

Paper N° 5 – Construcción de Defensa de Costas, Puente y Cabecera de Escollera en el Relleno al Norte del Sexto Espigón – Puerto Buenos Aires

Pitton Straface, L.; Peyregne, M.
Administración General de Puertos S.E – Puerto Buenos Aires

Email: lpittonstraface@puertobuenosaires.gob.ar

RESUMEN:

La primer obra, “Construcción de Defensa de Costas”, consistió en una protección de costa con materiales sueltos (enrocado) en la zona denominada Relleno al Norte del Sexto Espigón de Puerto Buenos Aires, de 500 metros de longitud, concluyendo el tramo que faltaba proteger de la anterior obra de protección de costas con mantas de hormigón.

En la segunda obra, “Puente”, se construyó un puente de hormigón sobre pilotes de gran diámetro de 25 metros de longitud, con el objetivo de generar un paso sobre nivel sin interferir el normal escurrimiento de agua de la salida del canal de 12 metros de ancho de la Central Termoeléctrica denominada “Central Nuevo Puerto”.

La tercer y última obra, “Cabecera de Escollera en el Relleno al Norte del Sexto Espigón”, se basó en la materialización de una cabecera de escollera de más de 100 metros cuadrados de área de coronamiento, que servirá de punto de partida para el comienzo de la futura escollera de obra de abrigo Norte a Puerto Nuevo, y la cual permitirá el relleno de una nueva zona de futuros rellenos, generando un nuevo sector de crecimiento de “tierra ganada al río” para Puerto Buenos Aires, destinado a actividades logísticas y otras propias de la operatoria de las Terminales Portuarias.

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo describe algunas obras que viene desarrollando la Administración General de Puertos S.E. tendientes a cubrir las crecientes demandas que la actividad portuaria experimenta. Para lo cual, se construyeron tres obras en simultáneo, las cuales consistieron en diferentes tipologías y metodologías constructivas en Puerto Buenos Aires.

Previo a todas las obras, se realizaron las ingenierías de detalle correspondientes, para las cuales se estudiaron los niveles extremos de agua, oleaje, corrientes, erosión y deposición de sedimentos, escurrimiento del flujo de corriente de la salida de la Central Termoeléctrica para su normal refrigeración realizado por el Instituto Nacional del Agua

(INA), estudios geotécnicos y conformación de taludes, entre otros.



Figura 1: Vista aérea Norte de Puerto Nuevo, zona relleno al Norte del sexto espigón.

1.1. Niveles de marea astronómica

De las tablas de Marea que publica el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) se obtiene la caracterización de la marea astronómica para Puerto Buenos Aires.

El nivel medio es de 0,79 m sobre el plano de referencia, coincidente éste con el cero del Riachuelo, coincidente con el 0 MOP.

- Carta Argentina H-156,
- Latitud 34° 34' S; Longitud 58° 23' W,
- Huso Horario +3,
- Régimen de marea: mixto preponderantemente semidurno.

Alturas en metros sobre el plano de reducción				Amplitud	
Pleamar		Bajamar			
Máxima	Media	Más baja	Media	Máxima	Media
1,55	1,07	0,19	0,48	1,04	0,59

Fig. 2. Marea astronómica en Puerto Buenos Aires.

1.2. Análisis de niveles extremos y de oleaje.

Se empleó el informe que realizó el Instituto Nacional del Agua (INA) por medio de modelación numérica para la obra "Acortamiento de la Escollera Este y Reconstrucción del Morro en Puerto Buenos Aires".

Período de retorno T_R (años)	Nivel máximo (m)
2	3.00
5	3.30
10	3.50
20	3.70
50	3.96
100	4.17

Fig. 3. Valores máximos probables de nivel del río para distintos períodos de retorno.

Período de retorno T_R (años)	Nivel mínimo (m)
2	-1.16
5	-1.56
10	-1.80
20	-2.02
50	-2.27
100	-2.45

Fig. 4. Niveles mínimos probables para el Río de la Plata.

1.3. Clima de Olas.

En las siguientes tablas se ha transcripto las características del oleaje determinado mediante la modelación numérica, para períodos de retorno de 50 años. En las tablas se indican la dirección del oleaje medido en el sentido horario a partir del Norte, la altura significativa y el período pico espectral.

