



INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA

SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

REPÚBLICA ARGENTINA

**PUERTO
BUENOS AIRES**

ESTUDIOS HIDRÁULICOS PARA LA MODERNIZACIÓN DEL PUERTO DE BUENOS AIRES

Cuarto Informe de Avance



**Proyecto LHA366
Informe LHA 04-366-18
Ezeiza, Mayo de 2018**

Laboratorio de Hidráulica

AUTORIDADES DEL INA

PRESIDENTE

Ing. Pablo SPALLETTI

GERENTE DE PROGRAMAS Y PROYECTOS

Ing. Jorge A. MAZA

DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA

Ing. Julio C. DE LÍO

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Ángel N. MENÉNDEZ

Jefe del Programa de Hidráulica Computacional

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. Martín SABAROTS GERBEC

Ing. Nicolás TOMAZÍN

Ing. Mag. Mariano RE

Ing. Pablo GARCÍA

ESTUDIOS HIDRÁULICOS PARA LA MODERNIZACIÓN DEL PUERTO DE BUENOS AIRES

Cuarto Informe de Avance

RESUMEN

Se presentan resultados de agitación por oleaje asociado a eventos extremos, resultados finales de tasas y volúmenes de sedimentación proyectados, resultados finales de impacto de las descargas térmicas de las centrales termoeléctricas, un análisis sobre tiempos de residencia y una estadística de corrientes registradas.

Descriptores temáticos: agitación, sedimentación, estratificación térmica, plumas de turbidez

Descriptores geográficos e institucionales: Río de la Plata, Puerto de Buenos Aires, Administración General de Puertos

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	AGITACIÓN POR EVENTOS EXTREMOS	5
2.1	Consideraciones generales	5
2.2	Secciones y puntos de control	5
2.3	Escenarios hidrodinámicos para el análisis	6
2.4	Resultados	7
2.5	Evaluación de la extensión del Malecón Sur	10
3	SEDIMENTACIÓN	11
3.1	Consideraciones generales	11
3.2	Recalibración del modelo sedimentológico	11
3.3	Escenarios Futuros	14
3.3.1	Volúmenes anuales sedimentados	14
3.3.2	Análisis	20
4	DESCARGAS TÉRMICAS	22
4.1	Consideraciones generales	22
4.2	Calibración del modelo	22
4.3	Distribución de sobretemperatura	26
4.4	Estratificación térmica	31
4.5	Tomas de agua	33

4.6	Cambio en las condiciones ambientales	35
4.6.1	Sobretemperatura	35
4.6.2	Estratificación	38
5	TIEMPO DE RESIDENCIA	39
5.1	Planteo del problema	39
5.2	Situación actual	39
5.3	Escenarios Futuros	40
6	ESTADÍSTICA DE CORRIENTES	43
6.1	Consideraciones generales	43
6.2	Resultados del análisis de los datos	45
7	CONCLUSIONES	49

1 INTRODUCCIÓN

La Administración General de Puertos (AGP) ha desarrollado un proyecto preliminar de nueva configuración para el Puerto de Buenos Aires, y ha encargado al INA llevar a cabo estudios para evaluar y optimizar su desempeño hidráulico.

En el Primer Informe de Avance, producido en junio de 2017, se efectuó una primera descripción expeditiva de las metodologías a utilizar para llevar adelante esos estudios, y se presentaron algunos resultados preliminares a título de ilustración del tipo de productos a obtener. Previamente, se resumieron los antecedentes de estudios para la ampliación del Puerto de Buenos Aires.

En el Segundo Informe de Avance, producido en agosto de 2017, se desarrolló el análisis de la agitación utilizándose mallas de cálculo más finas y ampliando el espectro de escenarios, se presentaron resultados completos para el estudio de impacto hidráulico, se mostraron resultados sobre la hidrodinámica en el interior del puerto, y se presentaron las tasas de sedimentación en todas las dársenas del puerto actual obtenidas en base a los datos de relevamientos.

En el Tercer Informe de Avance, producido en enero de 2018, se presentaron análisis de comportamiento para distintos escenarios de configuración portuaria, incluyendo la agitación en el interior del recinto, la sedimentación en las distintas zonas del puerto, y la dinámica provocada por la descarga de agua sobrecalentada de las centrales termoeléctricas. Además, se analizó el potencial impacto de vertidos de suelo durante la construcción y la consiguiente formación de plumas de turbidez.

En este Cuarto Informe de Avance se completan los estudios. La organización del Informe es como sigue:

- En el capítulo 2 se presentan resultados de agitación por oleaje asociado a eventos extremos.
- En capítulo 3 se presentan los resultados finales de tasas y volúmenes de sedimentación proyectados, luego de la recalibración del modelo.
- En el capítulo 4 se muestra la recalibración del modelo hidrotérmico, y se presentan los resultados finales de impacto de las descargas térmicas de las centrales termoeléctricas.
- En el capítulo 5 se desarrolla un análisis sobre tiempos de residencia.
- En el capítulo 6 se presenta una estadística de corrientes registradas.
- En el capítulo 7 se desarrollan las conclusiones de esta última etapa de estudios.

2 AGITACIÓN POR EVENTOS EXTREMOS

2.1 Consideraciones generales

Los resultados presentados en el Tercer Informe de Avance, referidos a la evaluación de un amplio conjunto de variantes propuestas para el proyecto de ampliación del Puerto de Buenos Aires, permitieron identificar las alternativas de mayor interés para un análisis complementario desde el punto de vista de la agitación interna producida por el oleaje.

En virtud de esos resultados, se seleccionaron las alternativas E3, E6 y E7 para evaluar su respuesta frente a la ocurrencia de eventos extremos.

Esta etapa de evaluación incorpora una caracterización del oleaje en términos más realistas, considerando espectros direccionales para representar las olas incidentes en cada escenario hidrodinámico analizado. Las simulaciones realizadas corresponden a condiciones de oleaje (Hs, Tp y Dir) y niveles de marea asociados a eventos con períodos de retorno de $Tr = 10$ años.

Las características referidas a la conformación de las mallas de cálculo para la aplicación de CGWAVE, tamaños y cantidad de elementos, propiedades reflejantes y demás, responden a las mismas consideraciones presentadas en el Segundo Informe de Avance.

2.2 Secciones y puntos de control

Con el propósito de identificar valores promedio de Hs correspondientes a diferentes ubicaciones de interés para el análisis, se dispuso una serie de secciones y puntos de control, los cuales se indican en la Figura 2-1. De esta manera, pueden identificarse los siguientes sectores:

- Secciones de control en Acceso al puerto: Canal, Boca, Boca Nueva (BN)
- Secciones de control en muelles de Dársenas: Dársena Norte (DN), Dársenas A a E (DA, DB, DE), y Cabecera del Espigón 6 (CE6)
- Secciones de control en muelles nuevos: MN1 y MN2.
- Puntos de control en zonas de maniobras de los buques: Antepuerto (Ant) y Maniobras (Man).

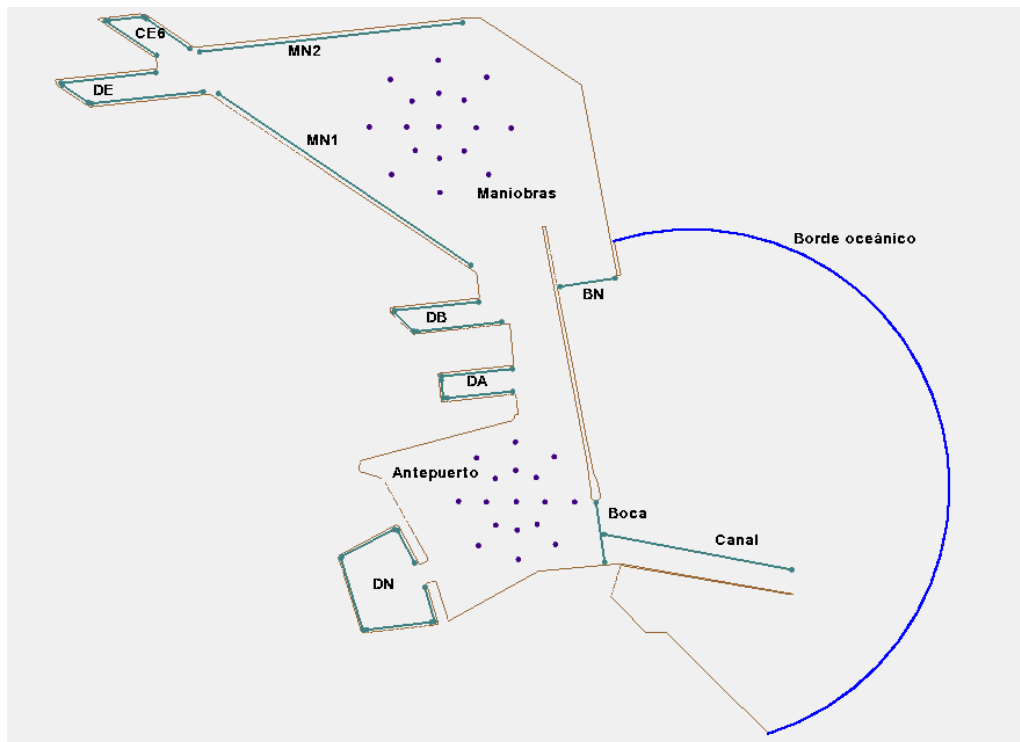


Figura 2-1. Ubicación de puntos y secciones de control.

2.3 Escenarios hidrodinámicos para el análisis

El conjunto de escenarios hidrodinámicos utilizados para realizar las simulaciones fue seleccionado sobre la base de los resultados presentados en el Segundo Informe de Avance para el análisis de valores extremos en la zona de acceso al puerto.

La Tabla 2-1 muestra los valores de altura significativa, período de pico y dirección de incidencia del oleaje considerados para representar el oleaje propagado desde el contorno del modelo (borde oceánico) hacia el interior del recinto. Los mismos caracterizan paramétricamente a las olas generadas en esa zona por vientos de la dirección indicada como nombre del escenario e intensidad correspondiente a $T_r = 10$ años.

Para representar la distribución de densidad de energía de las olas en la modelación se utilizó la función de Jonswap. Los escenarios de análisis para cada simulación se completan con la consideración de un nivel de marea de $N = 3.50$ MOP, asociado también al valor de $T_r = 10$ años.

Tabla 2-1. Parámetros del oleaje utilizados para la modelación

Escenario	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)
Viento NE	1.59	5.30	71.8
Viento ENE	1.77	5.60	93.1
Viento E	1.96	6.14	100.8
Viento ESE	1.94	6.14	109.7
Viento SE	1.90	6.14	114.0

2.4 Resultados

Para este análisis se realizaron en total 15 simulaciones numéricas, evaluando la agitación interna producida por cada uno de los escenarios de la Tabla 2-1 para las tres configuraciones portuarias seleccionadas.

La Tabla 2-2 presenta los resultados de la modelación, indicando valores de altura significativa Hs promedio en cada sector de interés.

La Figura 2-2 a la Figura 2-4 muestran la comparación de la agitación promedio obtenida en los diferentes sectores de interés para la actividad del puerto correspondientes a los tres escenarios.

Los valores de Hs observados en los tres casos no difieren demasiado entre sí, a excepción de la Dársena A, que puede verse comprometida por la incidencia de las sudestadas para el caso de la configuración E7.

Estos resultados motivan el análisis sobre la longitud que debería tener el Malecón Sur para proteger el interior del puerto frente a la ocurrencia de sudestadas si se optara por una configuración que contemplara el corrimiento de la Escollera Sur.

Tabla 2-2. Resultados de la modelación

Esc	Dir	Promedio Hs (m) para cada sector											
		Canal	Boca	DN	DA	DB	CE6	DF	MN1	MN2	Ant	Man	BN
E3	NE	1.61	1.66	0.35	0.27	0.10	0.10	0.11	0.19	0.20	0.76	0.24	0.25
	ENE	1.52	1.60	0.40	0.26	0.09	0.10	0.11	0.16	0.17	0.92	0.18	0.27
	E	1.61	1.67	0.43	0.29	0.10	0.10	0.12	0.15	0.15	0.99	0.17	0.29
	ESE	1.46	1.48	0.39	0.25	0.08	0.09	0.10	0.12	0.12	0.93	0.13	0.26
	SE	1.37	1.37	0.36	0.23	0.08	0.08	0.09	0.11	0.11	0.88	0.12	0.24
E6	NE	1.57	1.58	0.38	0.27	0.07	0.09	0.09	0.12	0.14	0.99	0.14	1.17
	ENE	1.56	1.54	0.43	0.28	0.08	0.14	0.14	0.16	0.20	1.05	0.20	1.45
	E	1.82	1.60	0.40	0.22	0.10	0.16	0.19	0.20	0.25	1.06	0.25	1.88
	ESE	1.75	1.46	0.37	0.30	0.10	0.21	0.19	0.22	0.29	1.03	0.30	1.91
	SE	1.71	1.80	0.32	0.30	0.10	0.19	0.18	0.21	0.27	0.91	0.29	1.85
E7	NE	1.58	1.72	0.33	0.34	0.11	0.09	0.10	0.18	0.19	0.76	0.24	0.26
	ENE	1.70	1.72	0.38	0.46	0.10	0.10	0.10	0.15	0.18	0.93	0.18	0.34
	E	1.75	1.89	0.43	0.59	0.11	0.13	0.12	0.17	0.20	1.06	0.22	0.41
	ESE	1.76	1.91	0.41	0.70	0.15	0.14	0.14	0.20	0.22	1.06	0.23	0.48
	SE	1.72	1.83	0.38	0.71	0.15	0.14	0.14	0.19	0.22	1.01	0.23	0.48

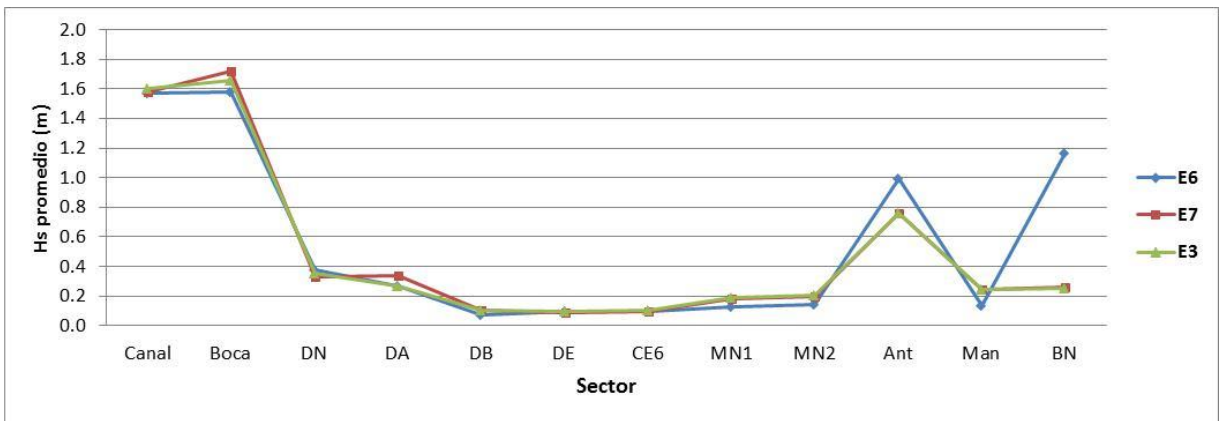


Figura 2-2. Valores de agitación promedio para el oleaje generado por Viento NE

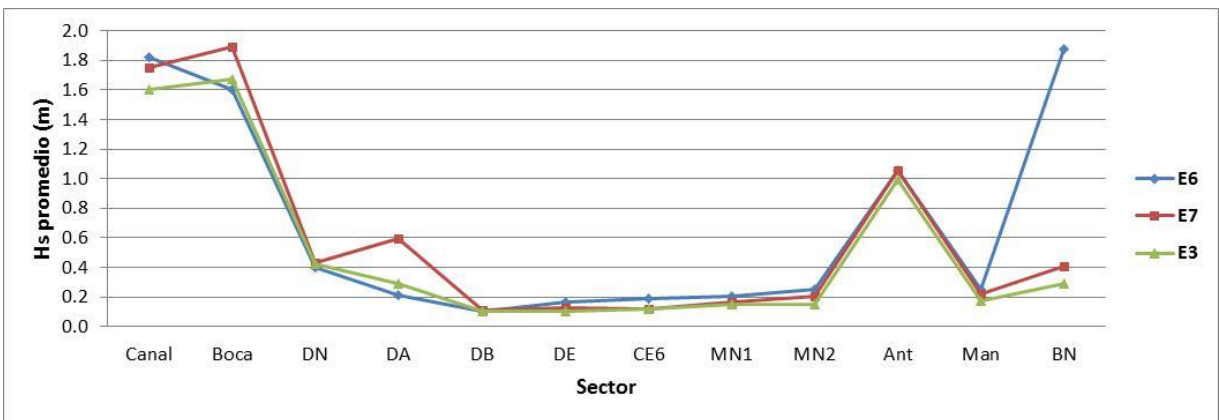


Figura 2-3. Valores de agitación promedio para el oleaje generado por Viento E

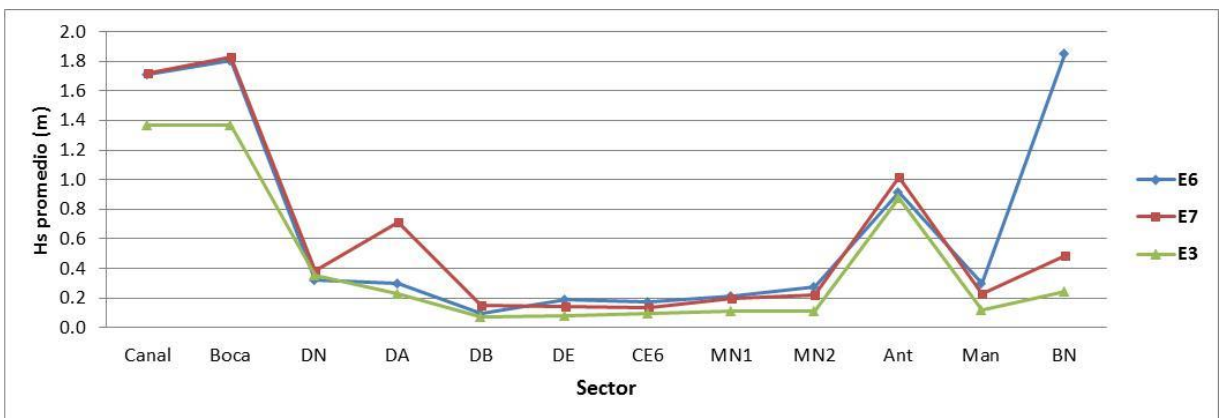


Figura 2-4. Valores de agitación promedio para el oleaje generado por Viento SE

2.5 Evaluación de la extensión del Malecón Sur

Se realizaron 4 simulaciones adicionales para representar los efectos de la prolongación del Malecón Sur desde su extensión actual (Configuración E7) hasta la configuración correspondiente a E3, con una prolongación de 550 m. Cada una de las situaciones adicionales contempla un incremento en longitud acumulado de 110 m.

Para todos los casos se consideró oleaje generado por Viento SE con nivel de marea N = 3.5 MOP. Los resultados se muestran en la Figura 2-5.

La agitación en la Dársena A (sector más comprometido) se atenúa fuertemente para extensiones mayores a 220 m. Prácticamente no existe diferencia entre 330 y 550 m.

