

## DESCRIPCIÓN DE LA RECONSTRUCCIÓN MUELLE SOBRE CABECERA RÍO SANTIAGO OESTE - SITIO Nº4 – CONSORCIO DE GESTIÓN DEL PUERTO LA PLATA

Ing. Anabel Mariño

### Resumen

*La Cabecera Río Santiago Oeste se emplaza sobre la margen de Ensenada del Canal De Acceso al Puerto La Plata. Sus muelles ubicados en el frente Río Santiago fueron utilizados para la operación con agrograneles. En la década del '70 un sector de estos muelles de piedra sufrió un desmoronamiento integral en 150 metros de longitud, aparentemente debido a sobredragados en su frente.*

*La incorporación de nuevas operaciones portuarias con cargas generales y rodantes a partir del año 2007, junto con el crecimiento de las dimensiones de los buques, acentuaron la necesidad de contar con una terminal multipropósito fuera de la dársena interna Dock Central, ocupada por las tomas de inflamables de la refinería YPF.*

*Los objetivos planteados en el Plan Director del PLP y la ejecución del dragado de apertura a 34 pies en el Canal de Acceso dieron un valor potencial muy importante al área, donde además se habilitó un Depósito Fiscal cumpliendo con las exigencias de infraestructura y seguridad solicitadas por la Aduana Argentina.*

*Por tales motivos el Consorcio resuelve iniciar la reconstrucción del frente de atraque sobre Río Santiago, atendiendo la necesidad de contar con un muelle multipropósito que asegurase un calado de 34 pies, y la posibilidad de operar con buques oceánicos de cargas rodantes y/o multipropósito.*

*La presente descripción concierne a la Etapa I de esta obra, correspondiente a la reconstrucción de 173m de muelle (Sitio 4), siendo esta la longitud mínima necesaria para el atraque del buque de diseño, ejecutada con fondos propios del Consorcio.*

*Para concluir la reconstrucción total del frente, resta la ejecución de una segunda etapa de obra, a financiar mediante la obtención de crédito FONPLATA.*

*El presente trabajo abarca entonces una síntesis de las siguientes tareas ejecutadas por personal de las oficinas técnicas del Consorcio:*

- *Recopilación de antecedentes,*
- *Selección del buque de diseño,*
- *Estudios de alternativas de tipologías constructivas*
- *Descripción de la solución adoptada, mediante un frente cerrado continuo conformado por pilotes tangentes preperforados de hormigón armado y*
- *Descripción de la metodología constructiva.*

### **Introducción**

El Puerto La Plata se sitúa en la Provincia de Buenos Aires a 60 km por tierra de la Capital Federal, sobre la margen sur del estuario del Río de La Plata, ocupando una posición privilegiada en el marco de los sistemas fluviales de transporte de la Argentina y del Cono Sur.

Es el primer puerto fluvial ingresando a la Vía Navegable Troncal Santa Fe - Océano y a la Hidrovía Paraguay-Paraná, por las que se canaliza la mayor parte de las exportaciones argentinas.

El 29 de septiembre de 1999, mediante Decreto Provincial Nº 1596/99, se crea y otorga al Consorcio de Gestión del Puerto La Plata la administración y explotación del mismo.

En primera instancia, el Consorcio implementó las medidas para prestar los servicios mínimos necesarios para los principales usuarios del Puerto, con los que se asegura su financiamiento: Balizamientos, dragado de mantenimientos, mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, reconstrucción de los servicios a muelle: fuerza motriz, agua portable, incendio; implementación

del control de accesos y seguridad, protección al medio ambiente, fueron las principales intervenciones iniciales.

Una vez cumplimentados esos objetivos primarios, y siguiendo con los lineamientos señalados en el Plan Director, se buscó generar en los sectores de las Cabeceras Este y Oeste del Río Santiago espacios operables acordes con las demandas de mercado. Estos espacios serían destinados a la implantación de terminales portuarias que propongamos operar con mercaderías de alto valor agregado, tales como contenedores, cargas rodantes (vehículos), cargas generales y de proyecto, etc.