Dirección (°)	Altura de ola significativa H_s (m)	Período pico T_p (seg)
-12.8	1.2	3.5
33.8	1.9	4.3
99.2	1.8	5.2
115.6	2.0	5.2
121.3	2.3	6.4
128.4	2.1	6.4
133.7	1.9	5.2
138.6	1.3	5.2

Fig. 5. Dirección del Oleaje, altura significativa y período de pico espectral.

En base a estos resultados, el oleaje que afectaría al relleno corresponde a las direcciones correspondientes a las indicadas a las tres primeras filas de la tabla y resultando las más desfavorables:

$H_s = 1.9\text{m}$; $T_p = 4.3\text{seg}$ ($T_m = 3.9\text{seg}$)
 $H_s = 1.8\text{m}$; $T_p = 5.2\text{seg}$ ($T_m = 4.7\text{seg}$).

2 DESARROLLO

2.1 Construcción de Defensa de Costas

Consistió en completar la protección de costa existente de la zona denominada relleno al Norte del 6° Espigón de 500 metros de longitud, la cual estaba sin ninguna protección de costas y sufriendo la erosión costera del Río de la Plata.

El sector que ya estaba materializado, correspondía con la tipología constructiva de mantas de hormigón con protección de rocas al pie para evitar el levantamiento de las mismas.

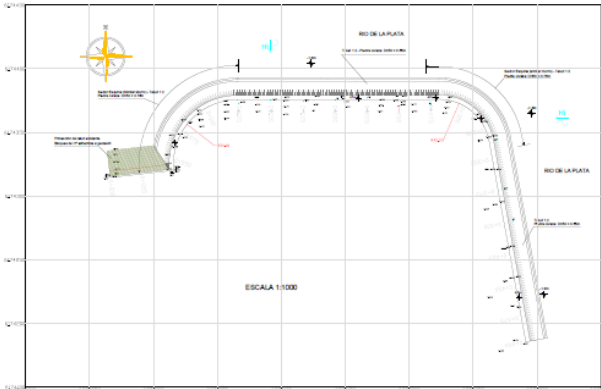


Figura 6. Vista en planta de la obra "Defensa de Costa".

2.1.1. Diseño Estructural - Enrocado exterior o de coraza: Sector de tramo recto de talud (similar a un tronco) y sector de esquina (similar a un Morro).

Se utilizarán los siguientes parámetros de cálculo:

$$H_s = 1,9 \text{ m}, H_s = 1,8 \text{ m}$$

$$T_m = 3,9 \text{ seg.}, T_m = 4,7 \text{ seg.}$$

A continuación se aplicará la fórmula de Van Der Meer para el cálculo de enrocado correspondiente a los tramos rectos de la protección (similar al tronco de una escollera), la misma se corresponde con aguas profundas dado que se verifica al pie de la escollera que el tirante de agua para las condiciones de diseño, evento de recurrencia 50 años, es próxima a 3.Hs.

$$H_s / AD_{n50} \times \sqrt{\xi_2} = 6.2 P^{0.18} (S/\sqrt{N})^{0.2} \quad \text{for plunging waves}$$

1

$$H_s / AD_{n50} = 1.0 P^{-0.13} (S/\sqrt{N})^{0.2} \sqrt{\cot \alpha \xi_2^P} \quad \text{for surging waves}$$

Se realizaron salidas del programa de cálculo Cress considerando un talud 1:2 para los dos escenarios indicados precedentemente.

Diámetro nominal:
Dn50 = 0,65m
W50= 750kg

El espesor de esta capa de enrocado es igual a 2Dn50 = 1,30m.

Para el sector de la protección que corresponde a las esquinas (similar a un Morro) el peso de la piedra resulta igual a 1,5 veces el

peso de piedra del tronco. Por lo tanto en los sectores de esquinas la piedra de coraza tendría el siguiente peso y diámetro nominal:

$$W50_{esq} = 1150 \text{ Kg}$$

$$Dn_{esq} = 0.76 \text{ m.}$$

Por lo tanto el espesor de la coraza en las esquinas será igual a 2Dn50 = 1,52m.

La piedra de coraza del coronamiento se mantiene igual a las calculadas para los taludes en los tramos rectos y deben colocarse como mínimo tres piedras del diámetro correspondiente o sea, que se requieren en el morro 3*Dn50esq= 3*0,65 m = 1,95 m, como el coronamiento es de 3,50 m para cubrir la piedra de subcapa cumple dicha condición.