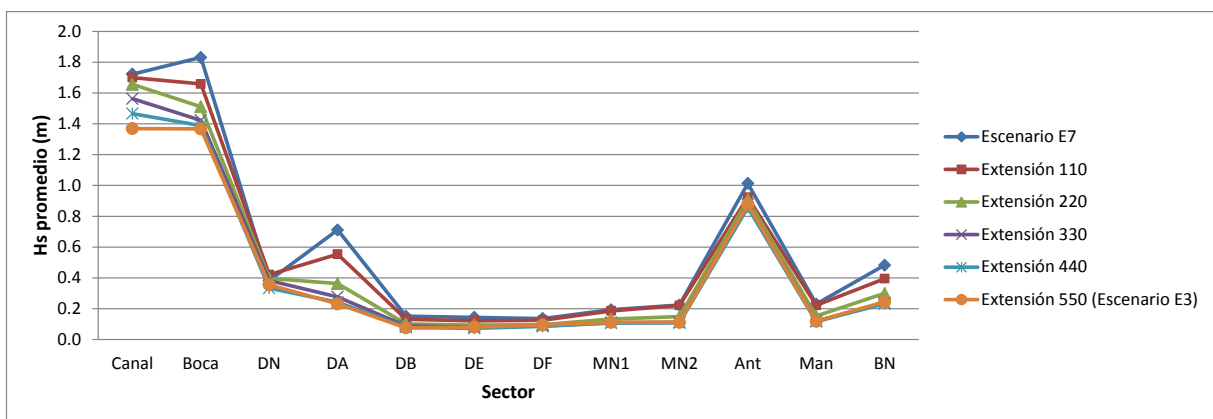


Figura 2-5. Extensión del malecón Sur para oleaje SE

3 SEDIMENTACIÓN

3.1 Consideraciones generales

En el Primer, Segundo y Tercer Informes de Avance se presentó:

- Una descripción de los datos de base disponible sobre relevamientos batimétricos y operaciones de dragado en el Puerto de Buenos Aires.
- Un análisis de los relevamientos batimétricos para la dársenas A, B, C, D, E y Terminal 6, en base al cual se estimaron distribuciones espaciales de sedimentación y tasas medias espaciales de sedimentación.
- Una metodología utilizada para modelar la sedimentación, calibrada con las tasas de sedimentación estimadas en las diferentes dársenas para la configuración actual del puerto.
- Predicción de la sedimentación para escenarios futuros.

En esta etapa final del trabajo, luego de un análisis de las estimaciones de sedimentación para la situación actual a partir de los datos disponibles, llevada a cabo en conjunto con el equipo técnico de la AGP, se produjeron ajustes en estos valores de referencia, por lo cual fue necesario proceder a una actualización de la modelación del fenómeno. En este Cuarto Informe de Avance se describe la recalibración del modelo sedimentológico, y se la aplica para estimar las tasas y volúmenes de sedimentación correspondientes a escenarios de proyecto.

3.2 Recalibración del modelo sedimentológico

El sedimento fino en suspensión se caracterizó mediante un diámetro medio d_{50} de $25 \mu\text{m}$ ¹, al que le corresponde una velocidad de caída de 0.4 mm/s. La tensión de corte crítica de sedimentación se estableció en 0.1 N/m^2 . Para la concentración ambiente del sedimento en suspensión se adoptó el valor de 225 mg/l^2 . El modelo se operó con las condiciones mareológicas del periodo 01/mar/2004 al 30/mar/2004, que es representativo de condiciones hidrodinámicas normales. Se adoptó la formulación 2D.

¹ Monica Fossati (2013). "Dinámica global de sedimentos finos en el Río de La Plata". Tesis Doctoral. Facultad de Ingeniería, UdelaR. Montevideo, Uruguay.

² Menéndez, A. N. (1997), Estudio del Impacto de Obras de Dragado y Relleno en el Puerto de Bs As, Informe LHA-INA 01-157-97.

La Figura 3-1 muestra el mapa de tasas medias temporales de sedimentación obtenidas con el modelo para la configuración actual del puerto. Las menores tasas de sedimentación se observan en el Canal de Pasaje. A partir de este mapa se determinaron, multiplicando las tasas de sedimentación por el área de cada celda, los volúmenes sedimentados. Integrando estos resultados en los distintos sectores de análisis, se obtuvieron los volúmenes anuales sedimentados que se presentan en la Tabla 3-1 y en la Figura 3-2, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde también se indican los volúmenes sedimentados observados. El acuerdo general entre lo modelado y lo observado se considera satisfactorio. Se observa que los resultados del modelo muestran las mismas tendencias que los obtenidos de los relevamientos. Existe una tendencia del modelo a subestimar los volúmenes sedimentados, del orden del 10% para los volúmenes totales sedimentados, lo cual se considera razonable teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a la estimación de dichos volúmenes a partir de análisis batimétricos.

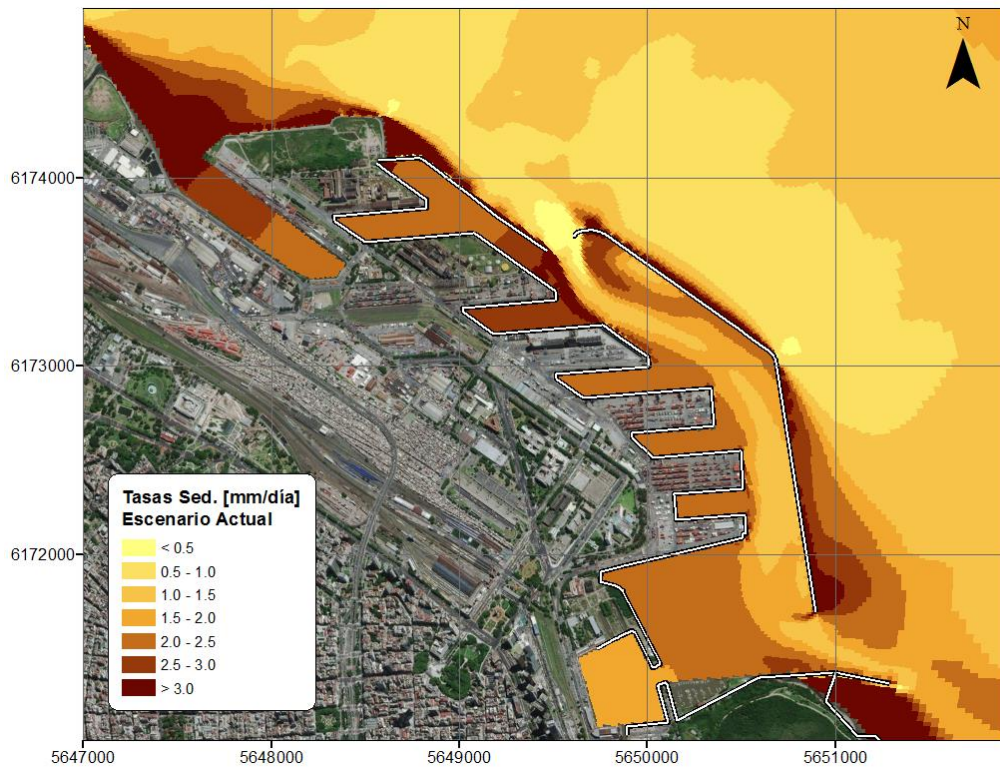


Figura 3-1. Distribución espacial de tasa media temporal de sedimentación para la configuración actual del puerto.

Tabla 3-1 Volúmenes anuales sedimentados en las dársenas y en el canal de pasaje.

Dársena	Volúmenes sedimentación observados [m ³ /año]	Volúmenes sedimentación simulados [m ³ /año]
A	40202	37600
B	44416	58100
C	96843	63400
D	100705	79700
E	61945	73800
Terminal 6	34537	44800
Canal Pasaje	828104	719400
TOTAL	1206751	1076800

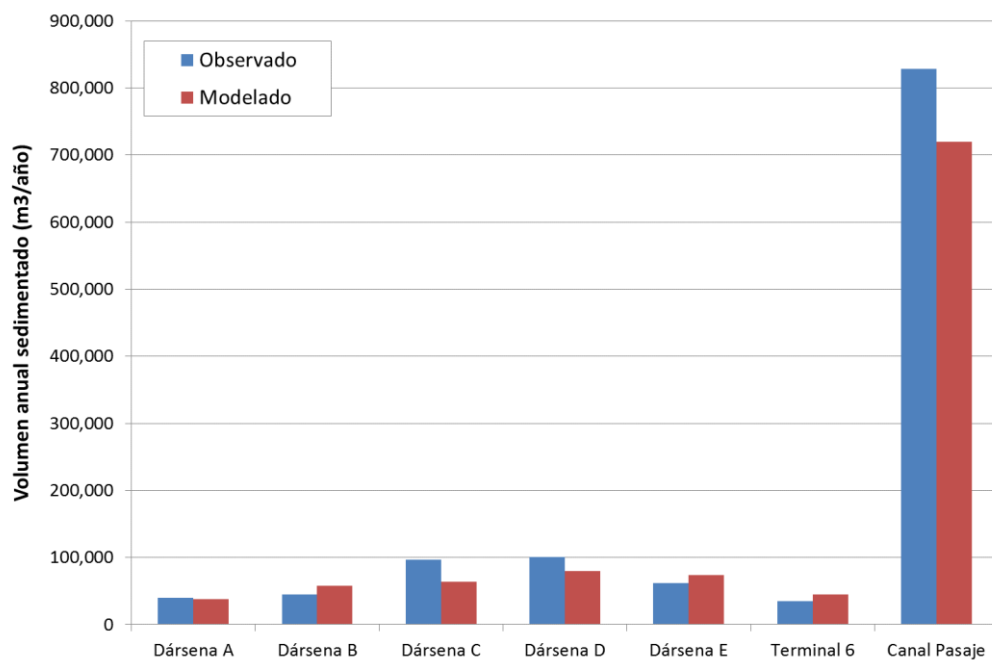


Figura 3-2. Volúmenes sedimentados anuales.

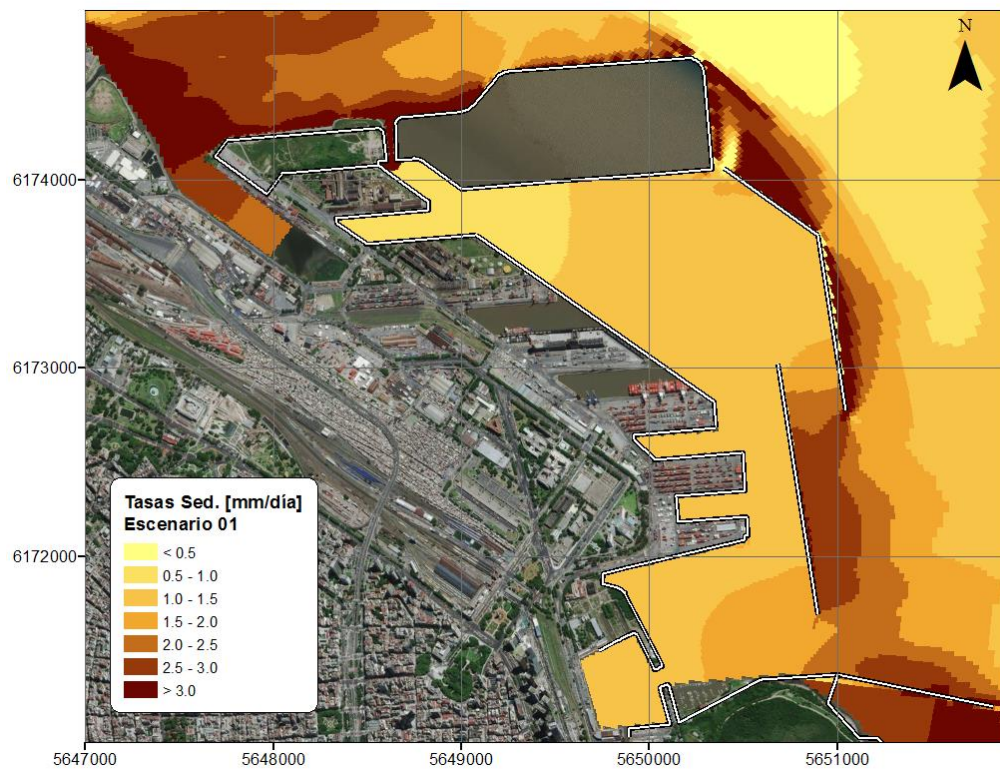
3.3 Escenarios Futuros

3.3.1 Volúmenes anuales sedimentados

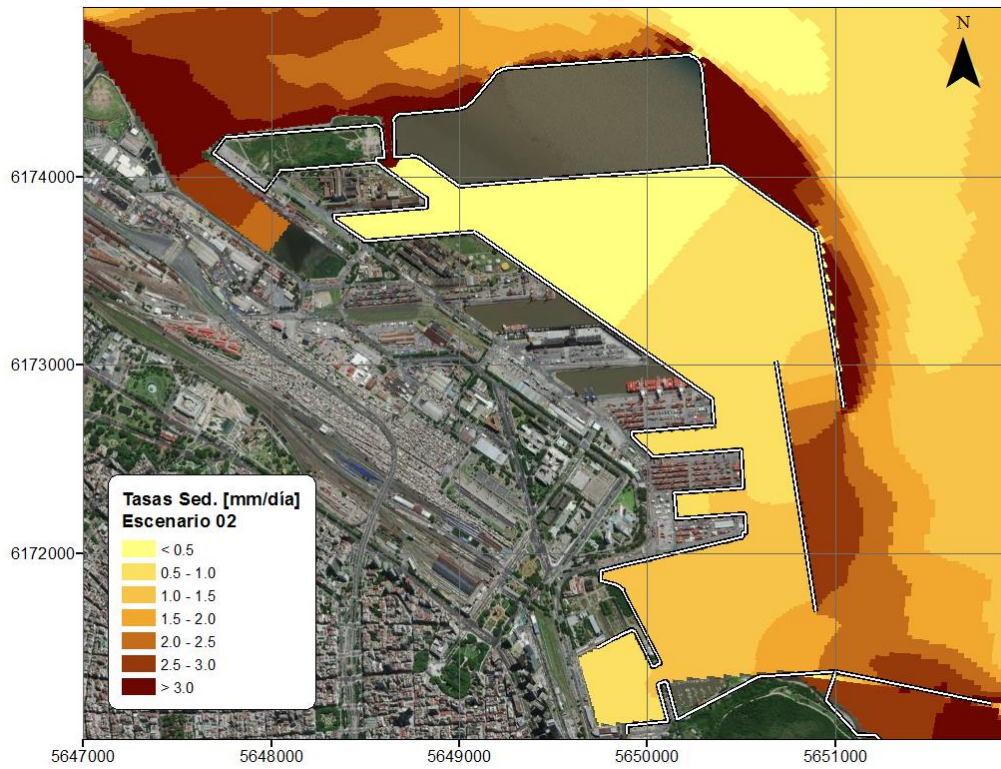
De entre los escenarios futuros planteados en el Tercer Informe de Avance, se seleccionaron los siguientes a los fines de determinar los volúmenes anuales sedimentados:

- *Escenario 1:* Se lo consideró como escenario base.
- *Escenario 2:* Para determinar el efecto de eliminar la Boca Falsa.
- *Escenario 4:* Para determinar el efecto de la modificación del extremo sur de la escollera.
- *Escenario 5:* Para determinar el efecto de la extensión de la obra de abrigo Sur.
- *Escenario 9:* Para determinar el efecto de la extensión del relleno exterior.
- *Escenario 3:* Para determinar el efecto combinado de eliminar la Boca Falsa y modificar el extremo sur de la escollera.

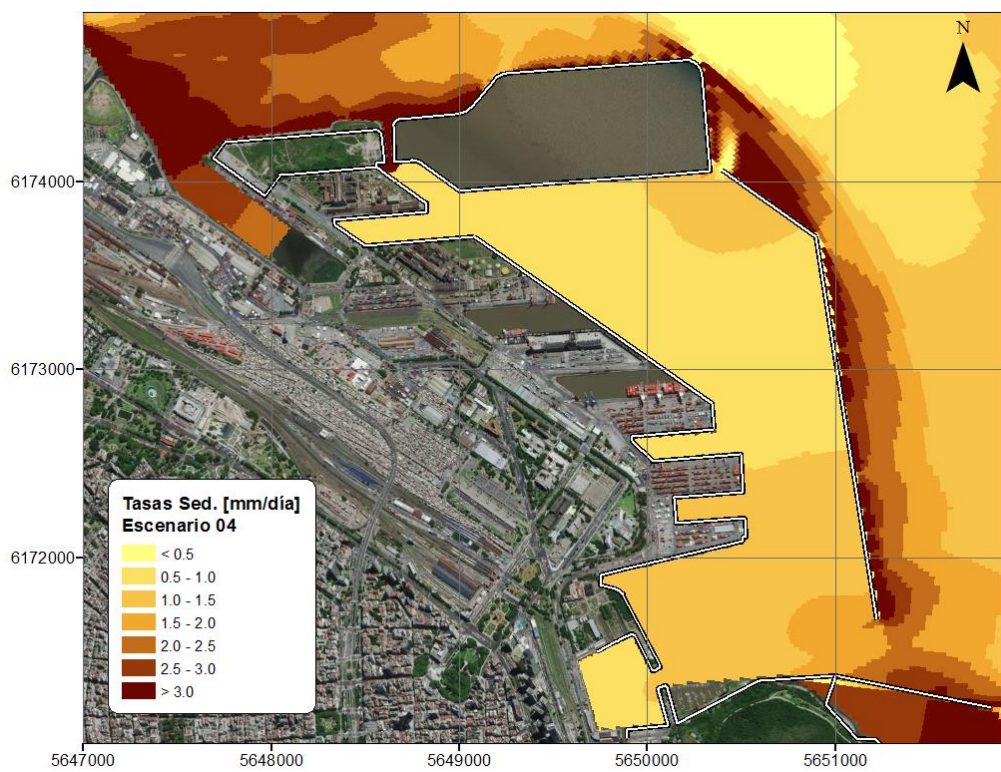
La Figura 3-3 muestra los mapas de distribución espacial de las tasas de sedimentación para los escenarios analizados.