Es así como sobre la Cabecera Río Santiago Este (CRSE: Berisso) se otorga a TECPLATA SA una concesión para la construcción y explotación de una terminal de contenedores, que incluye la ejecución de un dragado de apertura a 34 pies respecto al cero local, condición actual del Canal troncal de navegación, para lograr una competitividad con las estaciones portuarias nacionales y regionales.

Por su parte, en la Cabecera Río Santiago Oeste (CRSO: Ensenada), el CGPLP buscó facilitar el desarrollo de otra Terminal, en este caso de tipo multipropósito, generando entre otras actuaciones un sitio de atraque de 300m con una profundidad mínima a pie de muelle de 34 pies referidos al Cero Local, que permita realizar operatoria de cargas generales y rodantes con buques oceánicos.

Esta locación cuenta con las siguientes ventajas a saber:

- Aprovechamiento de la nueva condición de dragado a 34 pies al cero local.
- Implantación no afectada por las exigencias de alta seguridad que requieren las dársenas del Dock Central, ocupadas en su mayor parte por las tomas de inflamables para los buques de hidrocarburos y/o quimiqueros de la empresa YPF SA.
- Posee un área de respaldo con una playa de estiba con depósito fiscal habilitado por Aduana Argentina, y una superficie adyacente aceptable para tomar el crecimiento de las futuras operaciones.



Foto 1 – Cabeceras Puerto La Plata, vista del Dock Central, Año 2007

### **Recopilación de antecedentes**

Con el fin de estudiar la prefactibilidad del proyecto se recopilaron datos en gabinete. El Consorcio contaba con los siguientes estudios efectuados en la zona de obra:

- Estudios geotécnicos:
  - Cabecera Río Santiago y el Canal Lateral Oeste, 1984 – EBIC S.R.L.
  - Muelle y Pavimento en la Cabecera Río Santiago Oeste , Agosto 2003 – Ing. José Luis Baliño
  
- Batimetrías:
  - Batimetría de frentes Sitio 4 y Sitio 5 – Batimetría CGPLP - Abril 2009
  - Batimetría Canal Lateral Oeste – Batimetría CGPLP – Julio 2007
  
- Relevamientos planialtimétricos:
  - Relevamiento Cabecera Río Santiago Oeste – Agrimensor G .Nadalich – Marzo 2009
  
- Estudios medioambientales:
  - Análisis fisicoquímicos, caracterización línea de base.
  - Sitio 4: Preparación del EIA y Disposición aprobatoria de OPDS N° 4644/10
  - Sitio 5: Preparación del EIA y Disposición aprobatoria de OPDS N° 4668/10
  - Datos estadísticos meteorológicos de la zona, elaborados por la UNLP, el SMN, y SHN.
  
- Planos de construcciones existentes:
  - Planos de ampliaciones de baterías de los silos
  - Tipologías estructurales de los muelles
  - Cateos de estructuras de muelles actuales.
  - Relevamiento y Ubicación de cañerías existentes en la zona de obra.



Foto 2 – Cabecera Río Santiago Oeste Puerto La Plata, vista Río Santiago, Año 2009