2.1.2. Subcapa de nivelación y conformación de taludes.

La nueva escollera se construirá sobre el talud del relleno, para lo cual entre la coraza a ejecutar y el talud existente se colocará una subcapa de nivelación para la conformación de los nuevos taludes.

La estructura de la subcapa debe permitir que se cumpla con la ley de filtro y que el material de dicha capa no se fugue entre los espacios que dejan la capa externa, para que cumpla este requerimiento se emplea un peso del 10% del correspondiente al de la capa externa, por lo tanto resulta para la subcapa piedra:

La subcapa estará constituida por piedras de peso aproximadamente igual a (1/10)*W50:

$$W50_{subcapa} = 75 \text{ kg}$$

$$Dn_{subcapa} = 0,30 \text{ m}$$

El espesor de la subcapa:
1,5*Dn50 (de la coraza): 0,95 m

Subcapa en las esquinas:
W50subcapa-esq= 105 kg
Dnsubcapa-esq = 0,35 m

El espesor de la subcapa:
1,5*Dn50 (de la coraza): 1,15 m

El espesor de la subcapa es variable debido a que constituye la capa de nivelación y conformación de taludes. En algunos sectores puntuales este espesor podría resultar menor al indicado.

Dado que el relleno está conformado por materiales de diferentes características, entre ellos material grueso, por lo tanto se colocará geotextil entre el talud original y la subcapa, solamente en los sitios donde se tiene material fino en el relleno (filtro). En los sectores donde se tenga material grueso no resulta necesario colocar geotextil.

Se perfilarán el talud original del relleno donde se requiera, especialmente en la parte superior para contar con un talud estable para la piedra.

2.1.3. Pie de Escollera.

El pie de escollera es el que acompaña una posible erosión que se produciría en el extremo de la estructura, lo cual evita el posible colapso del cuerpo principal de la misma y sirve de apoyo a la coraza.

La estabilidad de la protección al pie está afectada por la altura de ola, la profundidad de agua al sobre la protección y el peso específico del material.

Sin embargo la pendiente de la ola no afecta la estabilidad.

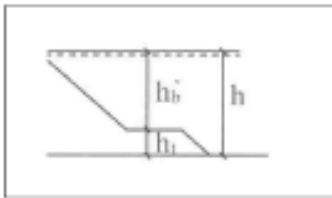


Figura 7. Parámetros que intervienen en una protección al pie.

Las siguientes expresiones pueden emplearse para el cálculo del tamaño de piedra para el pie de escollera:

$$N_s = H_s / \Delta D_{n50} = [(0.24 h_b / D_{n50}) + 1.6] * N_{od}^{0.15}$$

o la siguiente formula:

$$N_s = H_s / \Delta D_{n50} = [(6.2 (h_b / h)^{2.7}) + 2] * N_{od}^{0.15}$$

Hs: altura de ola significativa.

Δ : densidad específica del material.

Dn50: Diámetro nominal del enrocado.

h_b: profundidad de agua sobre la berma.

N_{od}: Número de unidades desplazadas de la protección en un ancho de Dn50.

N_{od} = 0,5 inicio del daño.

2 daño aceptable.

4 daño severo.

Se considera para el presente proyecto N_d=0,5.

Se optó para el cálculo de la protección al pie considerar una altura de ola de 0,7m con el nivel de agua igual al mínimo nivel de recurrencia de 50 años, este nivel no resultaría posible dado que el pie estaría en seco, por lo tanto se adopta para el cálculo el nivel de agua igual a la bajamar más baja que es aproximadamente igual a 0,20 m referido al cero Riachuelo.

Se adopta como otra condición de cálculo el nivel máximo de 50 años o sea 3,96m y altura de ola igual a 1,90m.

Se utilizó el programa de cálculo Cress, que emplea la formulación mencionada.

El diámetro de piedra necesario en el pie de escollera:

W50-Pie de escollera = 180 Kg.

