
“Monitoreo de la Ría de Bahía Blanca”

Verificación de Cumplimiento del Plan de Monitoreo de la Ría de Bahía Blanca ETAPA PREDRAGADO

CONSORCIO DE GESTIÓN DEL PUERTO DE BAHÍA BLANCA (CGPBB)

“Dragado del Canal Interior del Puerto de Bahía Blanca”

Puerto de Ingeniero White - Provincia de Buenos Aires



Noviembre 2024

ÍNDICE

I. Objetivo	4
II. Informe Técnico	4
III. Metodología	5
Muestreo	5
Ensayos de Laboratorio	6
IV. Puntos de Diagnóstico	9
V. Resultados	11
VI. Interpretación de Resultados	22
Sedimentos Marinos	22
Análisis Granulométrico	24
Calidad del Agua	27
Temperatura	28
pH	28
Turbidez y SST	29
Oxígeno Disuelto (OD)	31
Nutrientes -- Fosforo Total (P_{TOTAL}) -- Nitratos (NO_3)	32
Solidos Totales Disueltos (STD) y Conductividad	33
VII. Conclusiones	35
VIII. Referencias	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estado de la Marea. Mareógrafo Ing. White.	6
Tabla 2 Parámetros analizados en laboratorio con la técnica implementada.	7
Tabla 3 Equipos utilizados para análisis de muestras.	8
Tabla 4 Equipos utilizados para toma de muestra y análisis <i>in situ</i>	8
Tabla 5 Puntos de Muestreo. Descripción, ubicación en coordenadas geográficas de cada punto, profundidad de extracción de muestra y punto de diagnóstico asociado.	9
Tabla 6 Resumen de los Resultados Normalizados de Metales Pesados en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo.	13
Tabla 7 Resumen de los Resultados Normalizados de Compuestos Orgánicos* en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo (1era Parte).	14
Tabla 8 Resumen de los Resultados Normalizados de Compuestos Orgánicos* en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo (2da parte).	15
Tabla 9 Resumen de los Resultados Normalizados de Hidrocarburos fraccionados C10 – C40 (Aceite Mineral) en Sedimentos Marinos.	16
Tabla 10 Resumen de los resultados Granulométricos en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo.	17
Tabla 11 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo (Mediciones <i>In situ</i> y en laboratorio).	18
Tabla 12 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.	19
Tabla 13 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.	20
Tabla 14 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Estuario de Bahía Blanca.....	4
Figura 2 Ubicación de los puntos de muestreo implementados en esta campaña.	10
Figura 3 Concentración normalizada de metales pesados y Arsénico (mg/kg) en el estuario de Bahía Blanca. Los puntos se muestran desde el punto más externo en la boca (P1) hacia el interior del estuario (P16).	23
Figura 4 Análisis granulométrico en los diferentes puntos de monitoreo sobre el Canal Principal del Estuario de Bahía Blanca.	26
Figura 5 Temperatura medida in situ en cada punto de monitoreo.....	28
Figura 6 Valores de pH medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	29
Figura 7 Valores de Turbidez (Turb.) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	30
Figura 8 Valores de Solidos Suspendidos Totales (SST) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	30
Figura 9 Correlación entre Turbidez y Solidos Suspendidos Totales (SST).....	31
Figura 10 Valores de Oxígeno Disuelto (OD) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	32
Figura 11 Valores de Fosforo Total (P_{TOTAL}) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	32
Figura 12 Valores de Nitratos (NO_3) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	33
Figura 13. Valores de Conductividad (Cond.) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.	34
Figura 14. Valores de SDT medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.....	34