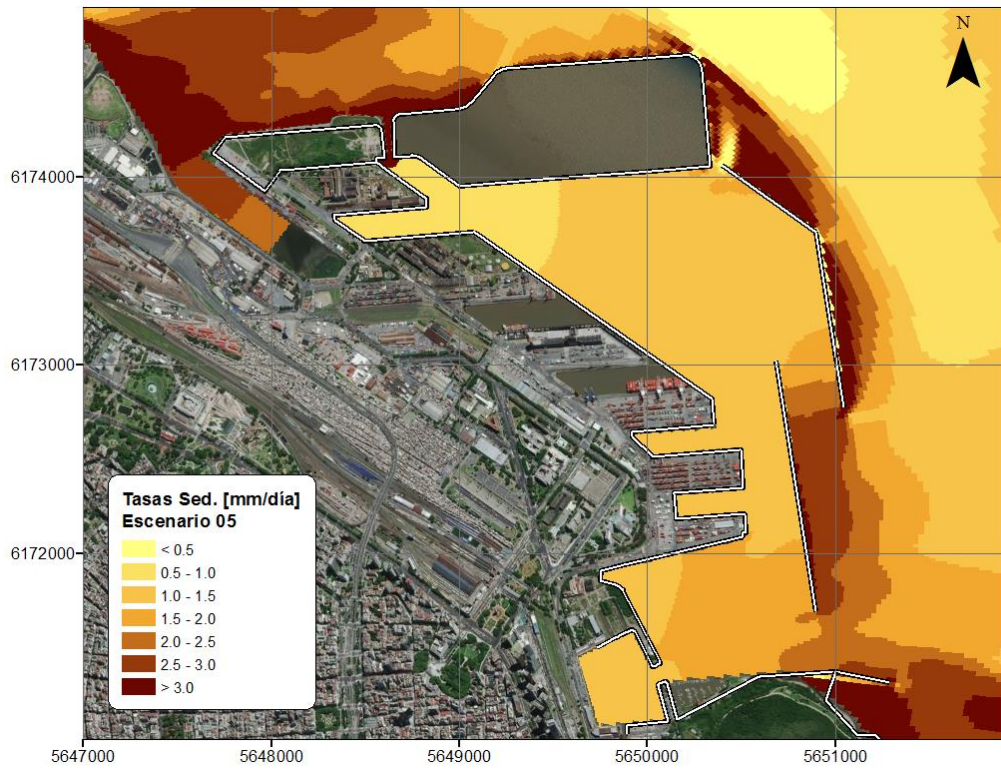
a) Escenario 1



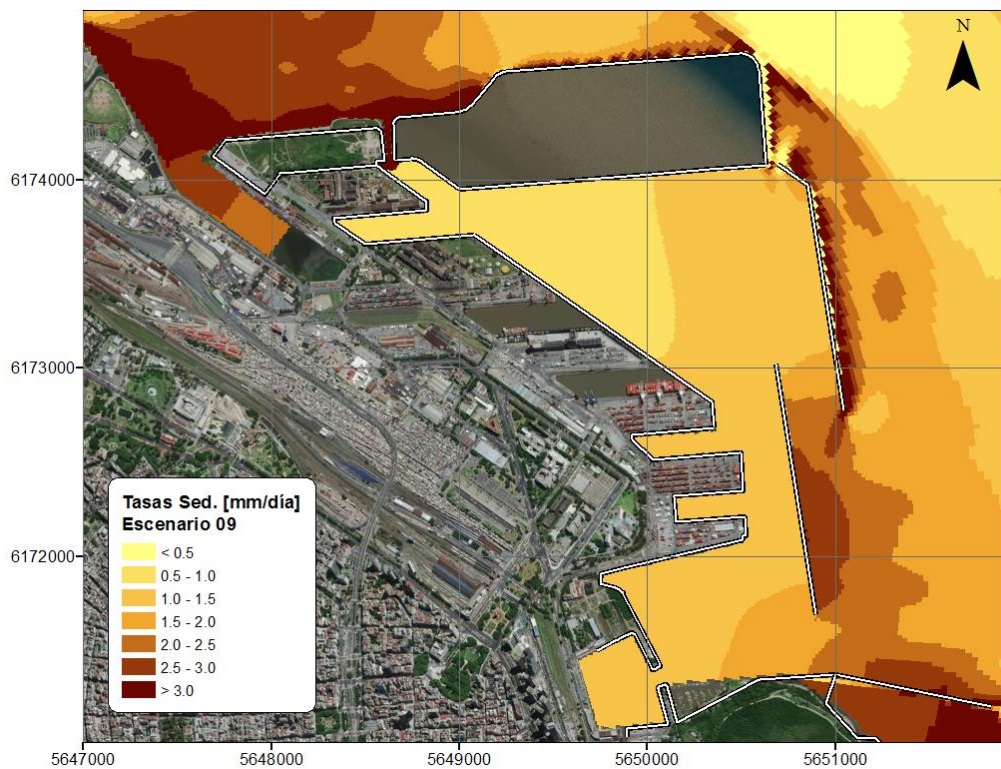
b) Escenario 2



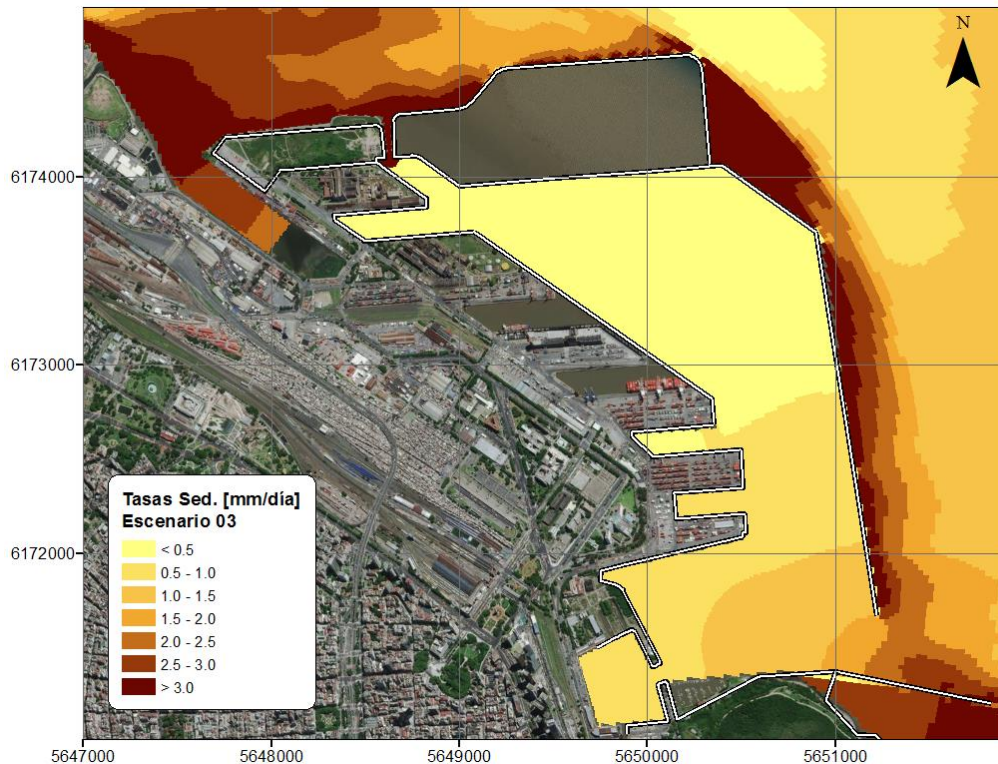
c) Escenario 4



d) Escenario 5



e) Escenario 9



f) Escenario 3

Figura 3-3. Tasas de sedimentación para escenarios futuros.

Para comparar entre sí los resultados obtenidos se determinaron los volúmenes anuales sedimentados en los sectores que se indican en la Figura 3-4. Los resultados se presentan en la Tabla 3-2, la Figura 3-5 y la Figura 3-6, donde también se incluyen los valores correspondientes a la configuración actual como referencia. Se observa que:

- Los volúmenes esperados para las dársenas A, B, E, la Terminal 6 y el Canal de Pasaje son significativamente menores a las actuales para todos los escenarios. La mayor reducción se da para el Escenario 3, en el que se elimina la Boca Falsa y se modifica el extremo sur de la escollera.
- Los escenarios futuros presentan un mayor volumen sedimentado sobre el Canal de Acceso. El menor volumen en los escenarios futuros se obtiene para el Escenario 5, en el cual no se extiende la obra de abrigo Sur.
- Los Escenarios 1, 4, 5 y 9 presentan volúmenes anuales sedimentados similares al actual.
- Por el contrario, los Escenarios 2 y 3 muestran volúmenes significativamente menores al del puerto actual, con reducciones del 32 y 37% respectivamente. Esto debe adjudicarse a la eliminación de la Boca Falsa, que evita la penetración de agua al puerto, con la consiguiente carga de sedimentos, durante la marea bajante.
- Para los escenarios futuros los volúmenes sedimentados en la zona de maniobras y en el Canal de Pasaje representan más del 70% del volumen total sedimentado.
- Los Escenarios 2 y 3 (sin Boca Falsa) presentan un fuerte descenso de los volúmenes sedimentados en la zona de maniobras.

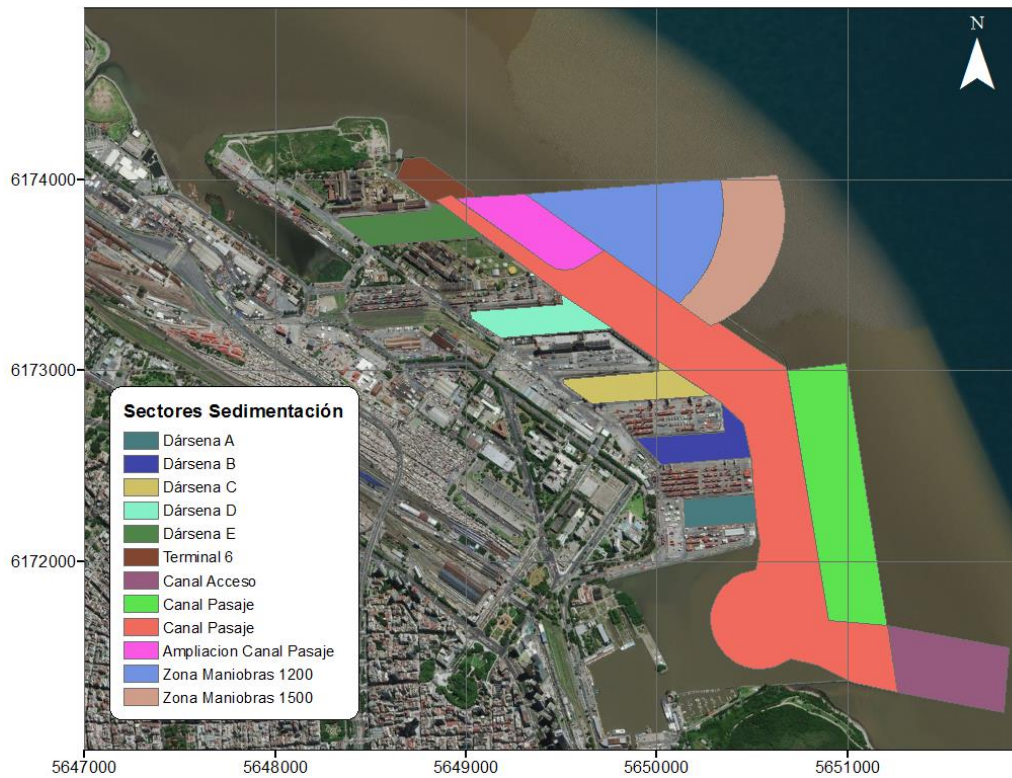


Figura 3-4. Sectores de análisis de volúmenes de sedimentación.

Tabla 3-2. Volúmenes anuales sedimentados en los distintos sectores para escenarios futuros.

Sector	Actual [m ³ /año]	Esc. 1 [m ³ /año]	Esc. 2 [m ³ /año]	Esc. 4 [m ³ /año]	Esc. 5 [m ³ /año]	Esc. 9 [m ³ /año]	Esc. 3 [m ³ /año]
Dársena A	37600	21200	16500	18300	22700	19900	12500
Dársena B	58000	29800	20100	23500	31100	27600	12800
Dársena E	73700	29900	12500	24400	30300	25500	5900
Terminal 6	44800	20300	10900	17400	20600	17900	7300
Canal Acceso	146700	186300	187200	183400	183300	190300	189300
Canal Pasaje	719300	536600	405500	626100	558400	502600	415500
Ampliación Canal Pasaje	-	42400	17900	34700	43000	36300	8500
Zona maniobras	-	161600	65900	133400	163700	245600	30800
TOTAL	1080100	1028100	736500	1061200	1053100	1065700	682600

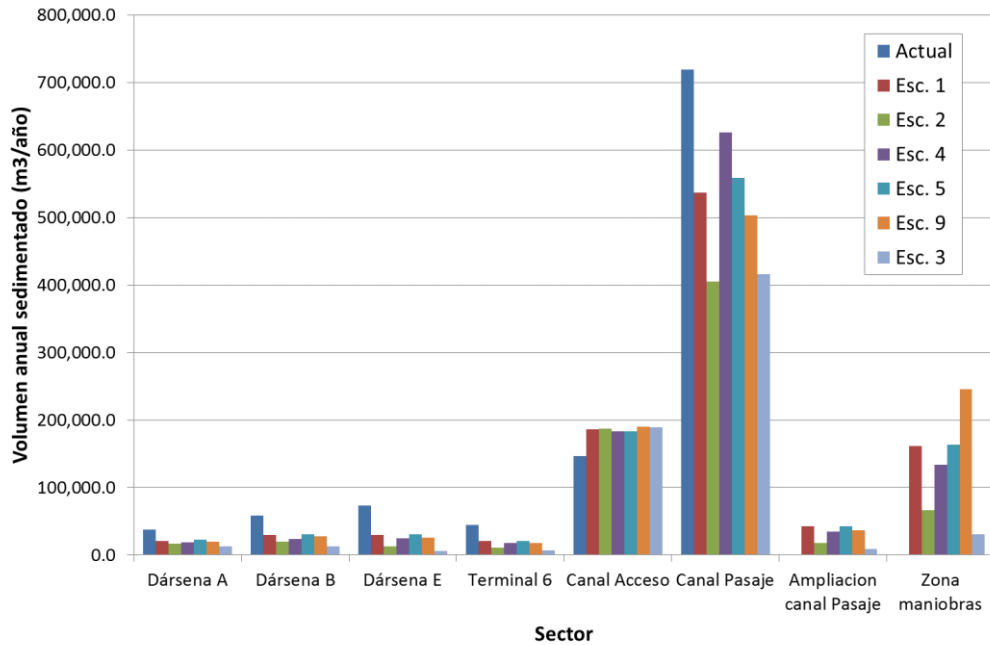


Figura 3-5. Volúmenes anuales sedimentados en los sectores para escenarios futuros.

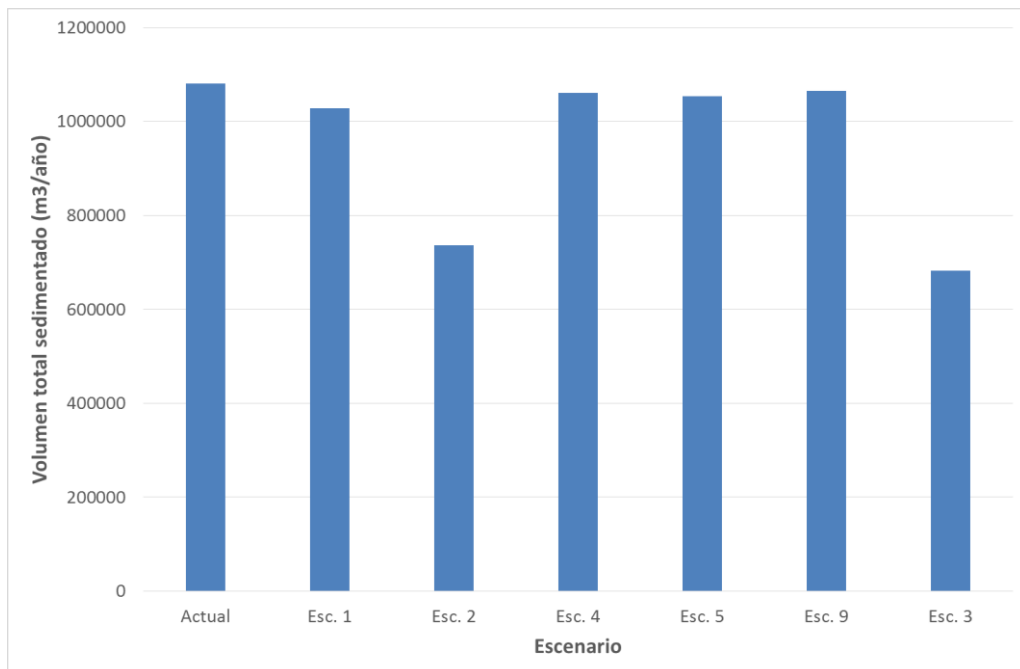


Figura 3-6. Volúmenes anuales totales sedimentados en los sectores para escenarios futuros.

3.3.2 Análisis

De los resultados presentados surge que:

- En las dársenas y en la Zona de Maniobras se observan los menores volúmenes sedimentados para las configuraciones que no poseen boca falsa (Escenarios 2 y 3).
- En el Canal de Pasaje los menores volúmenes de sedimentación se presentan con el esquema sin boca falsa y con la escollera modificada (Escenario 3).
- Si se analizan en conjunto la Zona de Maniobras y del Canal de Pasaje, que son las que explican el mayor porcentaje de volumen sedimentado, se observa que la configuración óptima, en cuanto a menores volúmenes, es la que tiene la escollera modificada y no presenta boca falsa.
- Para el Canal de Acceso las menores tasas y volúmenes sedimentados se presentan sin la extensión de la Obra de Abrigo Sur (Escenario 5).

En base a estas observaciones se infirió que la configuración óptima del puerto, en cuanto a menores volúmenes sedimentados, sería la que no tiene boca falsa, y tiene la escollera modificada y la obra de abrigo sur sin extender, es decir el Escenario 7 (para un relleno de 1200 m) y el Escenario 15 (para un relleno de 1500 m). Se procedió entonces a simular estos dos escenarios. Las correspondientes tasas de sedimentación se muestran en la Figura 3-7 y la Figura 3-8, respectivamente. La Tabla 3-3 muestra los volúmenes anuales sedimentados para dichos escenarios. Comparando con la Tabla 3-2, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que, efectivamente, resultan volúmenes sedimentados menores a los del puerto actual.

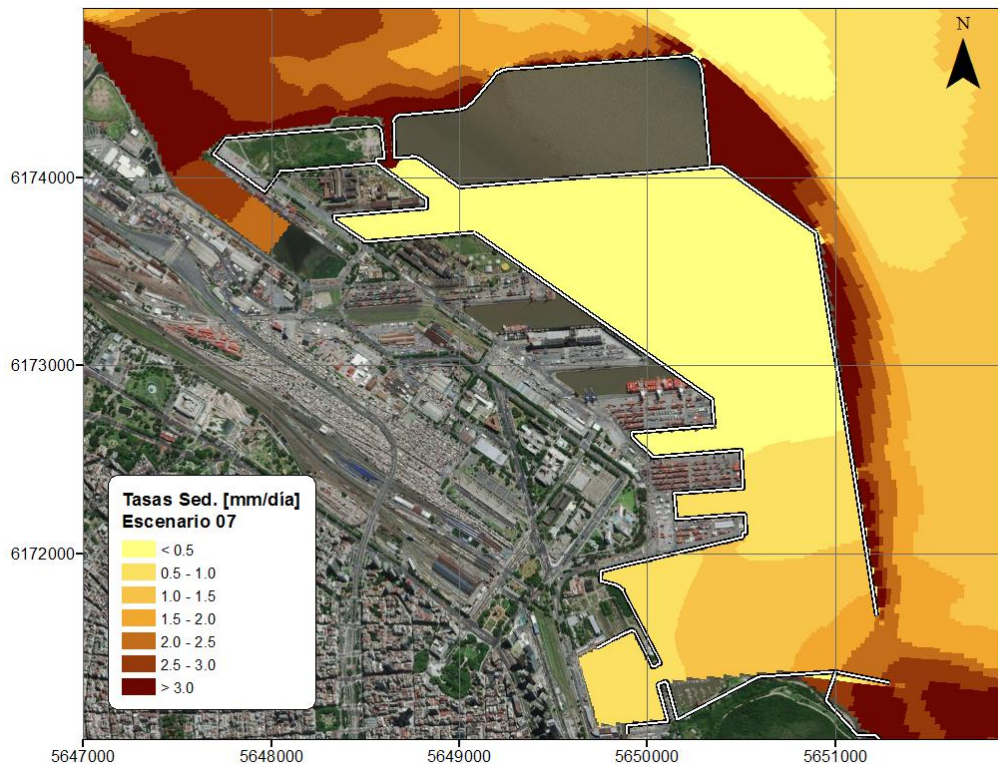


Figura 3-7. Tasas de sedimentación para el Escenario 7.