Dn50-Pie de escollera = 0,40 m

Espesor igual a 2*Dn = 0,80 m

La longitud de la protección al pie debería ser igual a dos veces la erosión estimada. La erosión estimada (del lado de la seguridad) es aproximadamente igual a Eros.=1*H_s = 0,70 m, o sea que la longitud necesaria es:

$$L_{nec} .Prot. pie = 2 * Eros. = 2 * 0,70 m = 1,40 m.$$

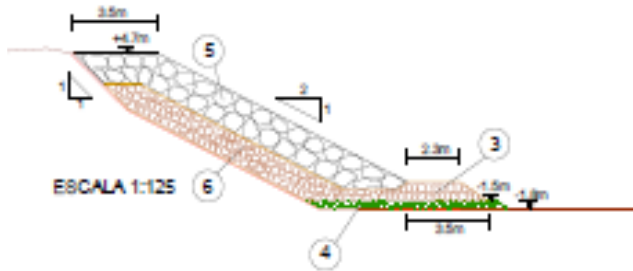
Se adopta una longitud de 2,30 m, donde indica una longitud de 3,5 m a contarse desde la cota superior y el final de la protección.

2.1.4. Banquina.

La subcapa y pie de escollera apoyará en parte sobre la banquina, la misma se materializará con piedra pequeña y cuyo espesor será igual a 0,3m.

$$W_{Banquina} = 1 \text{ a } 20 \text{ Kg}$$

2.1.5. Resultado final - Construcción de Defensa de Costas



Cobertura protección en esquina (similar morro):

- ⑤ Coraza: Dn50 = 0.76m - W50 = 1050Kg - Espesor = 1.52m
- ⑥ Subcapa: Dn50 = 0.35m - W50 = 105 Kg - Espesor (Indicado) = 1.15m
- ③ Pile: Dn50 = 0.40m - W50 = 180 Kg - Espesor = 0.80m
- ④ Banquina de fundación: W = 1Kg a 20Kg

Figura 8. Perfil tipo.

El geotextil fue colocado en los sectores donde se presentó suelo fino en el perfil a proteger.

2.2 Puentes

2.2.1. Descripción general

La estructura del Puente está fundada en 8 pilotes con camisa metálica perdida, excavados a -17,50 metros respecto al cero del Riachuelo, en función de los estudios de suelos realizados.

El tablero del puente es de planta recta, a cota +6 m respecto al cero del Riachuelo, de 31.85 m de longitud total, compuesto por tres (3) tramos, dos (2) tramos extremos de 9,275 m de longitud y un (1) tramo central de 13,30 m de longitud.

El ancho total del tablero del puente es de 9,00 m, compuesto por una calzada de 7,60 m de ancho, una vereda peatonal de 1,10 m de ancho y un cordón de 0,30 m de ancho.

La estructura del tablero del puente está constituida por seis (6) vigas premoldeadas pretensadas en banco de 0,82 m de altura, con una losa superior de 0,20 m de espesor, compuesta por prelasas de 0,05 m de espesor que funcionan como encofrado perdido y una losa de 0,15 m de espesor hormigonada in situ en segunda etapa. La estructura de los tres (3) tablero se completa con dos (2) vigas transversales extremas, y además, en el tablero central, se adiciona una (1) viga transversal central.

Las prelasas tienen un espesor de 5 cm de hormigón, y su armadura consta de barras longitudinales, transversales y vigas reticuladas de acero denominadas "trilogics". Los trilogics poseen dos funciones:

1. Transferir el corte entre el hormigón de la prelosa y el hormigón de segunda etapa de la losa.
2. Resistir la flexión generada en el estado constructivo por el peso del hormigón fresco (sin encofrados) sobre las prelasas en voladizo, vincular éstas con las prelasas de tramo y colaborar con la resistencia a flexión de la losa en la etapa de servicio.

Las vigas transversales son hormigonadas in situ en una segunda etapa. La vinculación entre las vigas transversales y las vigas principales se materializa mediante las armaduras longitudinales principales de las vigas transversales y mediante la unión mecánica de los hormigones de la viga transversal y la viga principal.

La transferencia de la flexión de la viga transversal a la viga longitudinal se realiza por medio de la armadura longitudinal principal superior ubicada en el sector de la losa y la inferior ubicada a lo largo de la viga transversal, atravesando las vigas principales por pases dejados ex profeso en éstas, garantizando la unión entre ambas.

La transferencia de corte se realiza mediante el mecanismo de "corte por fricción", el cual considera a la armadura longitudinal principal pasante como conectores de acero, y la superficie rugosa del alma de la viga principal en contacto con la viga transversal garantiza la transferencia por fricción.

