si	Si
Cunchos de Servicio	Si	Si	Si
Observaciones	Luminarias a ambos lados cada 23 metros. Aguas Arriba: Gasoducto de 8", cableado de luminarias, cableado camaras de seguridad. Aguas Abajo: dos cableados de fibra optica, cableado de luminarias	Luminarias a ambos lados cada 23 metros. Aguas Arriba: Gasoducto de 8", cableado de luminarias, cableado camaras de seguridad. Aguas Abajo: dos cableados de fibra optica, cableado de luminarias	Luminarias a ambos lados cada 23 metros. Aguas Arriba: Gasoducto de 8", cableado de luminarias, cableado camaras de seguridad. Aguas Abajo: dos cableados de fibra optica, cableado de luminarias
Obstáculo Hidráulico			
Obstáculo	Río Uruguay		
Gálibo Garantizado (m)	42,00 / 43,00		
Esviaje Obstáculo (°)	85		
Ancho Cauce Principal (m)	822,42		



Obstáculo Hidráulico

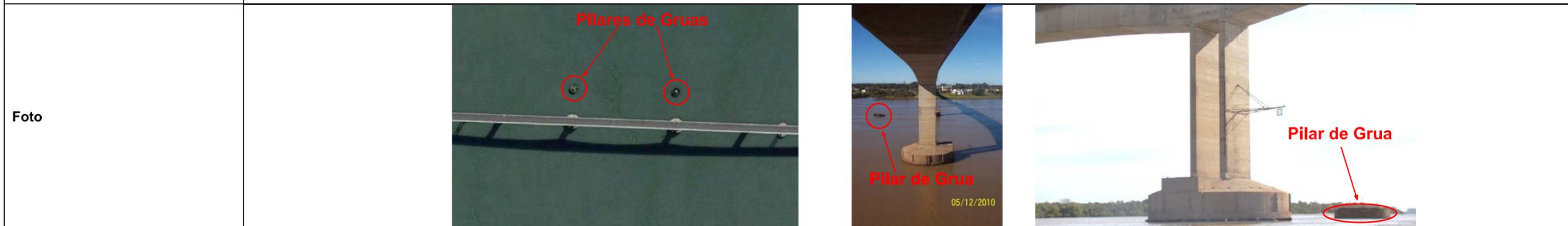
Pendiente en la Zona del Pte. (%) 0.0002

Pendiente Media del Río (%) 0.032



Observaciones El puente se encuentra en el tramo del bajo Uruguay que va desde Nueva Palmira (Uruguay) Km 0 hasta Concepción de Uruguay (Argentina) Km 183. Se permite la navegación fluviomarina. El Río Uruguay presenta una cuenca de aporte de 331000 Km2 aproximadamente que ocupa tres países; Brasil, Argentina y Uruguay. El cauce presenta un lecho mayormente arenoso con algunos sectores con basalto.

Defensa Infraestructura No se observan defensas en las proximidades de la infraestructura del puente.



Observaciones No se observan defensas sobre la infraestructura del puente ni en sus proximidades. Sin embargo han quedado los pilares de apoyo de las gruas que realizaron el montaje del puente principal en la etapa constructiva, y actualmente proporcionan un cierto grado de protección contra posibles impactos de embarcaciones a las pilas 11 y 12 del puente.

Embalses Aguas Arriba Represa Salto Grande

Datos de la Cuenca El Río Uruguay nace en la Sierra Do Mar (Estado de Santa Catarina-Brasil), a los 27°09 de latitud sur y a una altitud de 511 metros. Es una de las grandes arterias que componen el Sistema Hidrográfico del Plata, con una cuenca de 440.000 km^2 y un recorrido total de 1.600 km. En su origen, por territorio brasileño, transcurre su curso con orientación E-O, hasta su confluencia con el Río Pepirí Guazú, donde comienza a ser límite internacional entre Brasil y Argentina, torciendo su curso en dirección S-50 con un ancho promedio de 450 m. Continúa desarrollándose en dirección N-S, hasta la desembocadura de Río Cuareim, desde donde comienza a ser límite entre la R. O. del Uruguay y la República Argentina. A unos 15 km. al norte de la ciudad de Salto (R. O. U.) se erigió la Presa de Salto Grande, consecuencia de lo cual se formó un represamiento de 80.000 Has. Entre Concordia y Fray Bentos, posee un delta interior, con gran cantidad de islas e islotes. Por fin el tramo final se desarrolla en un gran estuario de unos 7 km. de ancho promedio y posee su mayor ensanchamiento con 12 km en la zona del Canal de Márquez. Su km 0, se halla frente a Punta Gorda (R. O. U.), desembocando en el Río de la Plata.

Régimen Irregular

Caudal Medio (m3/seg) 4.500

Caudal Máximo (m3/seg) 36.000 (abril de 1959, medido en el Puerto de Concordia)

Observaciones En su origen, se descargan anualmente lluvias de 2.000 mm., y en su cuenca las mismas oscilan entre 1.000 y 2.000 mm. anuales. Los caudales en invierno y primavera, se mantienen con promedios del orden de los 7.000 m3/seg. Durante el verano se produce el estiaje, alcanzando caudales inferiores a los 2.000 m3/seg.