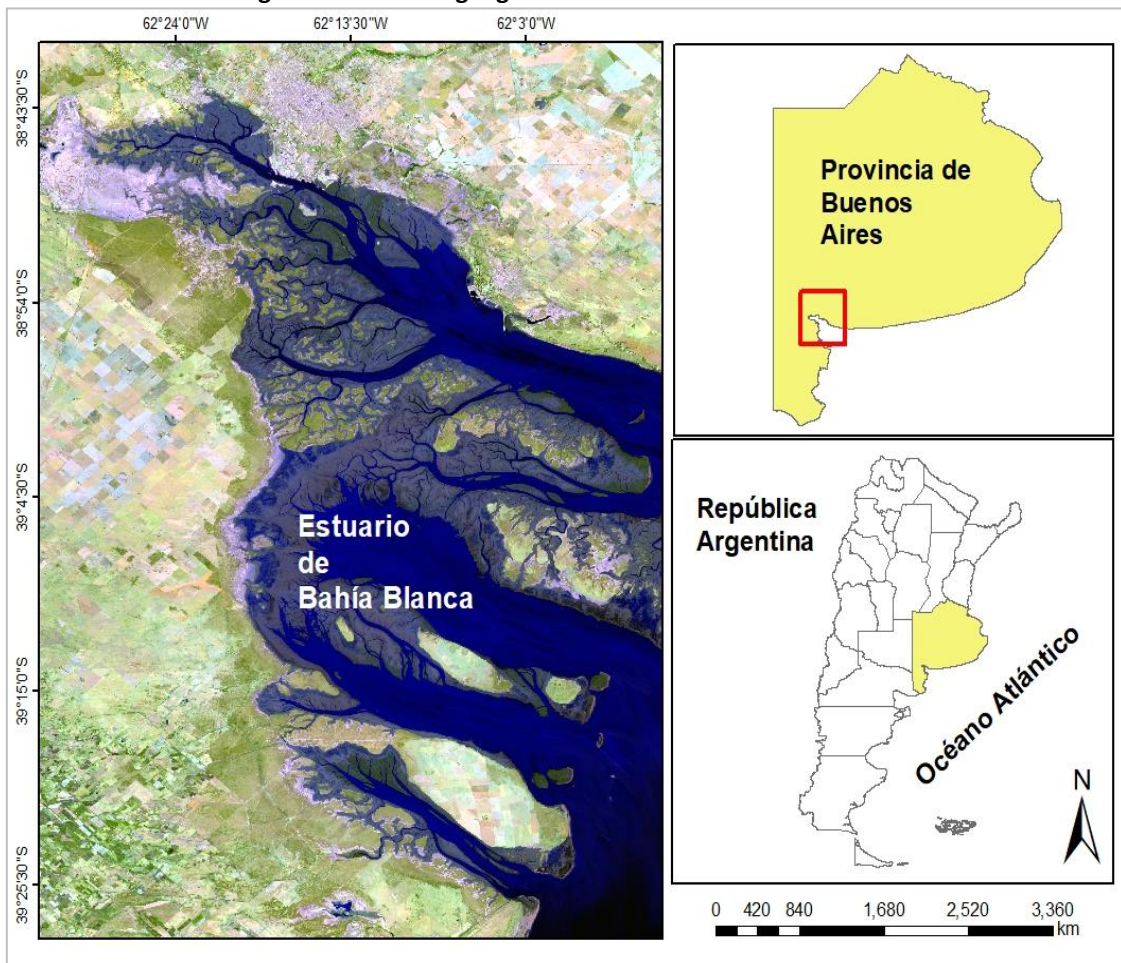
I. Objetivo

Este informe tiene como objetivo presentar los resultados del monitoreo ambiental de la Ría de Bahía Blanca en el marco de las operaciones de dragado ejecutadas por el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (CGPBB) en 2024. Los resultados presentados corresponden a la etapa predragado en el mes de febrero. La construcción de este informe se hizo siguiendo las directrices estipuladas en la Resolución 263/2019 OPDS (Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible) Anexo I – Capítulo II – Artículo 15.

II. Informe Técnico

En este informe se presentan los resultados de los análisis químicos y granulométricos realizados en 16 puntos dentro del estuario de Bahía Blanca, establecidos en el marco del plan de monitoreo para las campañas de dragado ejecutadas en los canales del sistema de puertos del Estuario de Bahía Blanca. En la **Figura 1** se presenta la ubicación geográfica del estuario.

Figura 1. Ubicación geográfica del Estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

III. Metodología

La toma de muestras y determinaciones analíticas de parámetros químicos y granulométricos fueron realizados por IACA LABORATORIOS¹, (Certificado OPDS N° 10).

Muestreo

La toma de muestras fue realizada por personal de IACA LABORATORIOS² (Certificado OPDS N° 10) en presencia de personal del área de Seguridad y Medio Ambiente del CGPBB. Las determinaciones analíticas de parámetros químicos y granulométricos fueron realizadas por personal de IACA LABORATORIOS.

La campaña de muestreo fue realizada el 15/02/2024, a bordo de la lancha GRINGA X perteneciente al CGPBB, con personal de IACA LABORATORIOS y del Área de Seguridad y Medio Ambiente del CGPBB (**Fotografía 1**). La embarcación zarpo desde Puerto Galván. El plan de monitoreo contemplaba toma de muestras en agua y sedimentos en 16 puntos de monitoreo, La descripción de cada punto y su ubicación en coordenadas geográficas se presentan en la **Tabla 5**, en el ítem correspondiente a los Puntos de Diagnostico. La **Figura 3** muestra la ubicación geográfica de los puntos de muestreo sobre una imagen satelital Landsat-8.