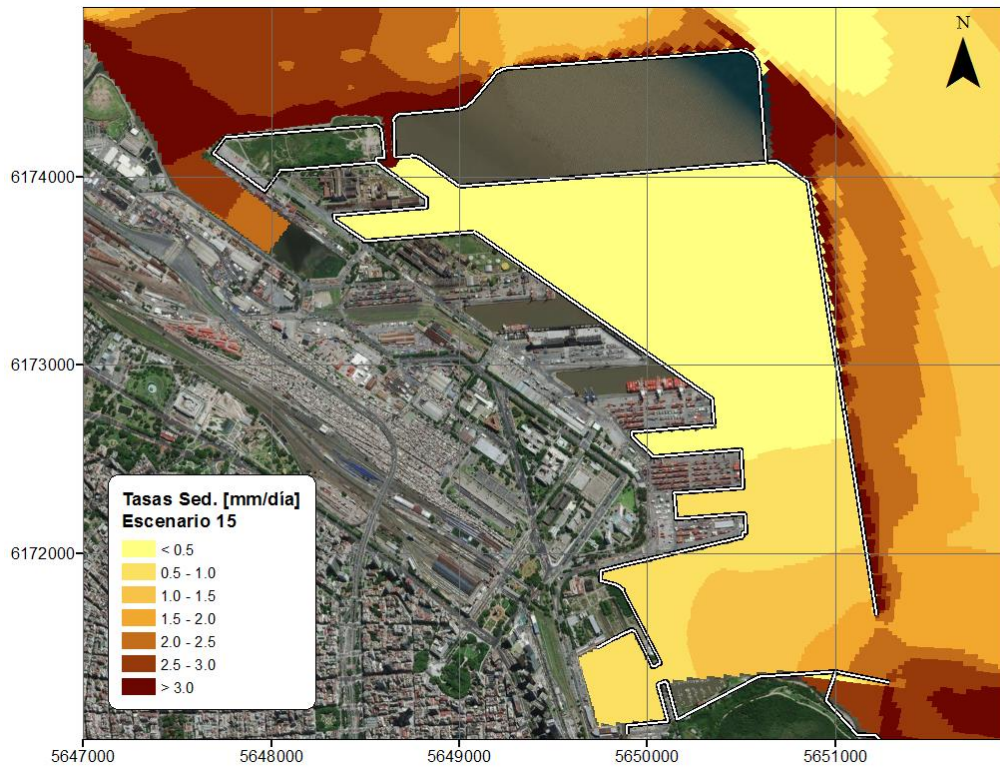


Figura 3-8. Tasas de sedimentación para el Escenario 15.

Tabla 3-3. Volúmenes anuales sedimentados para los escenarios 7 y 15.

Sector	Vol. Sed. Actual [m ³ /año]	Vol. Sed. Esc. 7 [m ³ /año]	Vol. Sed. Esc. 15 [m ³ /año]
Dársena A	37600	12100	11600
Dársena B	58000	11000	10600
Dársena E	73700	4800	4500
Terminal 6	44800	6700	6400
Canal Acceso	146700	190600	192500
Canal Pasaje	719300	417700	389200
Ampliación Canal Pasaje	-	6900	6500
Zona maniobras	-	25200	40600
TOTAL	1080100	675000	661900

4 DESCARGAS TÉRMICAS

4.1 Consideraciones generales

En el Segundo Informe de Avance se mostraron resultados preliminares sobre este problema para la configuración actual del puerto. En el Tercer Informe de Avance se presentaron resultados más precisos utilizando una discretización vertical más fina, y se efectuaron predicciones para el puerto proyectado.

En este Cuarto Informe de Avance se procedió a calibrar el modelo hidrotérmico comparando sus predicciones con datos medidos durante la campaña de relevamiento llevada a cabo en setiembre de 1997 en el marco de estudios efectuados por el INA para Central Puerto³, de donde surgió la necesidad de recalcular el impacto de las descargas térmicas.

4.2 Calibración del modelo

La campaña de relevamiento de setiembre de 1997 contó con estaciones distribuidas en la Dársena E, el Canal de Pasaje y la Boca Falsa. En la Figura 4-1 se presentan las ubicaciones de esas estaciones.

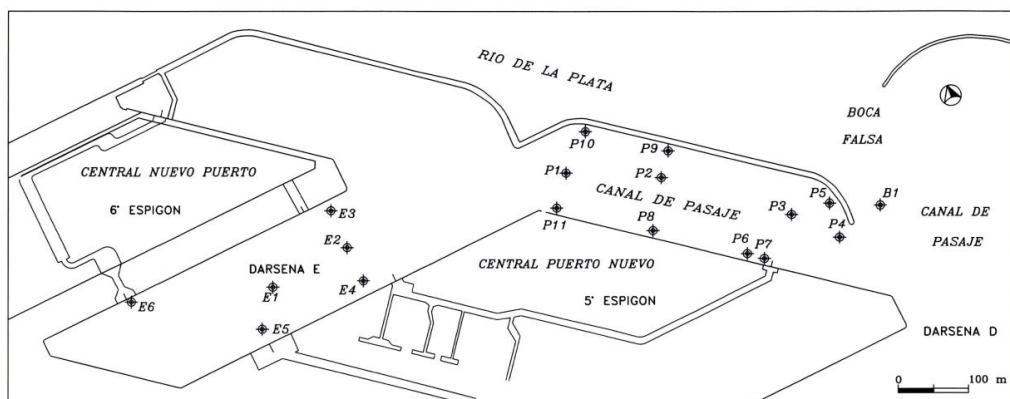


Figura 4-1. Estaciones de relevamiento de temperaturas – Campaña Set/1997

³ Menéndez, A.N., Tarela, P.A., Bombardelli, F.A., “Estudio del transporte de agua de refrigeración de la Central Puerto”, Informe LHA-INA 161-01-97, Comitente: Central Puerto, octubre de 1997.

La onda de marea registrada durante esta campaña en la estación Palermo (Figura 4-2) es representativa de una condición normal, en la que los niveles oscilan en torno al nivel medio (0,79 mMOP), con excepción de una sudestada registrada alrededor del 18 de setiembre.

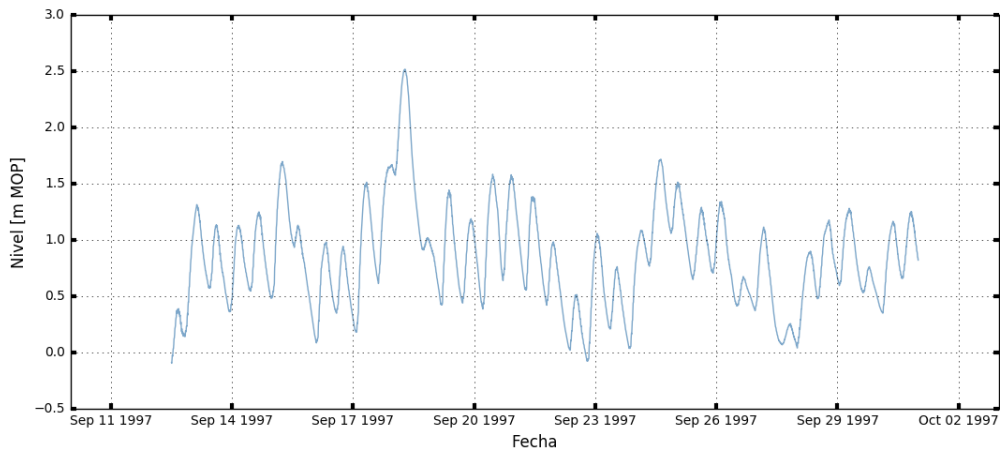


Figura 4-2. Niveles del río– Campaña Sep/1997

La serie temporal de temperaturas registradas en la descarga de la CNP se presenta en la Figura 4-3 , junto con la temperatura media del río.

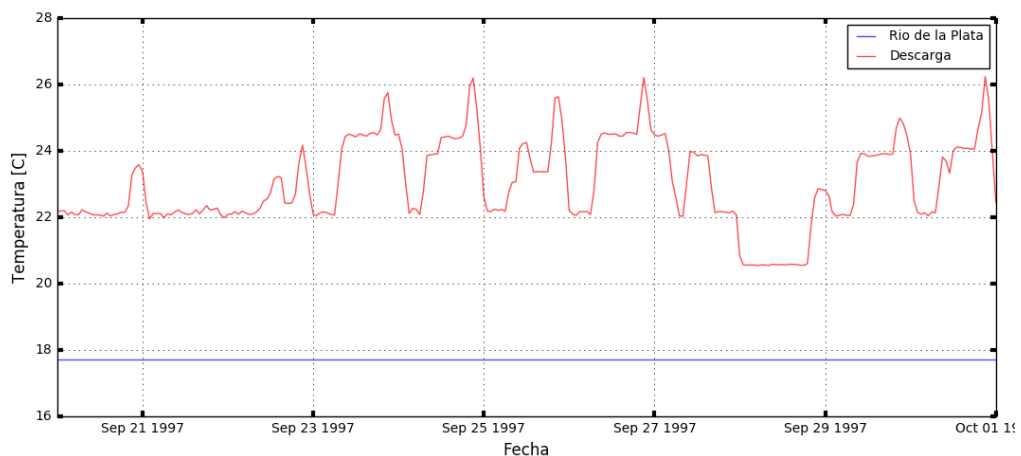
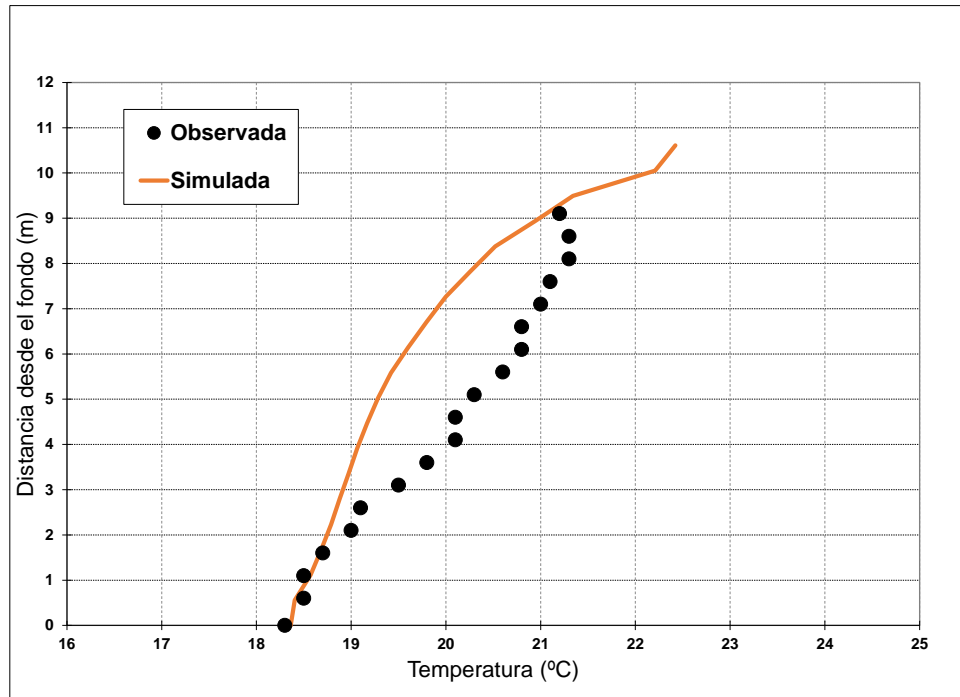


Figura 4-3. Temperaturas en el río y en la descarga – Campaña Set/1997

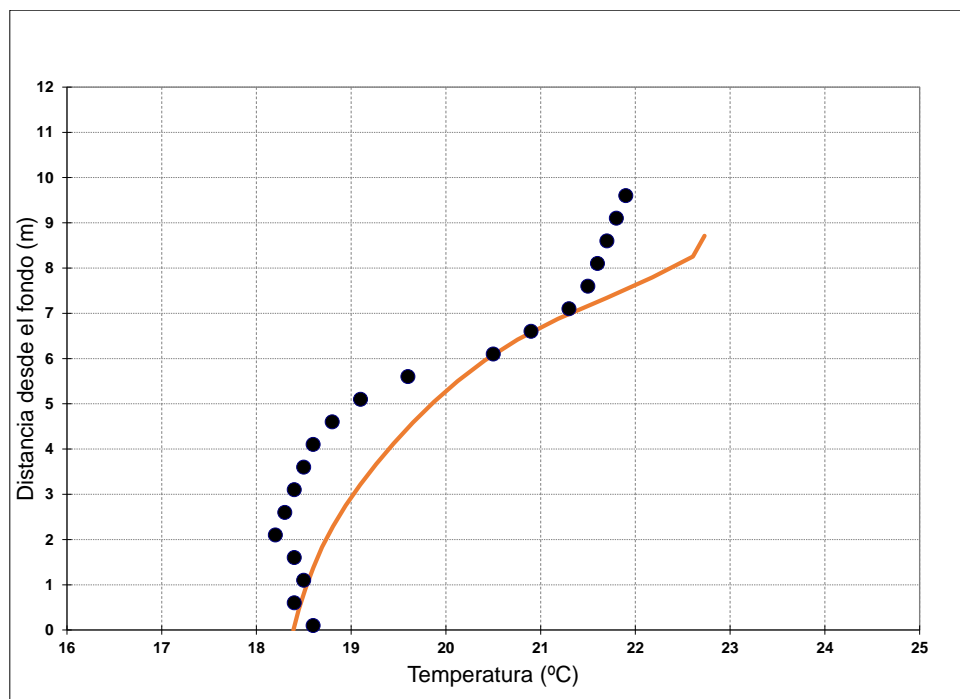
La calibración consistió en ajustar el coeficiente de difusión horizontal, que fue disminuido (con valor final de 1 m²/s) para poder representar la concentración del bulbo inicial de sobretemperaturas, generando así una mayor estratificación térmica respecto de la simulada en la etapa previa.

Adicionalmente, dado que el modelo no resuelve con precisión el campo cercano de la descarga debido al tamaño de las celdas, el efecto de sobredilución inicial que esto provoca debió de ser compensado duplicando la sobretemperatura de la descarga respecto de lo medido.

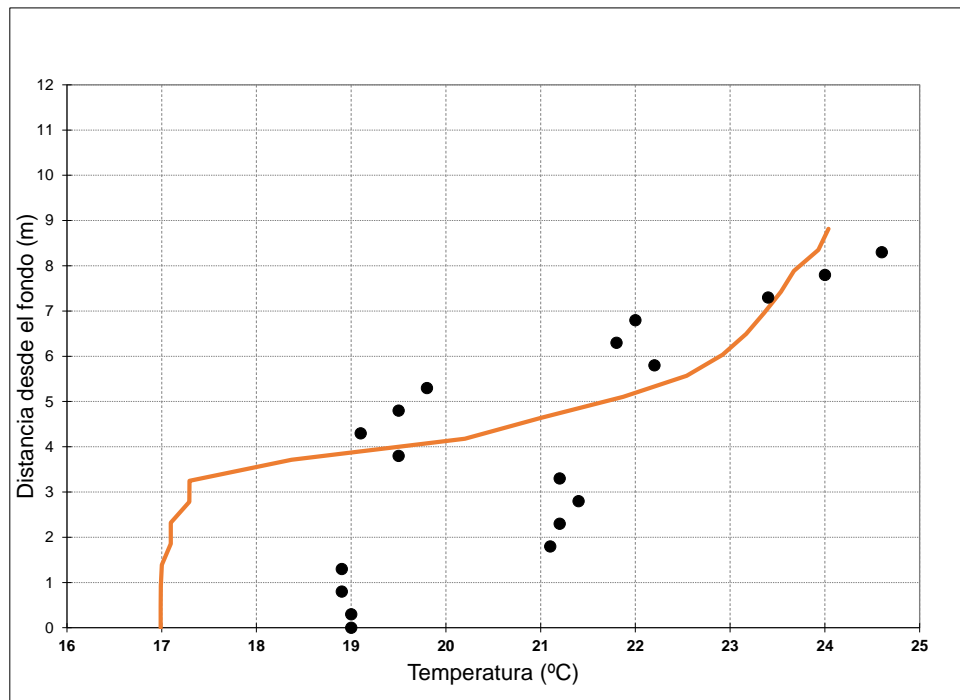
La Figura 4-4 muestra la comparación entre los perfiles verticales de temperatura medidos y calculados correspondientes al 30 de setiembre de 1997, entre las 11 y las 13 horas. El acuerdo general se considera satisfactorio, dado que el modelo logra capturar los gradientes verticales.