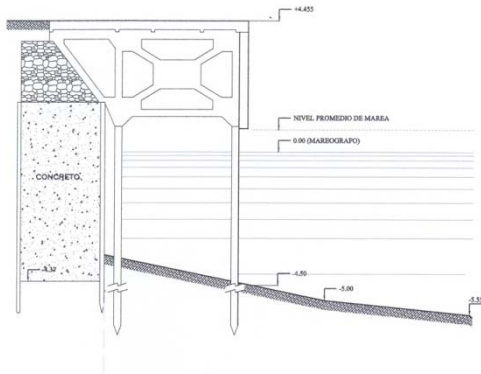


Figura 1 – Corte muelle Sitio 4, sección con losa anterior

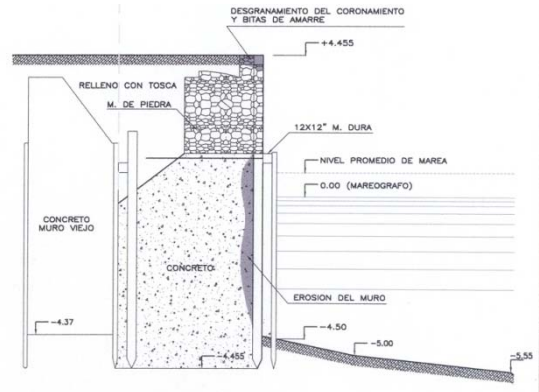


Figura 2 – Corte muelle Sitio 5, sección con muro

- Otros
  - Estadísticas mensuales emitidas por el Consorcio de Gestión del Puerto La Plata,
  - Solicitudes receptadas por la Gerencia Comercial y Operativa del CGPLP para nuevas operatorias en los últimos 5 años,
  - Operatorias que se realizan en la actualidad con trasbordo en Montevideo por la no ejecución de la obra.
  - Recomendación para Obras Marítimas - ROM 0.2-90 – Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias
  - Recomendación para Obras Marítimas - ROM 3.1-99 – Proyecto de la configuración de los puertos, canales de acceso y áreas de flotación.
  - Recomendación para Obras Marítimas - ROM 0.4-95 – Acciones climáticas II: Vientos
  - Recommendations of the Committee for Waterfronts Structures Harbours and Waterways – EAU 2004
  - Cumplimiento de Normas ASTM y CIRSOC 201
  - Factibilidad económica de la Obra
  - Elaboración de Ingeniería básica de la Obra

### **Selección del buque de diseño**

Durante el año 2007 se incorpora al PLP una operatoria con carga rodante, proveniente de un alije de automóviles de origen asiático – Kia, Hyundai, Mitsubishi, etc - efectuado en Montevideo.

La situación de muelles y canal de acceso en ese momento no permitía el ingreso de los buques oceánicos a Puerto La Plata, que transportan entre 1.000 a 1.500 unidades de vehículos y máquinas, por lo que se realizaba un trasbordo en Montevideo. Allí se segrega la carga local y la de terceros países (Paraguay y Bolivia), y el resto (80%) se trasborda al Puerto La Plata con un buque menor (El Platense) para el ingreso a territorio nacional o a la Zona Franca La Plata.



Foto 3 – Buque PLATENSE Operando en PLP



Foto 4 – Buque ro-ro oceánico Travesía oceánica Sudeste asiático-Río de La Plata (Montevideo)

El navío “PLATENSE” cuenta con una eslora de 105 m, una manga de 19 m, un calado de 4 m y un tonelaje bruto de 2520 toneladas. Carga aproximadamente 250 vehículos por viaje, insuñiendo aproximadamente 10 horas de trabajo.

El PLATENSE presenta la planchada por popa, motivo por el cual requiere condiciones particulares para el desembarco de los vehículos.

Con el proyecto de dragado del Canal de Acceso a 34 pies y reconstrucción del frente de atraque sobre Cabecera Río Santiago Oeste ejecutados, el buque oceánico podría ingresar directamente al Puerto La Plata, disminuyendo los gastos por uso de buque “feeder”, y adicionalmente los gastos de descarga y carga en Montevideo, tiempos de estadía en Montevideo, gastos burocráticos, roturas y faltantes producidos en los movimientos, etc. (gasto estimado en aproximadamente U\$S 1.000 por vehículo).

En la elección del buque de diseño se buscó dejar abierta la posibilidad de operar con otros tipos de cargas generales, es por ello que la obra fue dimensionada para recibir buques polivalentes de 60.000 TPM, con esloras de hasta 220m y 33,50m de manga.

### **Estudios de alternativas de tipologías constructivas**

En el frente de muelle a intervenir se ubican dos sitios de atraque, denominados Sitio 4 y Sitio 5. Detrás del primero se emplazaba un sistema de silos y noria para operatoria con cereales que dejó de funcionar en la década del '70. Dicho frente de atraque se desmoronó a fines de esa década dejando inoperable el sector.