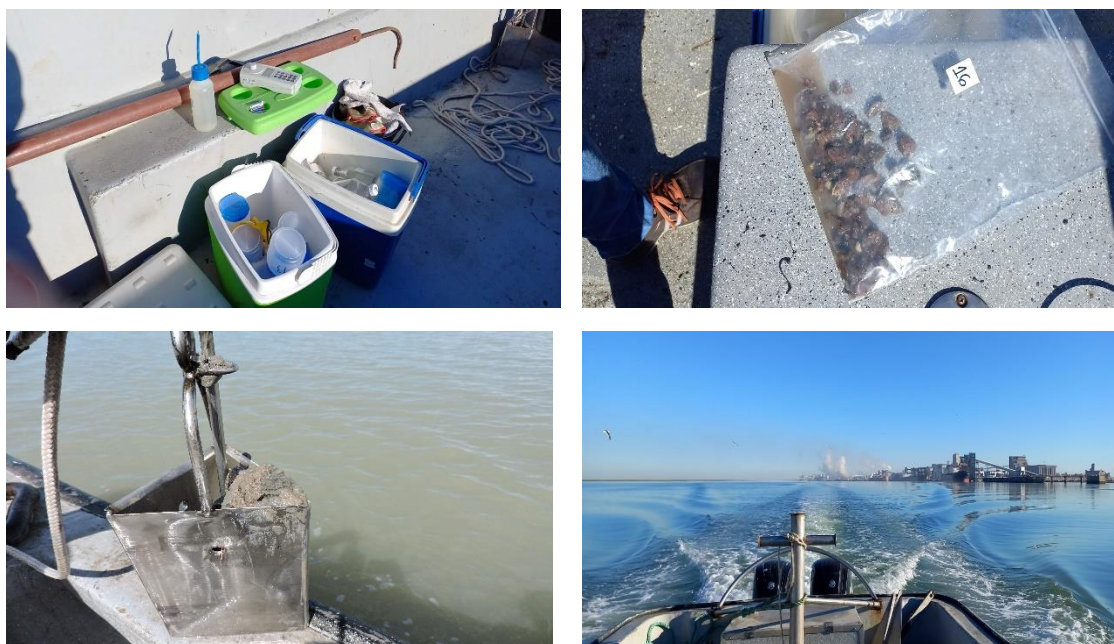
Para los puntos 12 y 13, Sitio 5 –Galván y Sitio 6 – Galván respectivamente, no fue posible tomar muestras ni de agua ni de sedimento, no se consideraron operativos (por caída de grúas). En los Puntos 15 y 16 correspondientes a Postas 1/2 y Posta 3 solo se extrajeron muestras de agua pues no fue posible extraer sedimentos, al utilizar la draga se encontró lecho de piedra. En total se extrajeron 12 muestras de sedimentos marinos y 14 de agua.

Las muestras de agua superficial fueron tomadas de acuerdo a lo estipulado en la norma ISO 5667 **GESTIÓN AMBIENTAL, CALIDAD DEL AGUA** y el SM 1060 **Collection and Preservation of Samples**. Las muestras fueron tomadas en envases de plástico tipo frasco con capacidad de 1 litro, el volumen de muestra fue de aproximadamente 1 litro cada una, posteriormente fueron rotuladas y transportadas en condiciones de hermeticidad y refrigeración. Los parámetros de pH, Oxígeno Disuelto (OD), temperatura y conductividad fueron medidos *in situ* con una sonda multiparamétrica.

El muestreo de sedimentos se realizó bajo las directrices de la norma ISO 10381 **Calidad del Suelo. Muestreo** y la EPA-600/2-80-018 **Samplers and Sampling Procedures for Hazardous Waste Streams**. Se utilizó una draga metálica, de cada punto de monitoreo se extrajo aproximadamente un 1 kilogramo de sedimentos del fondo. Las muestras fueron envasadas en frascos de plástico debidamente rotulados, embaladas y transportadas hasta el laboratorio en condiciones de refrigeración.

¹ <https://www.iaca.com.ar/>

² <https://www.iaca.com.ar/>



Fotografía 1 Monitoreo Predragado 15-02-2024. Fuente: CGPBB, 2024

Condiciones Climáticas y Estado de la Marea

En la **Tabla 1** se describe el estado de la marea durante la campaña de muestreo. Los datos se obtuvieron de las tablas de predicción de marea del Servicio Hidrográfico Naval – SHN³ Las muestras fueron extraídas entre las 11:00 y 14:00 horas, durante la marea bajante.