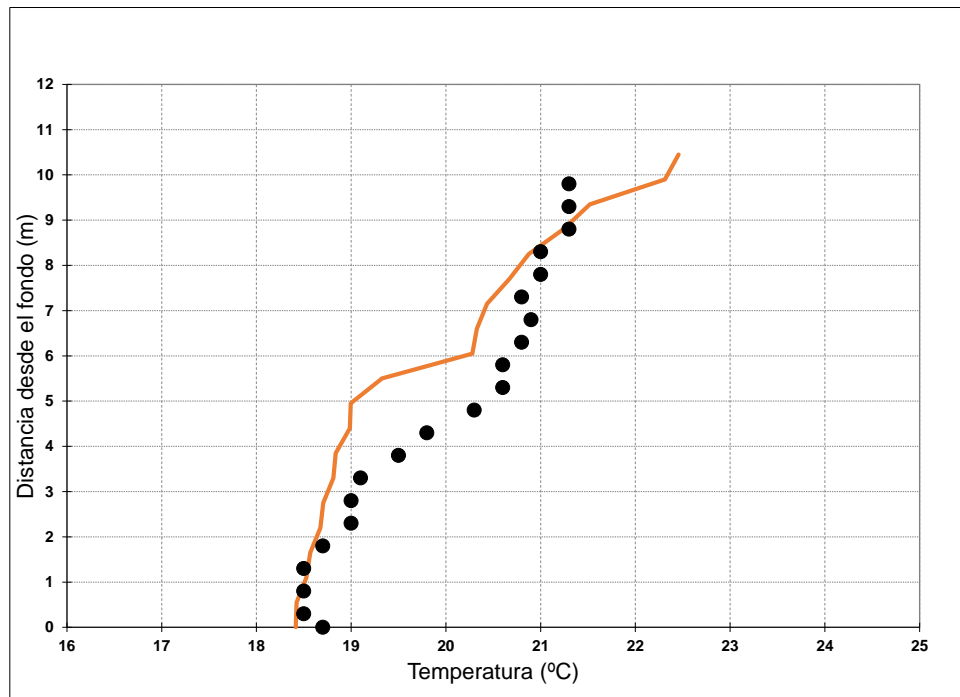
a) Estación E2 (representativo de la Dársena E)



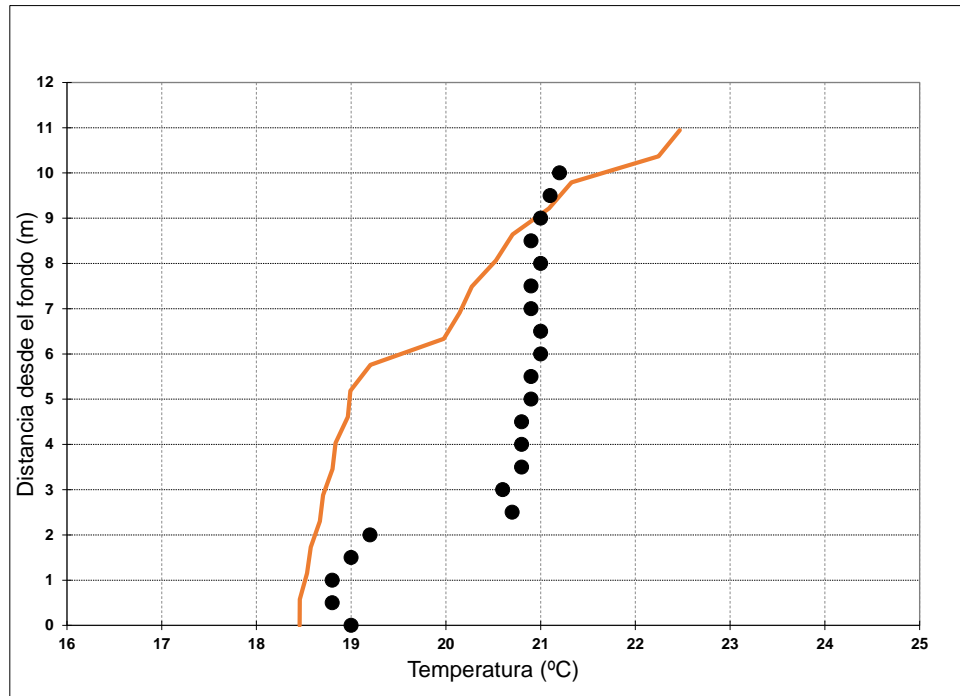
b) Estación P1 (representativo del Canal de Pasaje)



c) Estación P7 (junto a la descarga)



d) Estación E5 (junto a la Toma de la CPN)

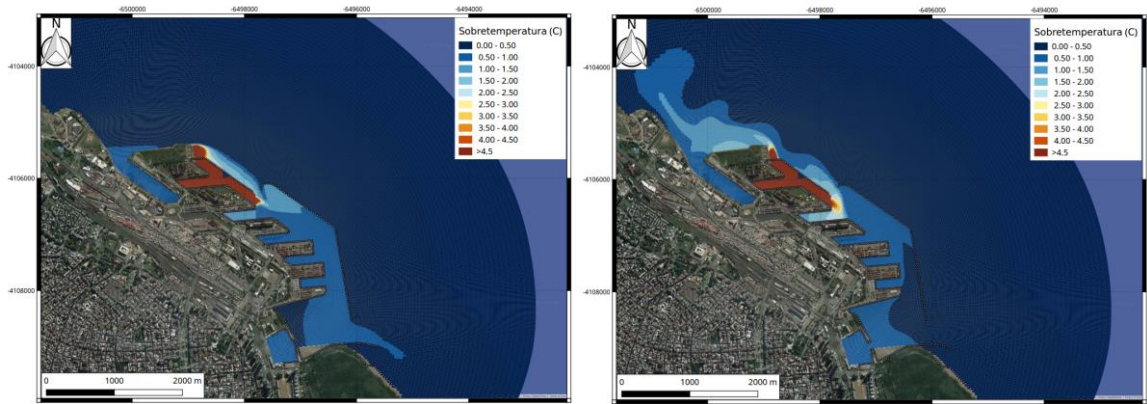


e) Estación E6 (junto a la Toma de CNP)

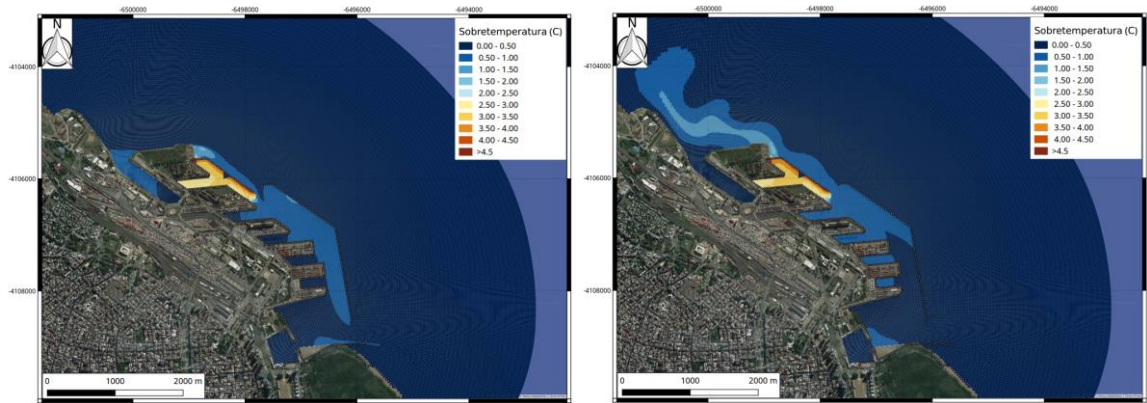
Figura 4-4. Perfiles verticales de temperatura

4.3 Distribución de sobretemperatura

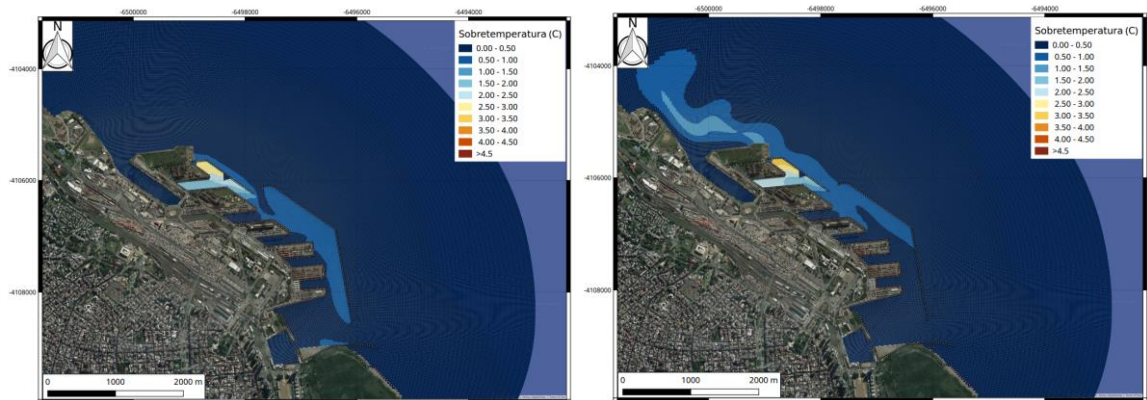
Se consideró una temperatura de base de 17,7°C. En la Figura 4-5 se presentan las distribuciones de sobretemperatura correspondientes a distintas capas para un instante de marea creciente y uno de marea bajante para la configuración actual del puerto. Se observa claramente la generación de relativamente altas sobretemperaturas (mayores a 4,0°C) en la capa superior, generadas por las descargas, que disminuyen hacia el fondo, donde la sobretemperatura es menor a 2,5°C excepto en la dársena E. En el caso de la CNP la zona de estratificación es relativamente estrecha, al producirse la descarga en una zona de relativamente alta dilución fuera del recinto portuario. En cambio, la resultante de la CPN se desarrolla sobre una extensión mayor, al generarse dentro del puerto, donde la hidrodinámica es menos intensa.



a) Capa Superior



b) Capa de profundidad media



c) Capa de fondo

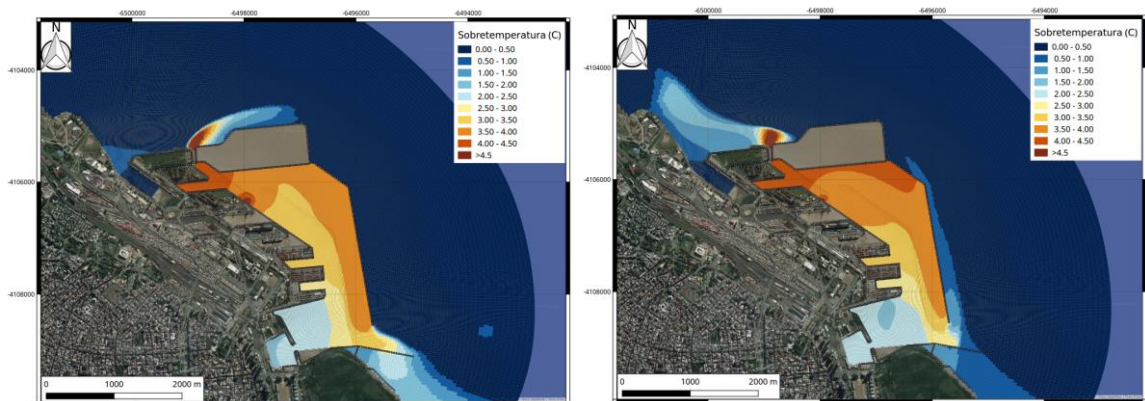
Figura 4-5. Distribución de sobrettemperatura para la configuración actual (izq.: bajante; der.: creciente)

Se efectuaron ensayos con el modelo para la configuración futura del puerto, de modo de establecer el alcance del proceso de estratificación por la descarga térmica. De entre los escenarios futuros posibles, se seleccionaron los que tienen asociada la menor tasa de sedimentación y relativamente baja agitación, a saber, los Escenarios 7 y 15, que comparten las siguientes condiciones:

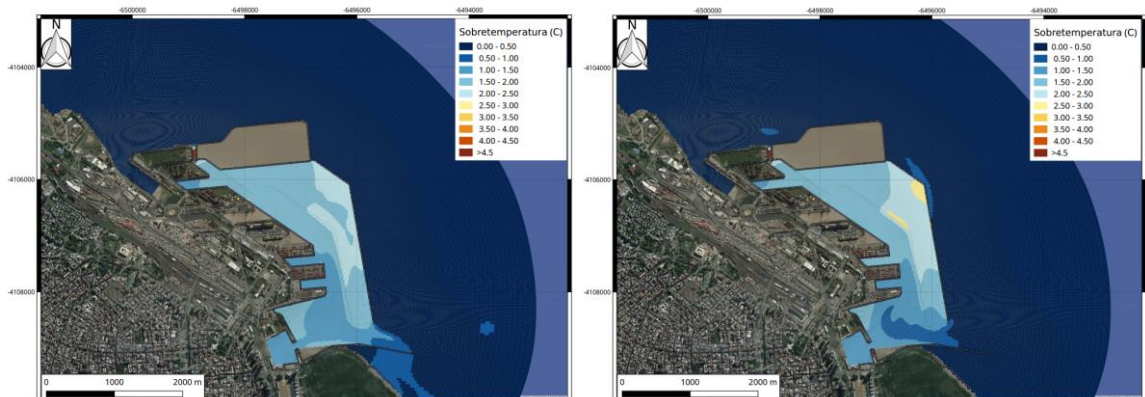
- Sin boca falsa
- Escollera sur modificada
- Sin extensión de la Obra de Abrigo Sur

La única diferencia entre ambos escenarios es la extensión del relleno (1200 m y 1500 m, respectivamente).

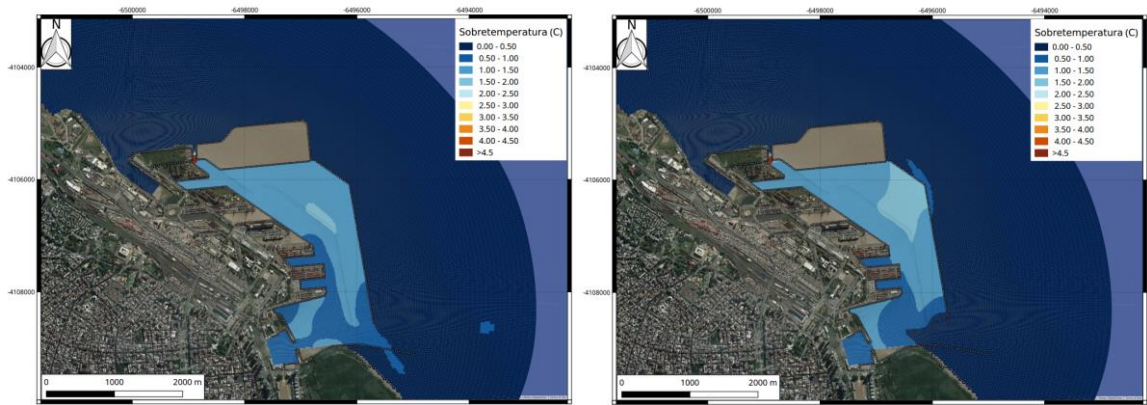
En la Figura 4-6 se muestran las distribuciones de sobretemperatura para el Escenario 7. Para el interior portuario se observa que, bajo el influjo de la descarga de la CPN, ahora las sobretemperaturas resultan menores que en el caso actual, sin superar los 4,0°C en superficie y 1,5°C en el fondo, y siendo mayores en la zona norte del recinto portuario debido a la ubicación de la descarga.



a) Capa Superior



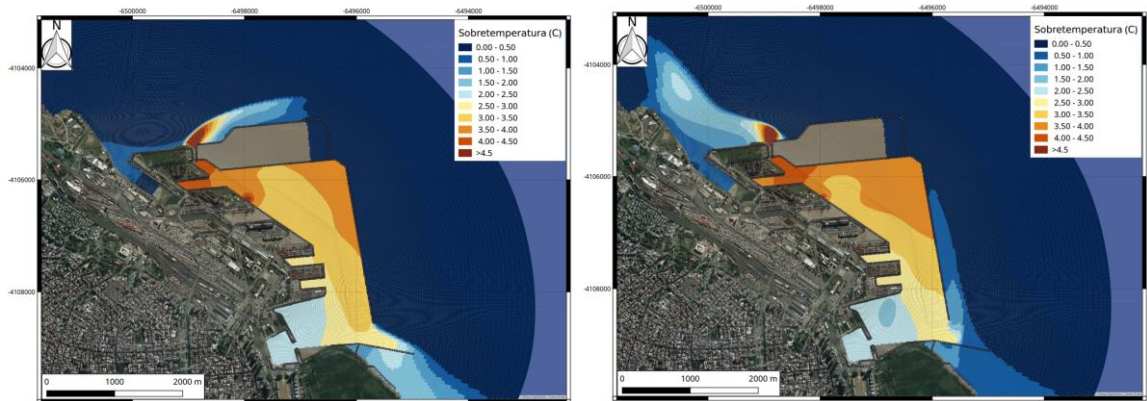
b) Capa de profundidad media



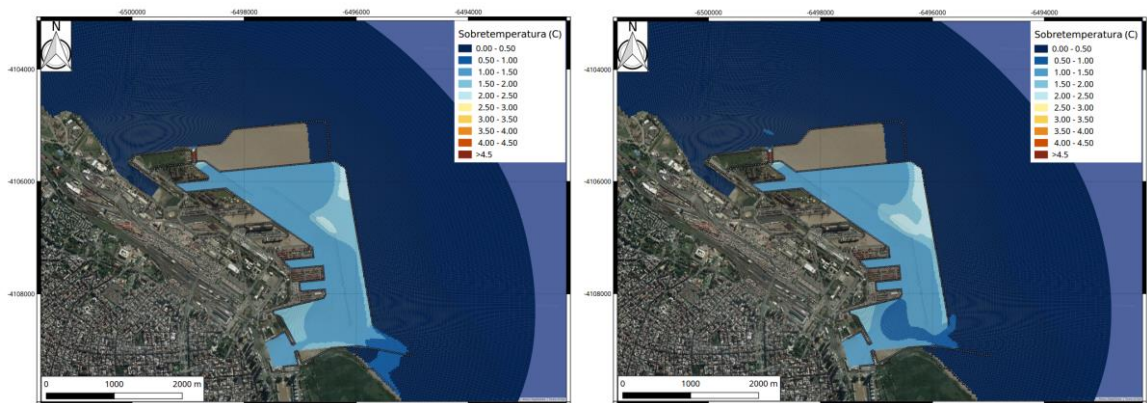
c) Capa de fondo

Figura 4-6. Distribución de sobretemperatura para el Escenario 7 (izq.: bajante; der.: creciente)

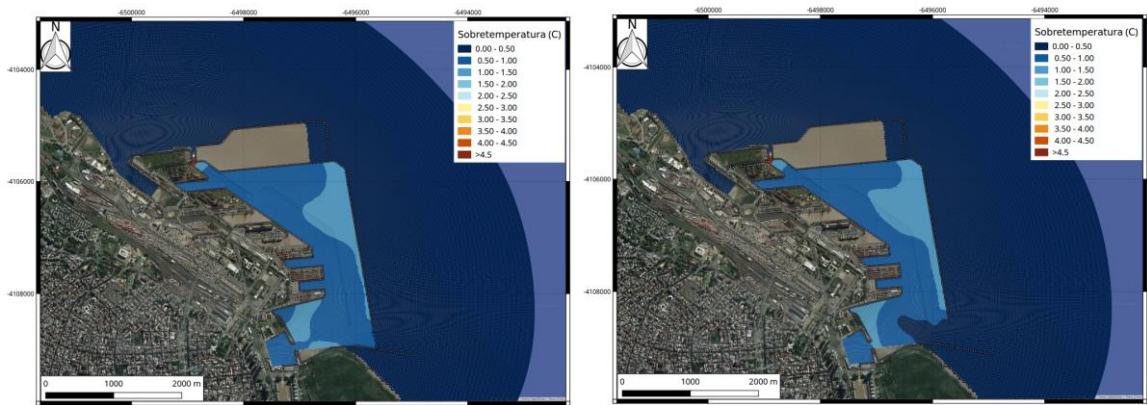
La Figura 4-7 presenta los resultados para el Escenario 15. Se observa que son cualitativamente similares a los del Escenario 7 (Figura 4-6), aunque con una caída de la sobretemperatura, que en el fondo llega a aproximadamente 0,5°C, lo cual se explica por una mayor extensión del recinto portuario.