Foto 5 – Vista frontal de muelle desmoronado Sitio 4



Foto 6 – Restos de estructuras de silos

### **El entorno:**

Con el fin de mejorar las instalaciones y los servicios prestados en la CRSO, fueron ejecutadas a partir del año 2001 las siguientes obras:

- Construcción de nueva Calle de Acceso interna desde zona administrativa al sitio.
- Demolición de los silos de HºAº
- Demolición y retiro de escombros del Galpón N° 2
- Remodelación de galpones N° 3 y 4
- Recuperación de coronamiento de muelles Sitio 3 (120ml) y 5 (160ml)
- Pavimentación de muelle Sitio 5, Provisión de defensas, readecuación de bitas
- Pavimentación y cercado de playas de estiba en aproximadamente 2 Ha
- Provisión de servicios de agua potable, fuerza motriz, red de incendio
- Iluminación de la Cabecera y calle de acceso.



*Figura 3 – Mejoras ejecutadas por el CGPLP en CRSO*

### **La obra:**

Los escombros del antiguo frente de atraque desmoronado, sumados a los restos de las fundaciones de silos y noria, hincados según los planos a rechazo, no indicando en forma precisa su cota ni ubicación, limitaban las posibilidades constructivas y generaban incertidumbres para la intervención en la interfase suelo-agua.

Estas indeterminaciones imponían dos alternativas de encare del proyecto:

- Proceder a la limpieza previa de la zona en su totalidad, retirando tanto escombros de muelles como fundaciones de silos, preparando el área para una reconstrucción del Sitio en el mismo emplazamiento con soluciones convencionales, ó
- Avanzar por sobre la zona derruida hasta secciones libres de escombros, los cuales mediante cateos desde costa se determino que se ubicaban a una distancia de hasta 18

m hacia el Río Santiago, e implantar el frente de atraque adentrándonos en el Río Santiago, dejando como relleno perdido los escombros existentes.

Esta última alternativa fue la seleccionada por el Consorcio.

Continuando el análisis de prefactibilidad, los estudios geotécnicos de la zona revelaron una franja con valores medidos de SPT igual o mayor a 30 golpes ubicada a cota -3,00/-5,00 m respecto del cero local, propagándose en una longitud vertical de aproximadamente 5 metros. Asimismo, se observó que a partir de los -18,00m el valor de SPT superaba los 50 golpes. Estas lentes dificultaban la utilización de tablestacas hasta el punto de no resultar certera su hincia hasta la cota de proyecto.

Razón por la cual se optó por una tipología constructiva mediante pilotes preexcavados. Se hincaría una camisa que funcionara a modo de guía y encofrado en los tramos superiores de los pilotes y a la vez creara un nexo de unión entre los mismos mediante un sistema de encastre conformado por perfiles U y perfiles IPN.

Este nuevo frente principal se complementa con dos cierres perpendiculares en sus extremos hasta empalmar con las estructuras de muelles de piedra existentes, con similar tipología constructiva.

El presupuesto calculado para la ejecución de la totalidad del frente de 300 m de longitud, superó los fondos con los cuales contaba el Consorcio, motivo por el cual el proyecto fue dividido en dos tramos:

- El primer tramo, denominado Etapa I, abarcó 173 metros lineales de frente paralelos al eje de Río Santiago, longitud mínima para la cual puede atracar el buque de diseño, utilizando para la descarga rampa de popa o lateral sobre la banda de estribor, apoyo lateral sobre defensas elásticas en 125 metros y amarre de proa a los bolardos existentes ubicados en Sitio 5. Este primer tramo se realizó mediante fondos propios del CGPLP. Asimismo, se verificó que la longitud de cierre transversal en Sitio 5 posibilitase atracar al buque feeder El Platense en condiciones óptimas de seguridad.
- Un segundo tramo, denominado Etapa II, correspondiente a la ejecución de los restantes 127ml. de frente fue objeto de otro proyecto con similar tipología, por el que se solicitó oportunamente un crédito al FONPLATA. Este Crédito fue autorizado por la entidad pero a la fecha no se ha efectivizado.