Respecto al método constructivo, en primer término se montan las vigas principales, y a continuación, se deberán montar las prelasas del tablero, para luego realizar el completamiento de la armadura según proyecto y el hormigonado en segunda etapa de las vigas transversales y de la losa del tablero. En general, es posible hormigonar en primer término las vigas transversales, y luego la losa del tablero.

El diseño del tablero se completa con barandas metálicas a ambos costados de la calzada, juntas de dilatación elásticas en los extremos del puente y en correspondencia con las pilas, carpeta de rodamiento de espesor variable, y desagües de calzada con caños de 100 mm de H^oG^o.

2.2.2 Resultado final - Puente

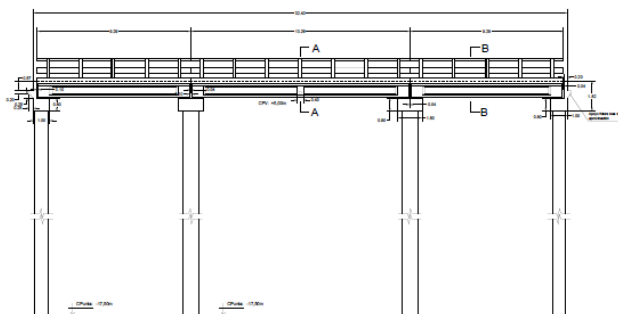


Figura 9. Vista longitudinal.

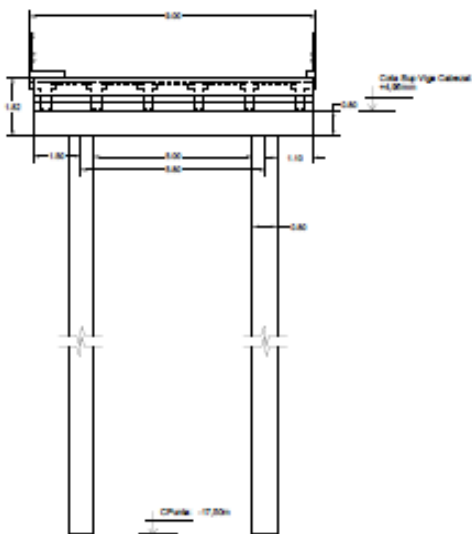


Figura 10. Vista transversal.

2.3 Cabecera de Escollera en el Relleno al Norte del Sexto Espigón

La cabecera se materializará mediante una escollera de piedra de 50 m de longitud con el coronamiento de 20 m de ancho a cota +4,0m (referido al cero Riachuelo).

Esta escollera estará compuesta estructuralmente por la coraza de protección, núcleo, protección al pie y banquina.

La nueva escollera, que funcionará como cabecera de cruce, se emplazará sobre el lecho del Río de la Plata aproximadamente paralelo al eje del canal de salida de la central termoeléctrica puerto Nuevo. Por la ubicación de la escollera se dividió la coraza en los siguientes sectores: talud externo (frente al Río de la Plata), talud interno (mira hacia el canal), morro y coronamiento.

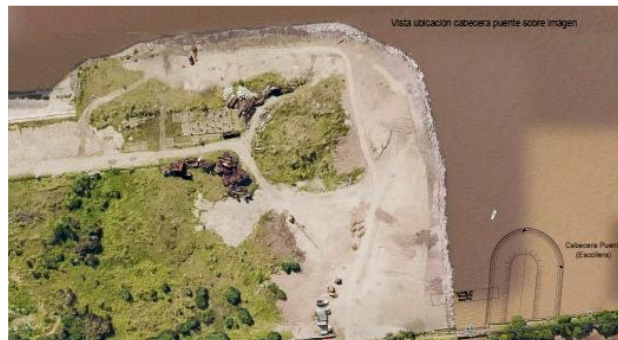


Figura 11. Vista aérea de la ubicación de la obra "Cabecera de Escollera".

2.3.1. Diseño Estructural - Enrocado de coraza sobre el talud externo, talud interno, coronamiento y sector del morro.

Para el sector de la coraza de protección que corresponde al Morro el peso de la piedra resulta igual a 1,5 veces el peso de piedra del tronco, por lo tanto se calculará la piedra en el tramo recto del talud externo y se multiplicará por el factor 1,5 para obtener el tamaño de piedra en el morro.

Para el sector del talud interno que estará afectada por el sobrepaso y parte del oleaje que pueda ingresar al canal se adoptará la piedra que se calcula para el talud externo y este mismo tamaño se adoptará para el coronamiento.