a) Capa Superior



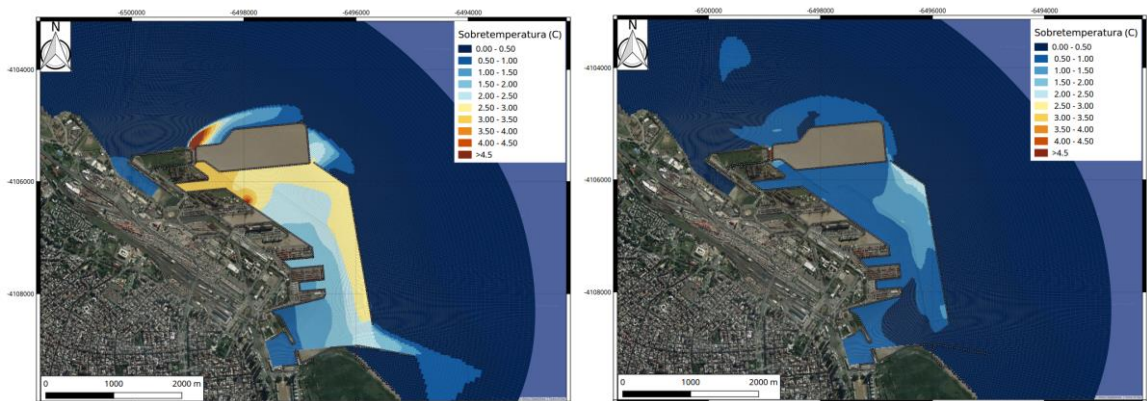
b) Capa de profundidad media



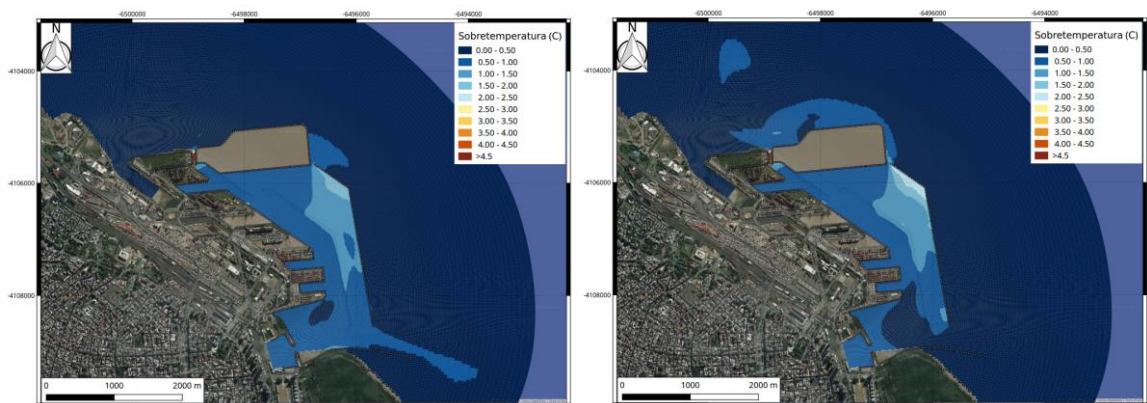
c) Capa de fondo

Figura 4-7. Distribución de sobrettemperatura para el Escenario 15 (izq.: bajante; der.: creciente)

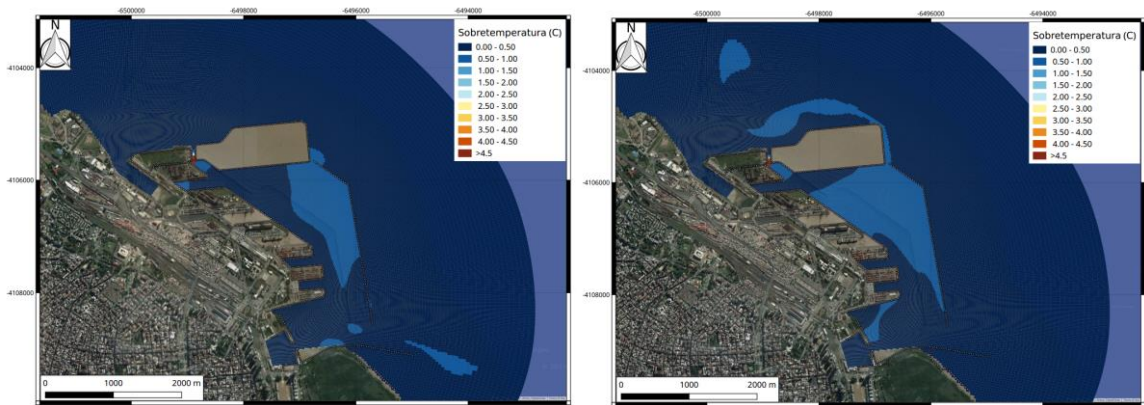
Adicionalmente, se incluyó el escenario 4 para evaluar los efectos de una posible Boca Falsa. Los resultados (Figura 4-8) muestran una caída aún mayor de las sobrettemperaturas, que ahora no superan los 3,0°C en superficie y 1,0°C en el fondo. Esto se debe al flujo de agua fresca que proviene de la Boca Falsa.



a) Capa Superior



b) Capa de profundidad media



c) Capa de fondo

Figura 4-8. Distribución de sobretemperatura para el Escenario 4 (izq.: bajante; der.: creciente)

4.4 Estratificación térmica

Como un indicador de la estratificación térmica, se calculó la diferencia de temperatura entre la capa de superficie y la de fondo. La Figura 4-9 muestra los resultados correspondientes a los escenarios analizados, donde se han distinguido tres umbrales de salto térmico, a saber, 0,5°C, 1°C y 3°C, que establecen una zona sin estratificación (diferencia < 0,5°C), una con baja estratificación (diferencia entre 0,5°C y 1°C), una con estratificación moderada (diferencia entre 1°C y 3°C) y una con estratificación significativa (> 3°C). Se observa que, mientras que para la configuración actual la estratificación térmica desaparece más allá de la boca falsa debido al efecto de refresco, en el caso de los escenarios futuros básicamente todo el recinto portuario estará estratificado, salvo en la zona del Antepuerto durante la creciente. De todos modos, en los escenarios futuros disminuye fuertemente la extensión de la zona de estratificación significativa, prácticamente desapareciendo para el escenario 4 por la presencia de la boca falsa.



a) Configuración actual

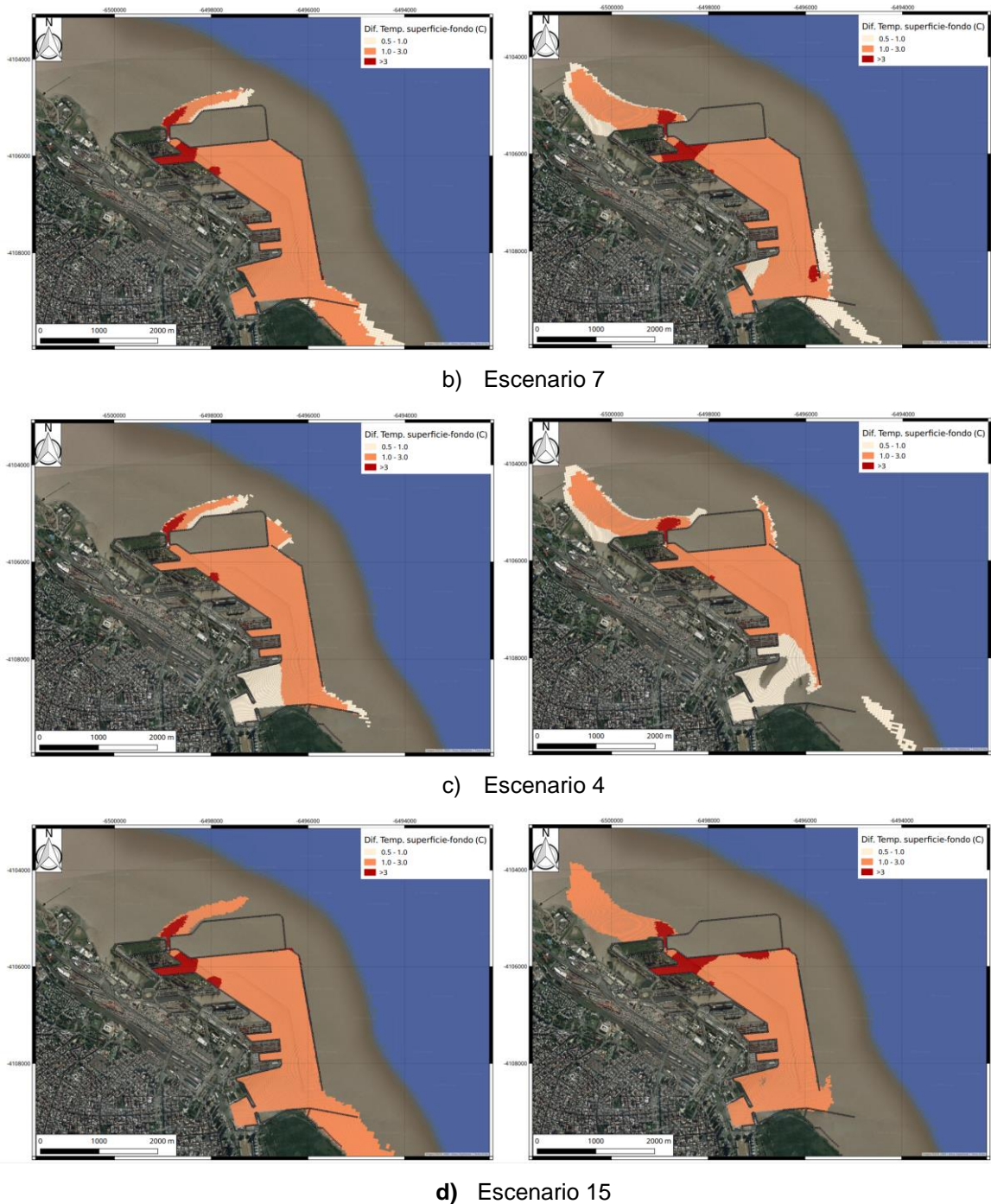
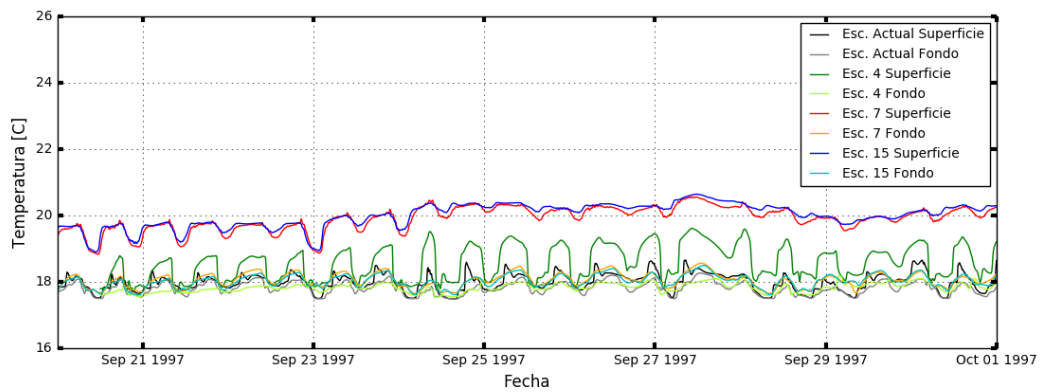
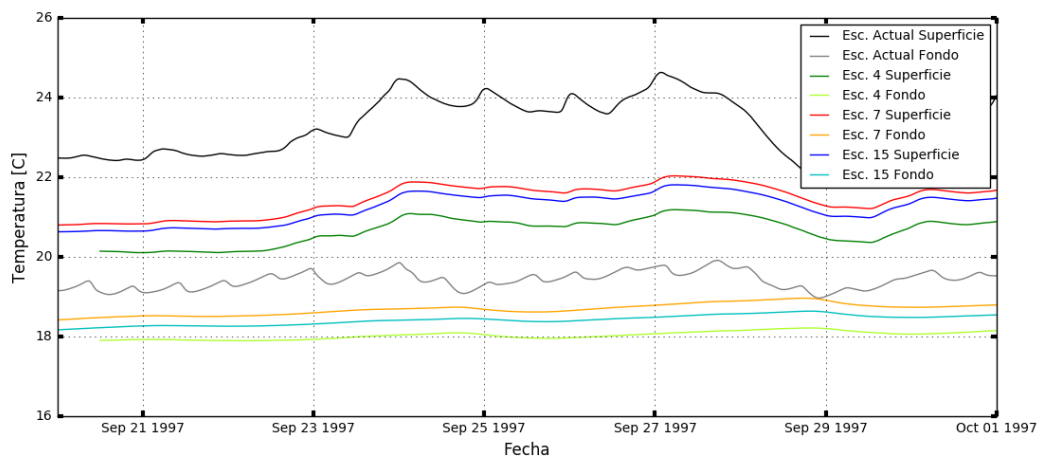


Figura 4-9. Distribución de diferencia de temperatura entre superficie y fondo (izq.: bajante; der.: creciente)

Con el fin de evaluar la variabilidad temporal de la temperatura, en la Figura 4-10 se presentan las series temporales de temperatura para la capa superior y de fondo en el Canal de Acceso y la Dársena E, asociadas a los distintos escenarios de análisis. Se observa que la variabilidad es relativamente moderada. La máxima variabilidad se da en el Canal de Acceso para el escenario 15, con amplitudes del orden de 1°C.



a) Canal de Acceso

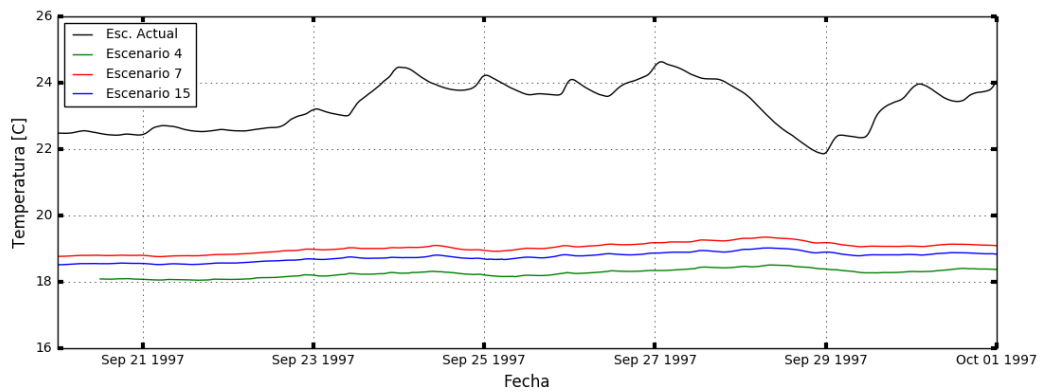


b) Dársena E

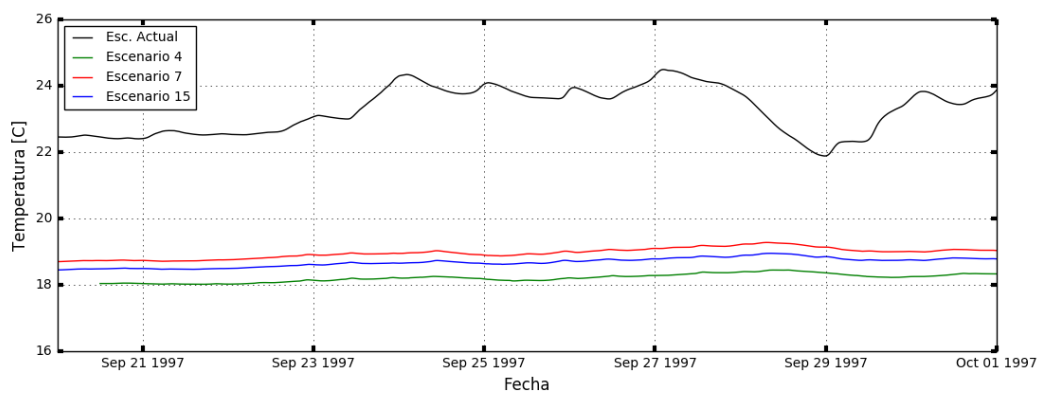
Figura 4-10. Series temporales de temperatura

4.5 Tomas de agua

La Figura 4-11 presentan las series temporales de temperatura en las tomas de agua de las centrales térmicas para la condición actual y los escenarios futuros. Se observa que, en todos los casos, los escenarios futuros muestran temperaturas significativamente menores, con diferencias respecto de la situación actual que no bajan de 4°C, siendo el Escenario 4 el de mejor performance en cuanto a menores temperaturas. Las sobretemperaturas en las tomas de agua son de entre 3,5°C y 5°C para las condiciones actuales, y de entre 1°C y 2,5°C para los escenarios 4, 7 y 15.



a) Toma CPN (Estación E5)



b) Toma CPN (Estación E6)

Figura 4-11. Series temporales de temperatura en las tomas de agua

En la Figura 4-12 se representa la correlación entre las temperaturas en las obras de toma de las dos centrales térmicas y en la descarga de la CPN para la situación actual y para el escenario 4. Se observa que en la situación actual la temperatura en las tomas se incrementa con el aumento de la temperatura de la descarga, aunque a un ritmo mucho menor. En cambio, para el escenario 4 la temperatura en las tomas prácticamente permanece invariable ante los cambios de temperatura en la descarga. Esta relativa insensibilidad, explicada por la relajación del confinamiento que el puerto actual impone en la zona de la descarga, constituye una ventaja adicional del proyecto portuario.

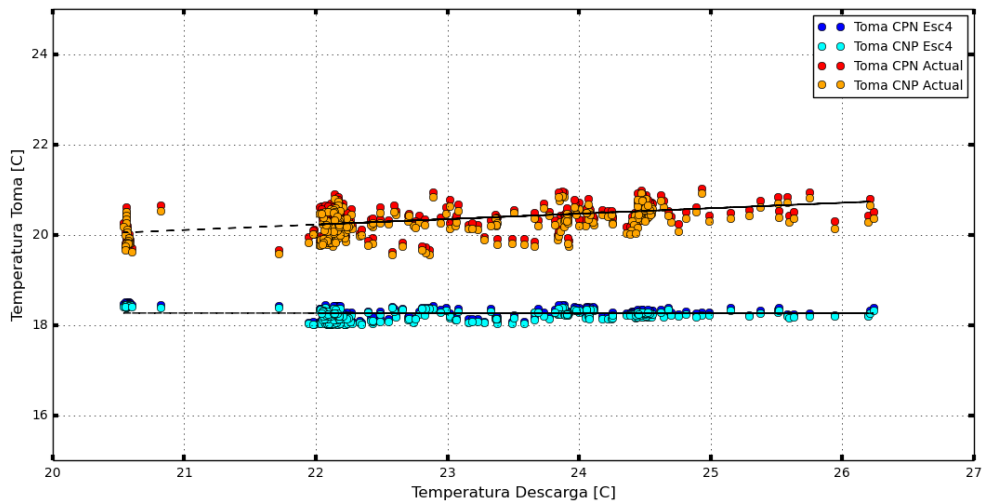


Figura 4-12. Relación entre la temperatura en la toma de agua y en la descarga de las centrales térmicas para la situación actual y el escenario 4.

4.6 Cambio en las condiciones ambientales

La descarga de agua sobrecalentada genera dos efectos sobre el agua ambiente:

- La sobretemperatura respecto del río impacta sobre la biota.
- La estratificación térmica puede potencialmente impactar sobre la calidad del agua de la capa inferior.

4.6.1 Sobretemperatura

Según criterios internacionales relacionados a descargas térmicas, se recomienda que la sobretemperatura máxima respecto de la del río no supere los 3°C, de modo de proteger las especies biológicas más sensibles (contemplando peces, plancton, organismos bénticos, etc.)⁴.