Figura 4 – Proyecto total 300m, separado en dos Etapas

Figura 5 – Etapa 1 – Atraque Buque oceánico



Figura 6 – Etapa 1 - Atraque Buque feeder en Sitio 4



Figura 7 – Etapa 1 – Atraque Buque feeder en Sitio 5

***Descripción de la solución adoptada, mediante un frente cerrado continuo conformado por pilotes tangentes preperforados de hormigón armado***

Finalmente la obra de RECONSTRUCCIÓN DEL FRENTE DE ATRAQUE DE SITIO N° 4 (ETAPA I), ubicado sobre el Río Santiago, abarco una longitud de 173,00 m lineales sobre el frente de Río Santiago; 57,00ml de frente sobre el Canal Lateral Oeste en conexión con el Sitio N°3 y 18,50ml de frente de unión con Sitio N°5.

Los requerimientos de dimensionamiento del frente incluyeron:

- Cota de coronamiento: +4,50m al cero local
- Cota de dragado: 34 pies (-10,40m aprox.) al cero local
- Sobrecarga útil uniforme distribuida de 5 t/m<sup>2</sup>
- Posibilidad de trabajo con una grúa móvil portuaria tipo LHM 320, carga operativa normal 70 ton y pesada de 104 ton.
- Cargas de amarre y atraque del buque de diseño.
- Provisión de servicios a buques (agua potable, fuerza motriz, red de incendio, iluminación, etc.).
- Asimismo, debía verificarse la instalación de una grúa pórtico de muelle sobre riel, tipo Gantry Crane de 1000 toneladas de peso propio y 50 toneladas de trabajo normal.

Con el objetivo de completar la información para elaborar el proyecto ejecutivo de la obra, y definir la estructura de retención, se ejecutaron los siguientes estudios adicionales:

- Reconstrucción muelle sobre Cabecera Río Santiago Oeste - Sitio 4 – Reconocimiento del perfil estratigráfico en la zona de obra para definición del sistema de fundación - Puerto La Plata, noviembre 2010 - ATTERBERG S.R.L.
- Reconstrucción muelle sobre Cabecera Río Santiago Oeste - Sitio 4 – Estudios de aspectos geotécnicos del proyecto ejecutivo - Puerto La Plata , diciembre 2010 – Ing. José Luis Baliño
- Proyecto ejecutivo a cargo de la UTE ECAS s.a.-Eleprint s.a.
- Plan de Gestión Ambiental
- Obtención de la Declaratoria de Obra Sitio 4, Disposición N° 38, Subsecretaria de Puertos y Vías Navegables

### **Descripción de la metodología constructiva.**

Los pilotes se ejecutaron mediante la hincada de camisas metálicas cuya longitud vario entre 13 y 14 metros (cota de hinca -12,00m), de 1/4" espesor. En los laterales se les soldaron perfiles IPN N° 8 y U N°8 que funcionaron a modo de encastre entre camisas. Estas camisas presentaban en sus dos extremos una zona de 1 m de longitud de 3/8" de espesor para evitar deformaciones durante su hincada. Fueron protegidas con pintura epoxi. Para la hincada se utilizo una grúa con vibrohincador sobre pontón. El posicionamiento fue ejecutado mediante relevamiento con estación total desde tierra y verificado con sistema DGPS. Además se utilizo una guía acoplada a la embarcación que abrazaba a la camisa anteriormente hincada. Se verifico la posición final y verticalidad de las camisas mediante relevamientos diarios.



Foto 7 – Inicio de obra



Foto 8 – Control posicionamiento.

Una vez hincadas las camisas, se procedió a la perforación interna de los pilotes mediante un equipo Casagrande con cuchara rotativa. Para estabilizar las paredes internas se lleno la perforación con lodos bentoníticos. La longitud de excavación no encamisada de los pilotes oscilo entre 11 y 13m, según la cota de fondo a alcanzar.

Las camisas fueron excavadas internamente y hormigonadas en forma alterna, dejando un par por medio hasta alcanzar el fraguado inicial del hormigón H-21.