Se utilizarán los siguientes parámetros de cálculo:

$$H_s = 1,9 \text{ m}, H_s = 1,8 \text{ m}$$

$$T_m = 3,9 \text{ seg.}, T_m = 4,7 \text{ seg}$$

Se utilizaron las mismas fórmulas de Van Der Meer que para el cálculo de la Defensa de Costas.

Para el sector de la protección que corresponde al Morro el peso de la piedra resulta igual a 1,5 veces el peso de piedra del tronco debido a la exposición por la concentración de energía del oleaje. Por lo tanto en el sector del morro la piedra de coraza debería tener un peso de 1150 Kg.

$$W_{50} \text{ morro} = W_{50} \text{ Talud externo} = 1250 \text{ Kg}$$

$$D_n 50 \text{ morro} = D_n 50 \text{ Talud externo} = 0,78 \text{ m.}$$

El espesor de la coraza en el morro y talud externo será igual a:

Esp. Coraza Morro y talud externo = $2Dn50$ morro = $2Dn50$ Talud externo 1,56 m.

La piedra de coraza que se adoptará para el coronamiento y talud interno será próxima a la calculada para el talud externo:

Diámetro nominal: $Dn50$ -Talud interno y coronamiento = 0,65 m

$W50$ -Talud interno y coronamiento = 750 kg

El espesor de esta capa de enrocado es igual a $2Dn50 = 1,30$ m

2.3.2. Piedra de Núcleo

La estructura del núcleo debe permitir que se cumpla con la ley de filtro y que el material de dicha capa no se fugue entre los espacios que dejan la capa externa, para que cumpla este requerimiento se emplea un peso de aproximadamente 1/10 del peso de la piedra de la coraza.

Por lo tanto, el núcleo estará constituido por piedras de peso aproximadamente igual a $(1/10) * W50$, resultando lo siguiente:

$(1/10) * 750$ Kg = 75 kg (talud interno y coronamiento)

$(1/10) * 1250$ Kg = 125 Kg (Talud externo y morro).

$W50$ -Núcleo = piedras entre 75 kg a 125 Kg

Dn -Núcleo = 0,30m a 0,36m

2.3.3. Pie de la escollera

El pie de escollera es el que acompaña una posible erosión que se produciría en el extremo de la estructura, lo cual evita el posible colapso del cuerpo principal de la misma y sirve de apoyo a la coraza.

La estabilidad de la protección al pie está afectada por la altura de ola, la profundidad de agua sobre la protección y el peso específico del material.

Para el cálculo de la protección al pie se considera una altura de ola de 0,7 m con el nivel de agua igual al mínimo nivel de recurrencia de 50 años (-2,27 m). Se verificará también como otra condición de cálculo el nivel máximo de 50 años o sea 3,96 m y la altura de ola igual a 1,90 m.

Se utilizó el programa de cálculo Cress para el cálculo del diámetro de piedra necesario en el pie de escollera.

$W50$ -Pie de escollera = 180 Kg.

$Dn50$ -Pie de escollera = 0,40 m

Espesor se adopta $3 * Dn = 1,20$ m

La longitud de la protección al pie debería ser igual a dos veces la erosión estimada. La erosión estimada (del lado de la seguridad) es aproximadamente igual a $Eros. = 1 * H_s = 0,70$ m, o sea que la longitud necesaria es:

$L_{nec. Prot. pie} = 2 * Eros. = 2 * 0,70$ m = 1,40 m.

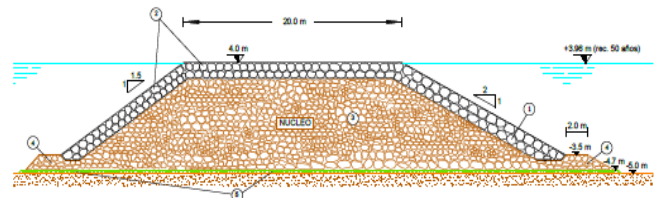
Se adopta una longitud de 2,00 m.

2.3.4. Banquina

La subcapa y pie de escollera apoyará en parte sobre la banquina, la misma se materializará con piedra pequeña y cuyo espesor será igual a 0,3 m.