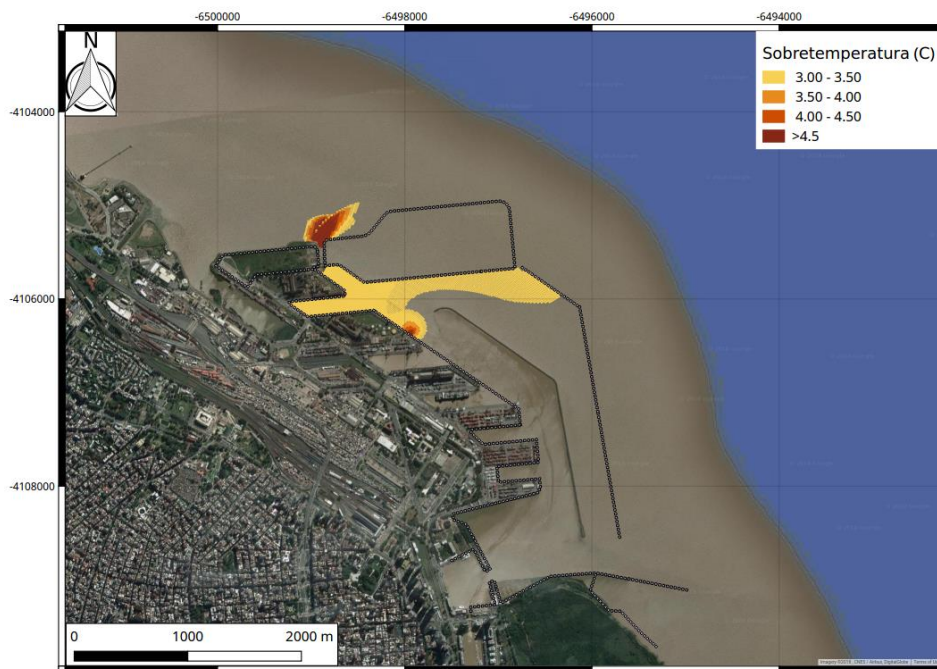
Para el presente problema se analizó la verificación de este criterio en relación a la descarga hacia el exterior proveniente de la CNP, dado que el interior portuario ya se encuentra comprometido en la calidad del agua por otros factores.

Los resultados del modelo muestran que el valor umbral de 3°C sólo se ve superado en una relativamente pequeña zona (Figura 4-13), de aproximadamente 250 m de radio para la situación actual, que se alarga a alrededor de 500 m para los escenarios futuros.

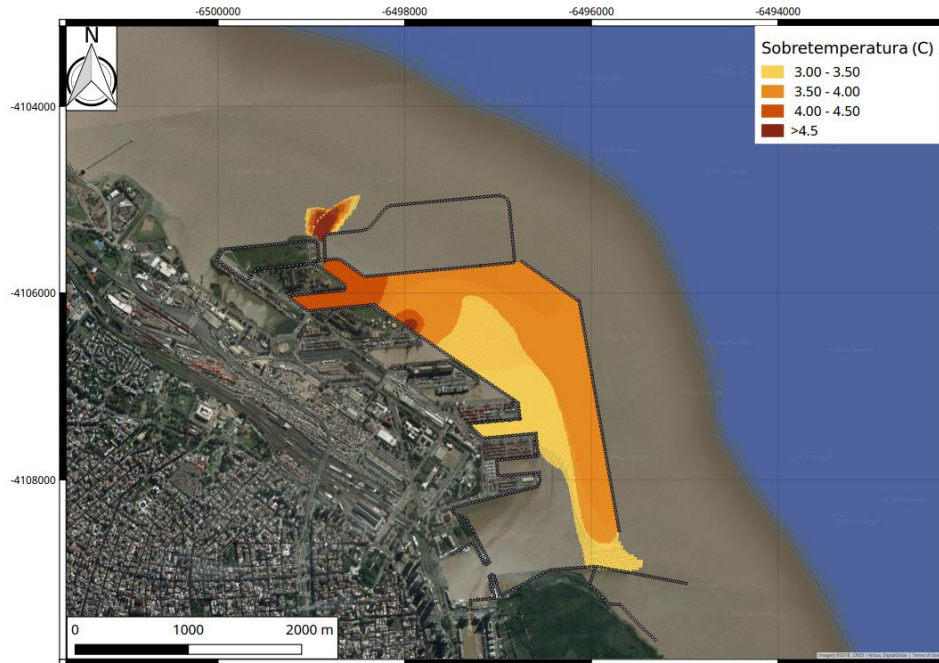
⁴ Thermal standards for cooling water from new build nuclear power stations. British Energy Estuarine & Marine Studies. Scientific Advisory Report Series 2011 no. 008



a) Configuración actual



b) Escenario 4



c) Escenario 7



d) Escenario 15

Figura 4-13. Zona de sobrettemperatura mayor a 3°C en la capa superior.

4.6.2 Estratificación

La presencia de una estratificación térmica permanente, incluyendo una relativamente brusca termoclina, es indicativo de una muy débil transferencia de masa y energía entre las capas superficial y de fondo. Esto puede conducir a condiciones de calidad de agua insatisfactorias en la capa inferior, en la medida en que tienda agotarse el oxígeno disuelto.

La zona estratificada crecerá sensiblemente para el puerto futuro en relación al actual. De hecho, la mayor parte del puerto permanecerá estratificado (Figura 4-9). De todos modos, las implicancias ambientales de esta limitación son relativas en el interior portuario, ya sujeto a múltiples solicitaciones que comprometen la calidad del agua.

5 TIEMPO DE RESIDENCIA

5.1 Planteo del problema

El tiempo de residencia del agua dentro del recinto portuario es un indicador de la calidad del agua esperable. Para estimarlo se implementó una metodología de cálculo basada en los caudales entrantes a través de las diferentes bocas. Se partió de una condición inicial con las aguas del puerto conteniendo una concentración uniforme de un contaminante pasivo y conservativo, y se supuso que el agua ingresante siempre lo hace a concentración nula. Luego de cada paso de tiempo Δt la concentración media disminuye en un factor $(1-r)$, donde r es el cociente entre el volumen de agua ingresado y el volumen total de agua contenido en el puerto. El primero se calcula integrando el caudal ingresante por cada una de las bocas provisto por el modelo hidrodinámico, mientras que el segundo se obtiene acumulativamente a partir del valor inicial. Se adoptó como representativo del tiempo de residencia aquel para el cual la concentración cae al 10% de su valor inicial⁵.

5.2 Situación actual

En la Figura 5-1 se muestra la evolución de la concentración en el puerto, relativa a su valor inicial, en función del tiempo. Se observa que el tiempo de renovación resulta de aproximadamente 2 días (47 horas).

⁵ Menéndez, A. N. (1997), Estudio del Impacto de Obras de Dragado y Relleno en el Puerto de Buenos Aires, Informe LHA-INA 01-157-97. Comitente: AGP

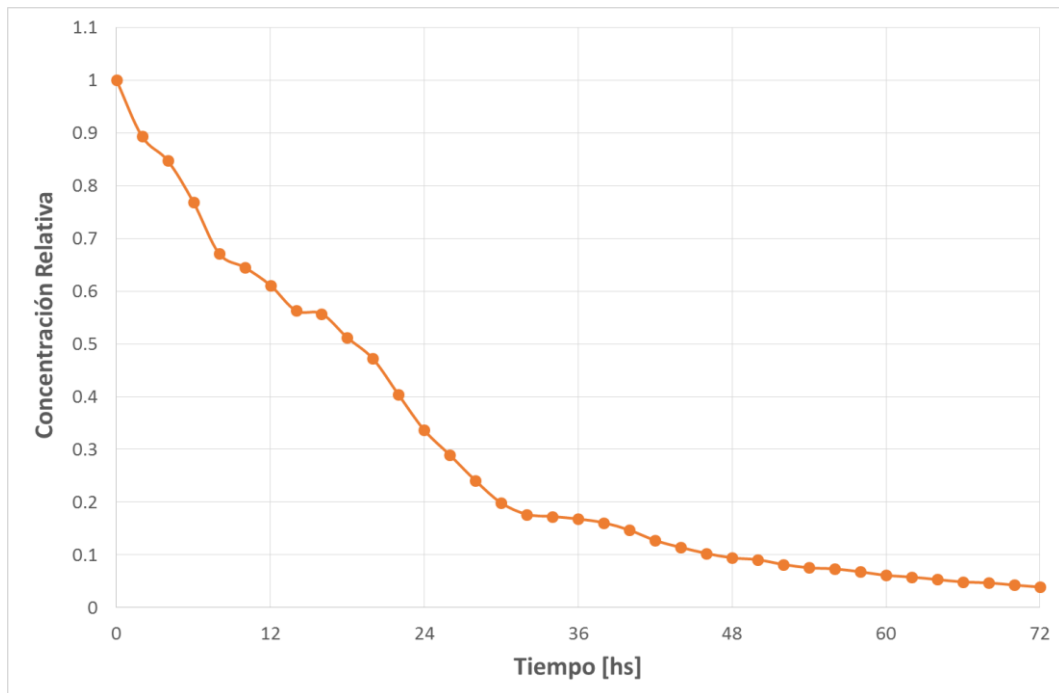


Figura 5-1. Evolución de la concentración en el puerto, relativa a su valor inicial.

5.3 Escenarios Futuros

Se procedió a estimar los tiempos de residencia para todos los escenarios analizados en relación a la sedimentación:

- *Escenario 1:* Se lo consideró como escenario base.
- *Escenario 2:* Para determinar el efecto de eliminar la Boca Falsa.
- *Escenario 4:* Para determinar el efecto de la modificación del extremo sur de la escollera.
- *Escenario 5:* Para determinar el efecto de la extensión de la obra de abrigo Sur.
- *Escenario 9:* Para determinar el efecto de la extensión del relleno exterior.
- *Escenario 3:* Para determinar el efecto combinado de eliminar la Boca Falsa y modificar el extremo sur de la escollera.
- *Escenarios 7 y 15:* Estos escenarios son los que presentan menores volúmenes de sedimentación. La configuración de estos escenarios no tiene boca falsa, tiene la escollera modificada, la obra de abrigo sur sin extender y un relleno de 1200 m (Escenario7) y un relleno de 1500 m (Escenario 15).

Los resultados se presentan en la Tabla 5-1 y la Figura 5-2, donde también se incluyen los valores correspondientes a la configuración actual como referencia. Se observa que:

- Los tiempos de residencia en todos los escenarios futuros son mayores que en la configuración actual del Puerto, tal cual era de esperarse por su mayor extensión.
- Los escenarios futuros que no presentan una boca falsa son los que tienen los mayores tiempos de residencia. Estos son de 9 a 10 veces mayores que el tiempo de residencia actual. En particular, el Escenario 2 es el que presenta el mayor tiempo de residencia, del orden de los 20 días.
- La presencia de la boca falsa disminuye significativamente los tiempos de residencia. Los escenarios que la incluyen presentan tiempos de renovación que son del orden de 5 veces el tiempo actual.
- La extensión de la obra de abrigo Sur y la modificación del extremo sur de la escollera generan aumentos en los tiempos de residencia.
- Los Escenarios 1 y 5 son los que menores tiempos de residencia presentan (casi 9 días).

Tabla 5-1. Tiempos de residencia para los diferentes escenarios analizados

Escenarios	Tiempo Residencia [horas]	Tiempo Residencia [días]	Tiempo Residencia relativo al Actual [-]
Esc. Actual	47	1.9	1.0
Esc. 01	209	8.7	4.5
Esc. 02	471	19.6	10.1
Esc. 03	448	18.7	9.6
Esc. 04	214	8.9	4.6
Esc. 05	208	8.7	4.5
Esc. 07	423	17.6	9.1
Esc. 09	234	9.7	5.0
Esc. 15	421	17.5	9.0

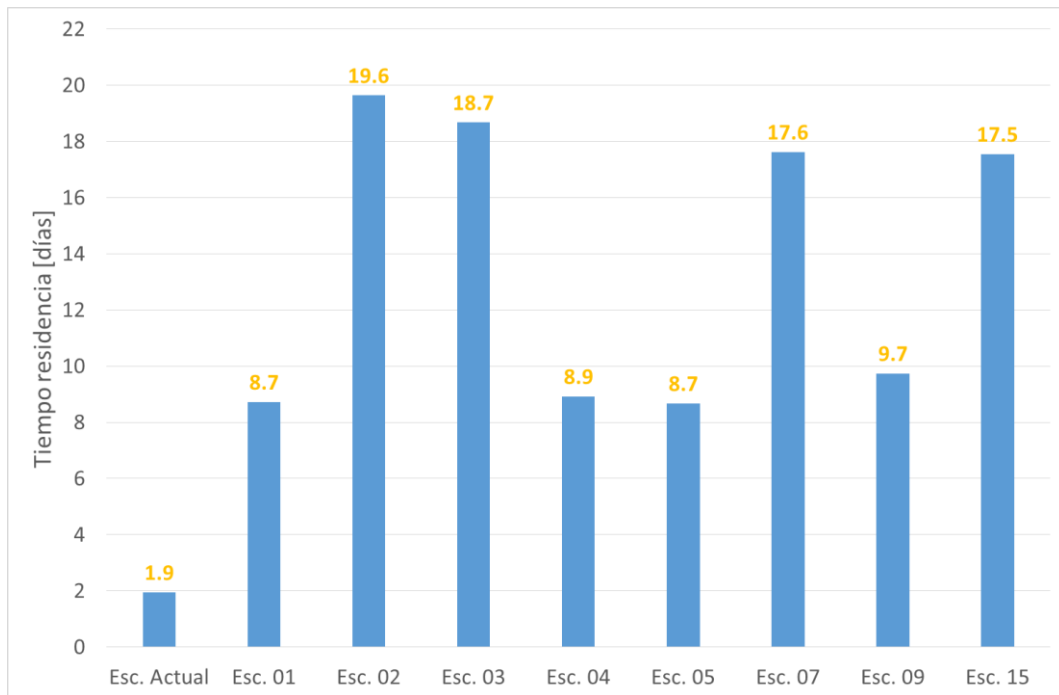


Figura 5-2. Tiempos de residencia para los diferentes escenarios analizados.

6 ESTADÍSTICA DE CORRIENTES

6.1 Consideraciones generales

Las mediciones realizadas mediante dos correntómetros ubicados en las instalaciones del Puerto de Buenos Aires fueron analizadas con el propósito de caracterizar el régimen de corrientes generadas por la marea en la zona de estudio. Si bien se trata de registros de corta duración que abarcan el período de tiempo comprendido entre los meses de junio de 2016 y mayo de 2017, el análisis estadístico de esta información constituye un aporte valioso a los fines del proyecto.

La Figura 6-1 muestra la ubicación de los puntos de registro en el entorno del área portuaria. El primer correntómetro se encuentra dentro del recinto, en la zona de cabecera del Espigón 2, mientras que el segundo se ubica en la zona de acceso al puerto (Baliza Verde), muy cerca del Malecón Sur, sobre el canal de navegación. En la misma figura se observa además la posición de un mareógrafo que registra las variaciones del nivel de marea.



Figura 6-1. Ubicación de correntómetros y mareógrafo en el Puerto de Buenos Aires

Los datos utilizados para este análisis fueron suministrados por AGPSE, y consisten en mediciones de la intensidad y dirección de la corriente con una frecuencia de registro de 10 minutos. Se contó además con la información de niveles generada por el mareógrafo señalado.

A modo de ilustración, la Figura 6-2 muestra el registro de intensidades de la corriente obtenido durante 5 días continuos de medición (desde el 28 de julio de 2016 al 2 de agosto de 2016) en ambos correntómetros, junto con la variación de niveles correspondiente a ese mismo intervalo de medición.

Del mismo modo, la Figura 6-3 presenta la variación direccional de las corrientes junto con los niveles de marea para el mismo período de tiempo y la mismas ubicaciones. En este caso, las direcciones indican el rumbo hacia donde se dirige la corriente.

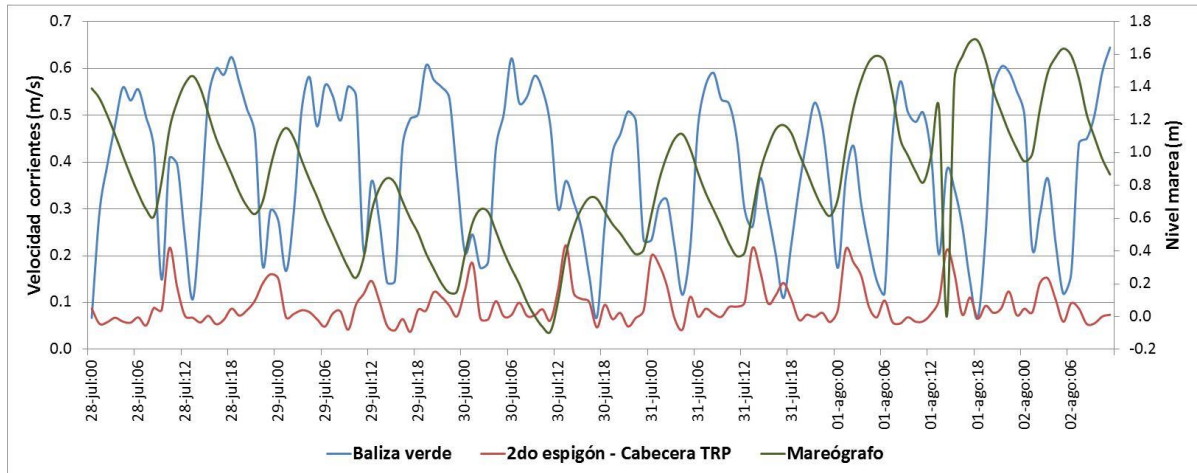


Figura 6-2. Registros de intensidad de la corriente y nivel de marea en el Puerto de Buenos Aires

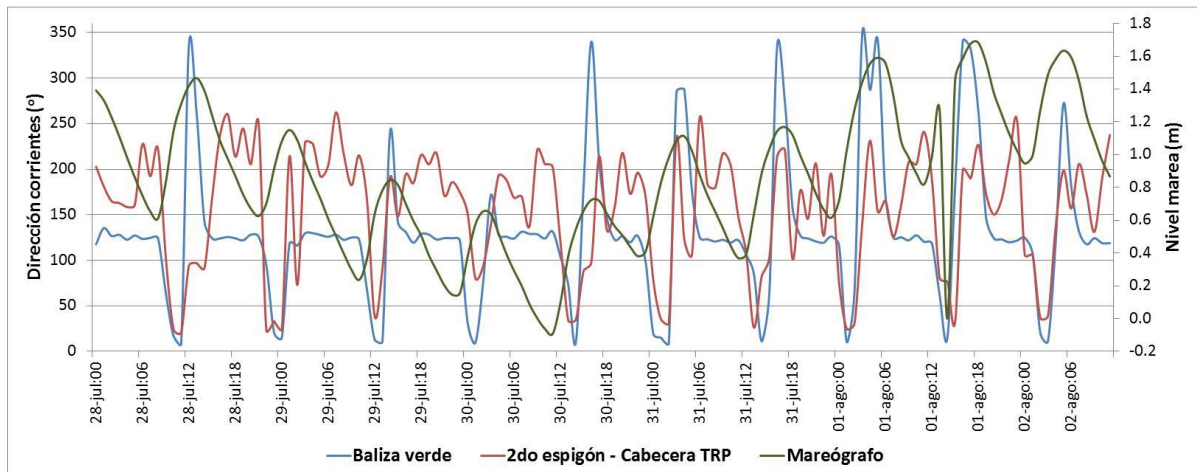


Figura 6-3. Registros de dirección de la corriente y nivel de marea en el Puerto de Buenos Aires

La comparación de estos gráficos muestra claras diferencias entre ambos registros a lo largo de sucesivos ciclos de marea, en los que se alternan condiciones de crecientes y bajantes.

Para el caso del registro de Baliza Verde se observa que las intensidades de la corriente son más elevadas en condiciones de bajante, con valores máximos que se encuentra orden de 0.6 m/s (Figura 6-2) y una dirección bien definida que corresponde a los sectores ESE-SE (Figura 6-3), coincidiendo con la orientación del canal de acceso al puerto. Las corrientes

que se dan en condición de creciente resultan de menor intensidad, con valores del orden de 0.4 m/s, y una orientación coincidente con los sectores N-NNE.