Las jaulas de armaduras se prepararon y posicionaron con la mayor área de acero orientada en los frentes externo e interno, en coincidencia con las máximas solicitaciones, semejante a un frente continuo de hormigón armado.



Foto 9 – Hincada de camisas



Foto 10 – Excavación de pilotes

Las cotas de fundación de los pilotes fueron las siguientes:

- Frente 1: conexión con Sitio 5, 18,50 m de longitud en planta - CF -20,50m – pilotes  $\Phi 1,00\text{m}$
- Frente 2: Sitio 4 - Frente cabezales con Bolardo y defensa - CF -25,00m - pilotes  $\Phi 1,10\text{m}$   
Sitio 4 - Tramo restante - CF -23,50m, pilotes  $\Phi 1,10\text{m}$
- Frente 3: Canal Lateral Oeste, 26 m de longitud en planta - CF -23,50m – pilotes  $\Phi 1,10\text{m}$   
CLO conexión Sitio 3, 27 m de longitud en planta - CF -14,50m – pilotes  $\Phi 1,00\text{m}$



Foto 11 – Armadura y encofrado de cabezales

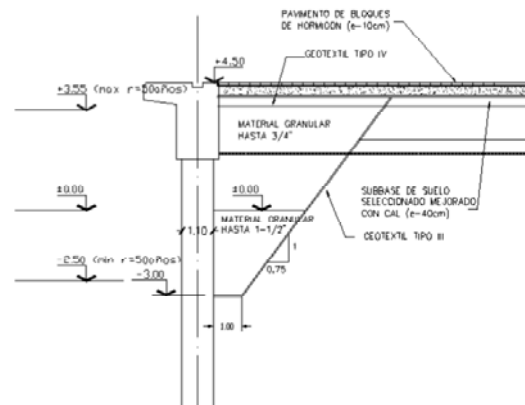


Figura 8 – Dren granular

Para rigidizar el frente, se intercalaron cada 19,85 m, pórticos conformados por cabezales de H<sup>0</sup> A<sup>0</sup> en coincidencia con las secciones que alojan defensas y/o bolardos. Estos cabezales, de 2 metros de alto y entre 2 m y 2,70 de ancho, por 6 y 8 metros de longitud, se apoyaron en su parte posterior en pilotes de hormigón armado perforados de diámetro  $\Phi 1,10\text{m}$  y cota de fundación -23,50m.