$W_{Banquina} = 1$ a 20 Kg

2.3.5. Resultado final - Cabecera de Escollera en el Relleno al Norte del Sexto Espigón



- ① Coraza talud externo y Morro: $Dn50 = 0.78m$ - $W50 = 1250Kg$ - Espesor = 1.56m
- ② Coraza talud interno y coronamiento: $Dn50 = 0.65m$ - $W50 = 750$ Kg - Espesor = 1.30m
- ③ Núcleo: $Dn50 = 0.30m$ a $0.36m$ - $W50 = 75$ Kg a 125 Kg
- ④ Pie: $Dn50 = 0.40m$ - $W50 = 180Kg$ - Espesor = 1.20m
- ⑤ Banquina de fundación: $W = 1Kg$ a $20Kg$

Figura 12. Perfil tipo.

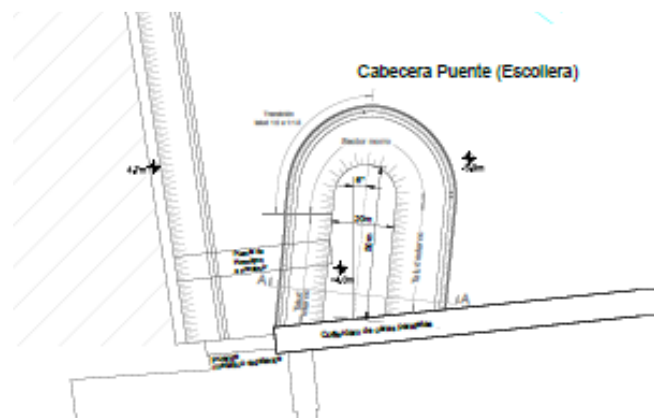


Figura 13. Vista en planta de la Cabecera de Escollera.

3 RESULTADOS

3.1 Estudio de Impacto Ambiental

En principio, se estudió la Legislación Ambiental para evaluar las normativas vigentes.

La calidad actual del medio en el lugar está determinada por las actividades portuarias y las de operación de las centrales térmicas que se encuentran en Puerto Nuevo, se trata de una zona industrial, con concentraciones elevadas de gases y de ruidos intensos.

Todos los impactos ambientales negativos analizados en la zona por la ejecución de las obras tienen un carácter leve.

La obra de protección costera frente a la acción del oleaje, tendrá un impacto positivo, ya que contribuye a evitar la actual erosión del relleno existente.

El puente tal como fue proyectado, siguiendo recomendaciones de estudios realizados por el Instituto Nacional del Agua, garantizará las condiciones actuales de escurrimiento y refrigeración de la central termoeléctrica.

Valoración cualitativa de los impactos ambientales

ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7
FACTORES	ODOROS Y TAREAS PERSISTENTES	AZORO DE AREOS	PLAYA DE CONSTRUCCION	RIS DE CAMINOS	BALIZAJE Y DEFENSA DE LA COSTA	CONSTRUCCION DEL PUENTE	EJECUCION DE CABECERA
BIOLÓGICO							
Contaminación	-	*	-	-	*	-	*
Erosión	*	*	-	-	*	-	*
Contaminación	-	*	-	-	*	-	*
AGUA							
Contaminación	-	*	-	-	*	-	*
Obstrucción	-	*	-	-	*	-	*
AIRE							
Emisión de contaminantes	*	*	-	-	*	-	*
Ruido	*	*	-	-	*	-	*
FLORA							
Vegetación	*	*	-	-	*	-	*
COMUNIDADES ADYACENTES							
Tráfico regular	*	*	-	-	*	-	*
Generación de empleo	*	*	-	-	*	-	*
Cambios en el paisaje	*	*	-	-	*	-	*

- Impacto despreciable; * Impacto bajo; ** Impacto moderado; *** Impacto alto; **** Impacto muy alto *****

Figura 14. Matriz de Impacto Ambiental.

La matriz de impacto ambiental arrojó resultados considerados irrelevantes o bien caracterizados como compatibles con el medio ambiente.

3.2 Modelos de Oleaje

Se utilizó el Modelo SWAN (Simulating WAVes Nearshore) con el objetivo de comparar

las propiedades del oleaje generado por el viento de dirección E (el más frecuente) y SE (el de mayor Fetch y vientos de mayor intensidad), de 21,7 m/s y de 24 m/s respectivamente, para un período de retorno de 100 años, en el área en estudio, para las situaciones sin obra y con la obra de cabecera de relleno.