El registro correspondiente a la Cabecera del 2do Espigón muestra intensidades de la corriente muy inferiores a las observadas en Baliza Verde, con valores máximos que se dan en condición de creciente y pueden alcanzar a lo sumo los 0.2 m/s. Las dirección de la corriente en creciente para esta ubicación coincide en general con el sector N-NNE, pero en condición de bajante se observa una situación más irregular (Figura 6-3), donde no existen patrones de circulación claramente definidos.

De acuerdo con estas observaciones, y dada la ubicación del punto de medición en el 2^{do} Espigón, resulta probable que este registro se encuentre perturbado por la cercanía de estructuras internas del puerto.

6.2 Resultados del análisis de los datos

Los resultados del análisis estadístico para el registro completo de los datos en ambas ubicaciones se presentan en forma de gráficos y tablas.

En primer lugar se muestran los gráficos de rosas de corrientes (Figura 6-4), los cuales integran en un esquema de coordenadas polares información sobre frecuencias de distribución de intensidad de la corriente y sus direcciones.

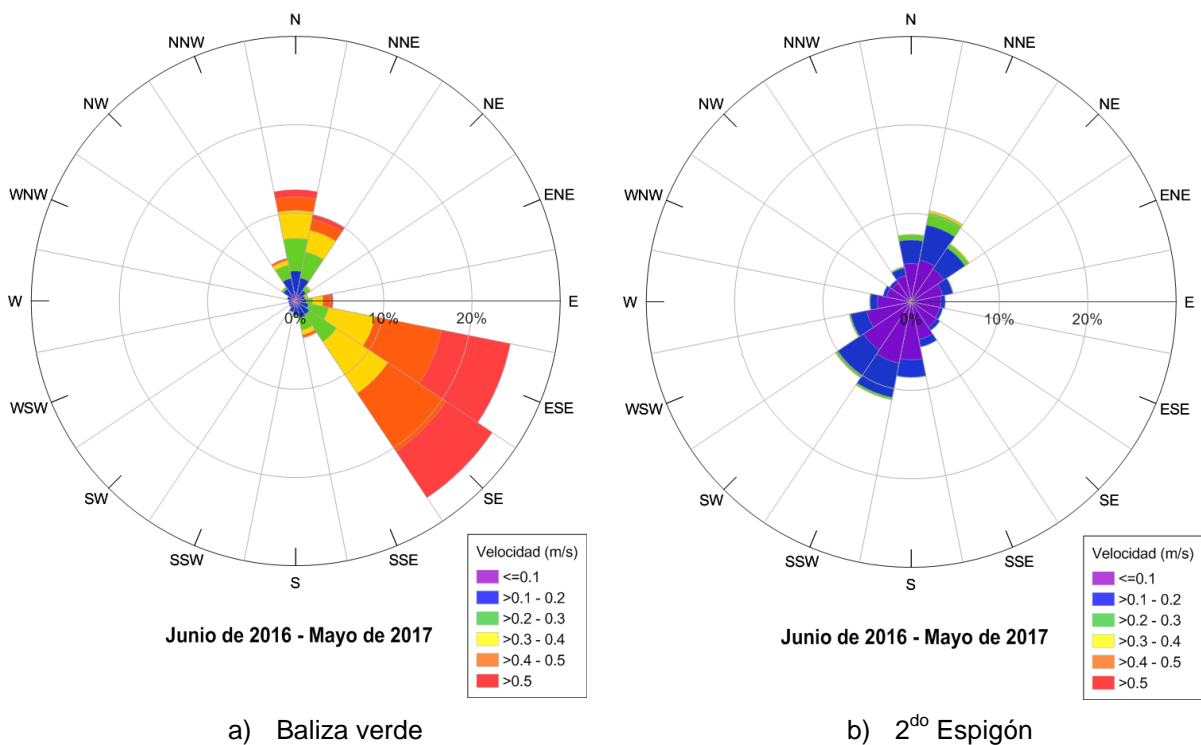


Figura 6-4. Gráficos de rosas de corrientes

El análisis de estos gráficos resulta consistente con las observaciones realizadas sobre los registros de corta duración presentados en 6.1. La rosa de corrientes correspondiente a Baliza Verde (Figura 6-4a) muestra un claro predominio de las corrientes provenientes de las direcciones SE y ESE (asociadas a la condición de bajante), y un importante aporte de las direcciones N y NNE (asociadas a la situación de crecientes). Se observa además que dentro de los rangos de distribución de intensidades existe un alto porcentaje que corresponde a valores superiores a 0.4 m/s. Contrariamente, la rosa de corrientes correspondiente a 2do Espigón (Figura 6-4b) muestra una distribución de frecuencias direccional con mayor cantidad de sectores asociados a porcentajes elevados y valores de intensidades significativamente más bajos que en el caso anterior.

Este análisis se complementa con la presentación de los histogramas que comparan las distribuciones frecuenciales de la intensidad y la dirección de la corriente para ambos registros. La Figura 6-5 muestra los porcentajes de frecuencia para distintos rangos de intensidad de corriente. En el caso de Baliza Verde se observa que aproximadamente un 40% del total de casos se encuentra entre 0.3 y 0.5 m/s, con valores máximos que podrían alcanzar con muy baja frecuencia hasta 1 m/s. Las intensidades en el registro de 2do Espigón se concentran fuertemente entre 0.1 y 0.2 m/s, con más del 95% de los casos.

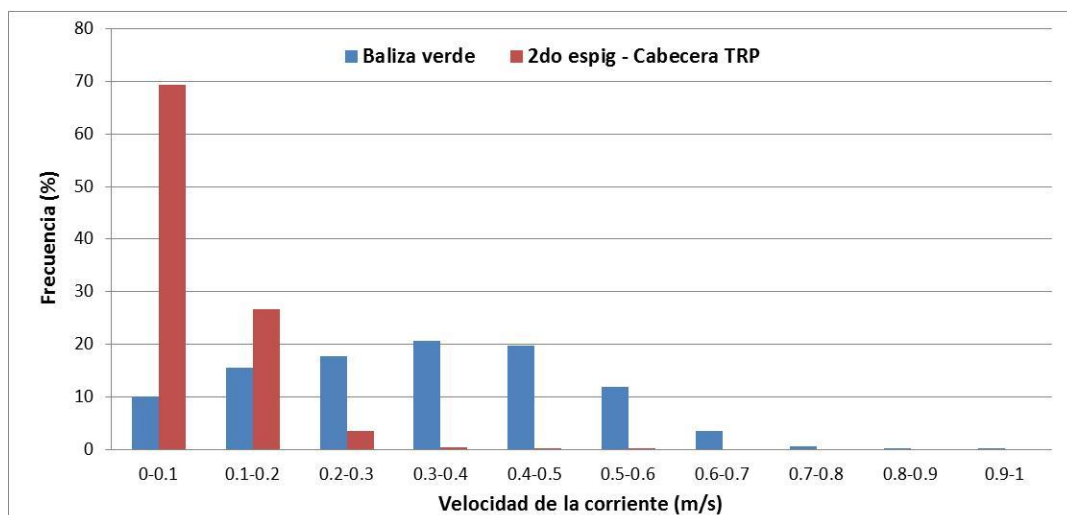


Figura 6-5. Distribución de frecuencias para la intensidad de la corriente (período junio 2016-mayo 2017)

La Figura 6-6 muestra los porcentajes de frecuencia para las distribuciones direccionales de ambos registros. Este gráfico confirma las observaciones realizadas anteriormente, indicando una marcada concentración en las direcciones de creciente y bajante para el caso de Baliza Verde, y una distribución más homogénea para el registro del 2do Espigón.

Finalmente, la Tabla 6-1 y la Tabla 6-2 indican las frecuencias para los valores combinados de intensidad y dirección observados en ambos registros para la totalidad de casos correspondientes al período de tiempo disponible para este análisis (Junio 2016-mayo 2017).

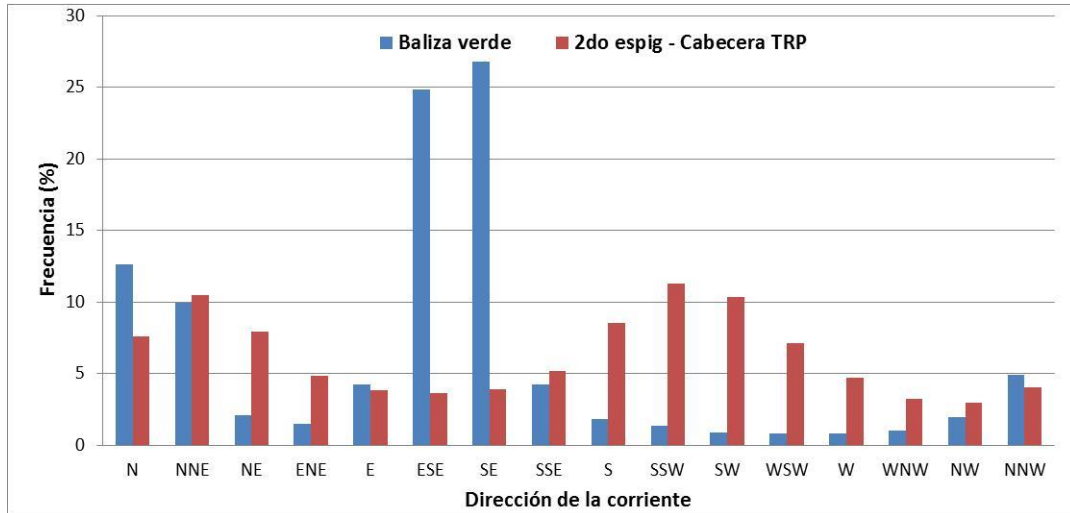


Figura 6-6. Distribución de frecuencias para la dirección de la corriente (período junio 2016-mayo 2017)

Tabla 6-1. Valores porcentuales para la distribución de frecuencias por dirección e intensidad de la corriente para Baliza Verde (período junio 2016-mayo 2017)

Sector	Velocidad (m/s)							
	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	>0.7
N	0.96	2.46	3.68	3.17	1.54	0.56	0.19	0.07
NNE	0.73	1.94	2.98	2.51	1.29	0.42	0.09	0.02
NE	0.66	0.77	0.52	0.12	0.02	0.01	0.00	0.00
ENE	0.64	0.41	0.18	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00
E	0.62	0.58	0.70	1.20	0.86	0.24	0.01	0.01
ESE	0.53	0.95	2.33	5.37	7.68	5.67	1.93	0.37
SE	0.55	1.30	3.68	7.04	7.91	4.84	1.27	0.22
SSE	0.66	1.31	1.42	0.53	0.27	0.05	0.02	0.01
S	0.63	0.96	0.23	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
SSW	0.58	0.68	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SW	0.54	0.32	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
WSW	0.50	0.29	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.52	0.27	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WNW	0.52	0.45	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NW	0.71	0.97	0.26	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
NNW	0.80	1.83	1.51	0.53	0.15	0.06	0.02	0.03

Tabla 6-2. Valores porcentuales para la distribución de frecuencias por dirección e intensidad de la corriente para 2^{do} Espigón (período junio 2016-mayo 2017)

Sector	Velocidad (m/s)							
	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	>0.7
N	4.34	2.65	0.58	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
NNE	4.83	4.03	1.40	0.21	0.03	0.01	0.00	0.00
NE	4.47	2.85	0.52	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
ENE	3.63	1.17	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
E	3.40	0.45	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESE	3.28	0.36	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SE	3.45	0.47	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	4.33	0.87	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S	6.54	1.98	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSW	7.06	3.97	0.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
SW	6.51	3.54	0.23	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
WSW	5.13	1.87	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
W	3.83	0.81	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
WNW	2.84	0.42	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NW	2.62	0.33	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
NNW	3.03	0.90	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

7 CONCLUSIONES

Las siguientes son las principales conclusiones de este Cuarto Informe de Avance:

- La Dársena A puede verse comprometida por la incidencia de las sudestadas para el caso de la configuración E7. Esta agitación se atenuaría fuertemente si se implementara una extensión del Malecón Sur mayores a 220 m.
- Los volúmenes de sedimentación esperados para las dársenas A, B, E, la Terminal 6 y el Canal de Pasaje son significativamente menores a las actuales para todos los escenarios. La mayor reducción se da para el Escenario 3, en el que se elimina la Boca Falsa y se modifica el extremo sur de la escollera.
- Los escenarios futuros presentan un mayor volumen sedimentado sobre el Canal de Acceso. El menor volumen en los escenarios futuros se obtiene para el Escenario 5, en el cual no se extiende la obra de abrigo Sur.
- Los Escenarios 1, 4, 5 y 9 presentan volúmenes anuales sedimentados similares al actual.
- Por el contrario, los Escenarios 2 y 3 muestran volúmenes significativamente menores al del puerto actual, con reducciones del 32 y 37%, respectivamente. Esto debe adjudicarse a la eliminación de la boca falsa, que evita la penetración de agua al puerto, con la consiguiente carga de sedimentos, durante la marea bajante.
- Para los escenarios futuros los volúmenes sedimentados en la zona de maniobras y en el Canal de Pasaje representan más del 70% del volumen total sedimentado.
- Los Escenarios 2 y 3 (sin Boca Falsa) presentan un fuerte descenso de los volúmenes sedimentados en la zona de maniobras.
- En las dársenas y en la Zona de Maniobras se observan los menores volúmenes sedimentados para las configuraciones que no poseen boca falsa (Escenarios 2 y 3).
- En el Canal de Pasaje los menores volúmenes de sedimentación se presentan con el esquema sin boca falsa y con la escollera modificada (Escenario 3).
- Si se analizan en conjunto la Zona de Maniobras y del Canal de Pasaje, que son las que explican el mayor porcentaje de volumen sedimentado, se observa que la configuración óptima, en cuanto a menores volúmenes, es la que tiene la escollera modificada y no presenta boca falsa.
- Para el Canal de Acceso las menores tasas y volúmenes sedimentados se presentan sin la extensión de la Obra de Abrigo Sur (Escenario 5).
- La configuración óptima del puerto, en cuanto a menores volúmenes sedimentados, es la que no tiene boca falsa, y tiene la escollera modificada y la obra de abrigo sur sin extender, es decir el Escenario 7 (para un relleno de 1200 m) y el Escenario 15 (para un relleno de 1500 m). Resultan volúmenes sedimentados menores a los del puerto actual.

- Las distribuciones de sobretemperatura para la situación actual muestran relativamente altos valores (mayores a $4,0^{\circ}\text{C}$) en la capa superior, que disminuyen hacia el fondo, donde la sobretemperatura es menor a $2,5^{\circ}\text{C}$ excepto en la dársena E. En el caso de la CNP, la zona de estratificación es relativamente estrecha, al producirse la descarga en una zona de relativamente alta dilución fuera del recinto portuario. Las distribuciones de sobretemperatura para el Escenario 7 muestran, para el interior portuario, valores menores que en el caso actual, sin superar los $4,0^{\circ}\text{C}$ en superficie y $1,5^{\circ}\text{C}$ en el fondo, siendo mayores en la zona norte del recinto portuario debido a la ubicación de la descarga. Los resultados de sobretemperatura para el Escenario 15 son cualitativamente similares a los del Escenario 7, aunque con una caída de la sobretemperatura, que en el fondo llega a aproximadamente $0,5^{\circ}\text{C}$, lo cual se explica por una mayor extensión del recinto portuario. El escenario 4 muestra una caída aún mayor de las sobretemperaturas, que ahora no superan los $3,0^{\circ}\text{C}$ en superficie y $1,0^{\circ}\text{C}$ en el fondo. Esto se debe al flujo de agua fresca que proviene de la boca falsa.
- Se construyó un indicador de la estratificación térmica, como la diferencia de temperatura entre la capa de superficie y la de fondo. Se han distinguido tres umbrales de salto térmico, a saber, $0,5^{\circ}\text{C}$, 1°C y 3°C , que establecen una zona sin estratificación (diferencia $< 0,5^{\circ}\text{C}$), una con baja estratificación (diferencia entre $0,5^{\circ}\text{C}$ y 1°C), una con estratificación moderada (diferencia entre 1°C y 3°C) y una con estratificación significativa ($> 3^{\circ}\text{C}$). Para la configuración actual la estratificación térmica desaparece más allá de la boca falsa debido al efecto de refresco. En cambio, en el caso de los escenarios futuros básicamente todo el recinto portuario estará estratificado, salvo en la zona del Antepuerto durante la creciente. De todos modos, en los escenarios futuros disminuye fuertemente la extensión de la zona de estratificación significativa, prácticamente desapareciendo para el escenario 4 por la presencia de la boca falsa.
- La variabilidad temporal de la temperatura es relativamente moderada. La máxima variabilidad se da en el Canal de Acceso para el escenario 15, con amplitudes del orden de 1°C .
- Los escenarios futuros muestran temperaturas en las tomas de agua de las centrales térmicas significativamente menores que para el caso actual, con diferencias respecto de la situación actual que no bajan de 4°C , siendo el Escenario 4 el de mejor performance en cuanto a menores temperaturas. Las sobretemperaturas en las tomas de agua son de entre $3,5^{\circ}\text{C}$ y 5°C para las condiciones actuales, y de entre 1°C y $2,5^{\circ}\text{C}$ para los escenarios 4, 7 y 15.
- Al contrario de la situación actual, en que la temperatura en las tomas de agua se incrementa con el aumento de la temperatura de la descarga de la CPN (aunque a un ritmo mucho menor), en el puerto proyectado la temperatura en las tomas prácticamente permanece invariable ante los cambios de temperatura en la descarga, lo que constituye una ventaja.
- El valor umbral de 3°C , para protección de las especies biológicas más sensibles, sólo se ve superado en una relativamente pequeña zona, de aproximadamente 250 m de radio para la situación actual, que se alarga a alrededor de 500 m para los escenarios futuros.
- La zona estratificada crecerá sensiblemente para el puerto futuro en relación al actual. De hecho, la mayor parte del puerto permanecerá estratificado. De todos modos, las implicancias ambientales de esta limitación (como amenaza a la calidad del agua de la capa inferior) son relativas en el interior portuario, ya sujeto a múltiples solicitaciones que comprometen la calidad del agua.

- Los tiempos de residencia en todos los escenarios futuros son mayores que en la configuración actual del Puerto.
- Los escenarios futuros que no presentan una boca falsa son los que tienen los mayores tiempos de residencia, del orden de 10 veces el actual (que es de aproximadamente 2 días). La presencia de la boca falsa disminuye significativamente los tiempos de residencia (del orden de 5 veces el actual).
- La extensión de la obra de abrigo Sur y la modificación del extremo sur de la escollera generan aumentos en los tiempos de residencia.
- Las estadísticas de los registros de corriente efectuados con dos correntómetros ubicados en las instalaciones del Puerto de Buenos Aires indican una marcada concentración en las direcciones de creciente y bajante para el caso de Baliza Verde, sobre el Canal de Acceso, y una distribución más homogénea para el registro del 2do Espigón. Además, en el caso de Baliza Verde se observa que aproximadamente un 40% del total de casos la velocidad de la corriente se encuentra entre 0.3 y 0.5 m/s, con valores máximos que podrían alcanzar con muy baja frecuencia hasta 1 m/s, mientras que las intensidades en el registro de 2do Espigón se concentran fuertemente entre 0.1 y 0.2 m/s, con más del 95% de los casos.