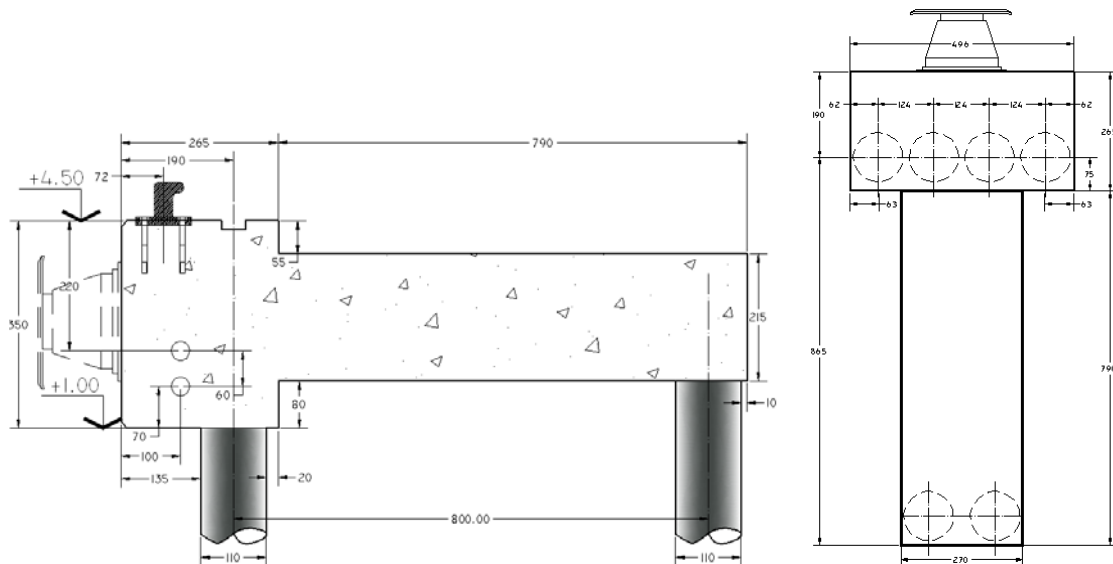


Figura 9 – Corte y Planta: Detalle Viga de coronamiento y Cabezal posterior

La separación de defensas y bolardos en planta fue definida de acuerdo al buque de diseño. La modulación final de la viga de coronamiento fue impuesta de acuerdo al espaciamiento entre centros de pilotes.





Fotos 13-14 y 15 – Cabezal de tensor, Tensores, Tesado

Se uso para el anclaje tensores de hasta 13 unidades de cordones de acero (Norma IRAM IAS U 500-07) CEE 1900- GRADO 270,  $\Phi_{nominal}=12,7mm$ , Área Nominal =  $98,7mm^2$ , engrasados envainados. Ambos extremos presentaron fijación de anclaje activo, permitiendo instalar los tensores prácticamente al final de la obra.

El tesado se efectuó en tres etapas, concluyendo con una carga del 50% de la capacidad de carga de los tensores.



Foto 16 – Viga coronamiento, cabezales, viga de retenida



Foto 17 – Tensores esquina Norte

La viga de coronamiento del frente de pilotes fue construida mediante hormigón armado H-30. En las zonas previstas para alojar defensas y/o bolardos se aumentó su sección normal de 2,70m de alto por 1,50 m de ancho, ampliándola a 3,50m de alto para posibilitar la ubicación de la defensa en su cara anterior. Estas secciones se conectaron a los cabezales posteriores. En su coronamiento se dejaron insertos elementos para la fijación del riel lado agua de una grúa tipo Gantry.

Como encofrado perdido, se utilizaron cáscaras de H<sup>90</sup> de 10 cm. de espesor que se montaron sobre la cabeza de los pilotes, apoyadas en 2 IPN 140. Las mismas presentaron agujeros para que pasase la armadura de los pilotes.

El hormigonado se efectuó en etapas y por secciones:

Sección viga simple (alto 2,70m):

- 1) hormigonado de los 80 cm inferiores desde cota +1,80m a +2,60m
- 2) hormigonado desde cota +2,60m a cota +3,75m, cota inferior del diente anterior de unión con sección con defensa

- 3) hormigonado mediante encofrado metálico hasta cota de coronamiento a +4,50m.

Sección viga con defensa (alto 3,50m):

- 1) hormigonado de los 80 cm inferiores desde cota +1,00m a +1,80m, cota de unión con el cabezal posterior.
- 2) posicionamiento de las armaduras del cabezal, y hormigonado hasta cota +3,75m,
- 3) hormigonado de la sección superior hasta cota de coronamiento +4,50m



Fotos 18 y 19 – Encofrado mediante casacas de hormigón en sección inferior de viga

El relleno fue realizado mediante suelo seleccionado, desde cota +1,00m hasta la subrasante del paquete estructural del pavimento, a cota +3,65m. El pavimento se construyó mediante bloques intertrabados de hormigón armado de 8 cm de espesor y resistencia a la compresión de 45 MPa. La estructura soporte de dichos pavimento, entiéndase, Subrasante, Base y Sub-base, fue diseñada en forma similar a la de un pavimento flexible.



Foto 20 – Construcción estructura soporte del pavimento



Foto 21 – Pavimento Bloques intertrabados

Se proveyeron los siguientes servicios: agua potable, fuerza motriz, red de incendio, iluminación, desagües pluviales, defensas elásticas A 1000 R2 1550, bolardos de 125 toneladas.



Foto 22 – Torre de iluminación de 24 m,  
12 luminarias



Foto 23 – Desagüe pluvial

Finalmente, la Etapa I de reconstrucción de los sitios de Cabecera Río Santiago Oeste, Sitio 4, fue concluida durante el mes de octubre del 2013.



Foto 24 – Obra finalizada. Noviembre 2013