Las corridas del modelo se establecieron para un nivel del río NM; +4 metros, siendo un nivel extraordinario y que puede considerarse asociado a vientos intensos soplando desde el SE.

La información batimétrica utilizada en este estudio procede de la carta del Servicio de Hidrografía Naval (SHN).

El resultado de la modelación permitió obtener información sobre la altura, período, dirección y variables del oleaje, en forma directa, para cualquier nodo de la grilla de cálculo, o mediante un proceso de interpolación, para cualquier posición.

El modelo se implementó sobre grillas de cálculo anidadas de resolución creciente. La malla de menor resolución es la que abarca la carta H156, 16.600 x 10.300 m, 167 x 104 nodos, Δx: Δy: 100 m (Carta H-156). Todas las unidades de medida están referidas al sistema de coordenadas planas Gauss Krüger.

Con lo cual se determinó que la obra en estudio no modificará los patrones de circulación, de propagación de olas ni de transporte de sedimentos significativamente.

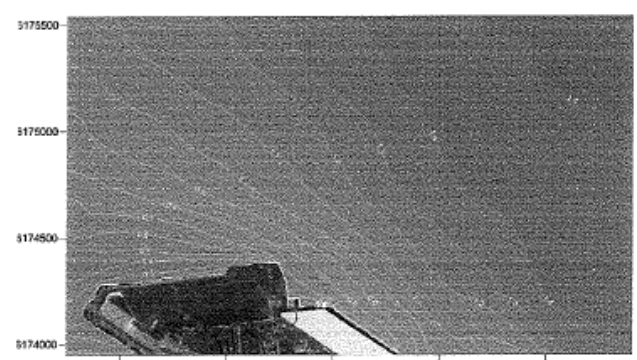


Figura 15. Altura de ola con viento del Este para la situación con obra.

3.3 Obra finalizada



Figura 16. Vista general hacia el Este.



Figura 17. Vista general hacia el Norte.

4 CONCLUSIÓN

Las obras descritas forman parte de una planificación estratégica a largo plazo que incluye la flexibilidad del puerto ante las demandas de infraestructura mediante la construcción de áreas de relleno que se le ganarán al río. Buscando lo siguiente:

- Mejoramiento de los accesos náuticos.
- Mejoramiento de la capacidad operativa portuaria.
- Terminal de Pasajeros.
- Mejoras de la capacidad logística.
- Mejoramiento de los accesos viales.
- Mejoramiento de los accesos ferroviarios.

En función al Estudio de Impacto Ambiental, se concluyó que el mismo afirma que el resultado de las obras no representan un riesgo significativo para el ambiente, que todos los impactos negativos analizados tienen un carácter leve y que la obra de protección costera, frente a la acción del oleaje, tiene un impacto positivo al evitar la erosión que venía ocurriendo.

5 REFERENCIAS

Gerencia de Ingeniería, AGP SE, Puerto Buenos Aires (2013), Estudio de Situación Actual y Futura.

MarCom Working Group 158, PIANC (2014), Masterplans for the Development of Existing Ports.

Instituto Nacional de Agua y del Ambiente (INA), Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Estudio de descarga de la Central.

Castellano, R.; Haspert, C. A.; Tomazin, N.; Caceres, R.; Peralta, S. I. (2012), Evaluación del Oleaje en el Morro de la Escollera del Puerto Buenos Aires, Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua (INA), Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Recursos Hídricos. Buenos Aires. p. 21.

Escalante, R; Sivori, G. (2012). "Diseño de Canales". EGIP (Escuela de Graduados en Ingeniería Portuaria). Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

PIANC (2006) Report No. 25, Maintenance and Renovation of Navigation Infrastructure, Report No. 103, Life cycle Management of Port Structures Recommended Practice for Implementation, Permanent International Association of Navigation Congresses, Brussels, Belgium.

ROM 0-11 (2011). Recomendaciones Generales, ROM 1-11 (2011). Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Abrigo, Puertos del Estado, España.

Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa (2016). Avisos a los Navegantes. Folleto No 9, Publicación H-216.

Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa (2016). Derrotero Argentino. Publicación H-201 Parte 1 "Río de la Plata" Armada Argentina, Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa.

Puertos del Estado de España (2004). "Curso General de Dragados", España.

Marine Traffic (2016). Derrotas de buques en tiempo real. www.marinetraffic.com