Tabla 1 Estado de la Marea. Mareógrafo Ing. White.

Fecha: 15/02/2024		
Hora	Altura (m)	Estado
04:25	0.78	Bajamar
11:14	4.14	Pleamar
16:45	0.68	Bajamar
22:53	4.32	Pleamar

Fuente: SHN, 2024.

Ensayos de Laboratorio

Se analizaron un total de 36 muestras (14 agua – 12 sedimentos). Los parámetros de pH, Oxígeno Disuelto (OD), temperatura y conductividad eléctrica (Cond) fueron medidos *in situ* utilizando un equipo multiparamétrico.

A continuación, en la **Tabla 2** se presenta el listado de los parámetros medidos en las muestras de agua y sedimentos marinos y, el método analítico implementado por el laboratorio para su análisis. Los límites de detección de las técnicas se encuentran documentadas en los protocolos para informe entregados por Laboratorio IACA anexados a este informe. Esta serie de analitos se establecieron en conformidad con lo estipulado en la **Resolución 263/2019 de la OPDS**.

³ <http://www.hidro.gov.ar/>

En la **Tabla 3** se presenta el listado de los equipos implementados para el análisis de muestras de agua y sedimento. Incluye la marca del equipo, número de serie y para que matriz de análisis fue utilizado. En la **Tabla 4** los equipos implementados para la toma de muestra y medición de parámetros *in situ*.

Tabla 2 Parámetros analizados en laboratorio con la técnica implementada.

Parámetro	Método o Técnica Analítica	
	Agua	Sedimento
pH	SM 4500 B/C/D Standart Methods 17 th. Edition	EPA 9045 D/SM 4500
Hidrocarburos C10 – C40	ISO 16703	ISO 16703
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos Totales)	EPA 8260 - SM 6200 B	EPA 8260
PAH (Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (ghi) perileno, Benzo (a) pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3-cd) pireno, Pireno y Fenantreno)	SM 6440 B Standart Methods 22 nd. Edition	EPA 8100
Plomo	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Cromo Total	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Cadmio	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Zinc Total	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Níquel Total	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Mercurio Total	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Cobre Total	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Estaño	EPA 6010 B	EPA 6010 B/ EPA 3050
Arsénico	EPA 6010 B	EPA 3050/ SM 3113 B
Sustancias Fenólicas	EPA 420 1	EPA 0420.1 (600/4-79-020)
PCB'S	-	EPA 8082 A
Solidos Suspendidos Totales	SM 2540 B Standard Methods 20 th. Edition	-
Conductividad Eléctrica	SM 2510 B Standard Methods 20 th. Edition	-
Solidos Totales Disueltos	SM 2540 C Standard Methods 20 th. Edition	-
Turbiedad	SM 2130 B Standard Methods 20 th. Edition	-
Oxígeno Disuelto	SM 4500 - O G Standard Methods 22 th. Edition	-
Demanda Química de Oxígeno	SM 5220 D Standard Methods 21 th. Edition	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 D Standard Methods 21 th. Edition	-
Compuestos Nitrogenados (NTK, Nitratos y Nitritos)	SM 4500 - N - E - B	-
Cianuros Totales	SM 4500 - CN E. Standard Methods 20 th. Edition	-

Parámetro	Método o Técnica Analítica	
	Agua	Sedimento
Sulfuros	SM 4500 - S2 - E. Standard Methods 20 th. Edition	-
Fosforo Total	SM 4500 - P C. Standard Methods 20 th. Edition	-
Materia Orgánica	-	IRAM 25971 -1
Grasas y Aceites	-	EPA 9071 A
Pesticidas Organoclorados	-	EPA 8081B/EPA 8141B
Granulometría	-	ASTM D-422/ IRAM 1505/ IRAM 1501

Fuente: IACA LABORATORIO, 2024.

Tabla 3 Equipos utilizados para análisis de muestras.

Nombre del Equipo	Marca/Modelo	N° de Serie	Tipo de Muestra	
			Agua	Sedimento
Cromatógrafo Gaseoso	Agilent Technologies 6890N	US10504020	X	X
Mufla con Control Digital Programable	ORL 18KW	200400	X	X
Espectrómetro de Emisión-ICP	Horiba Jobin Yvon JY2000-2	0990/1236 02072618 NE	X	X
Balanza Analítica Clase II	Scientech SA 120	6204	-	X
Espectrofotómetro UV-VIS	Merck Pharo 300 Spectroquant	-	X	X
Malla Granulométrica 0.063 mm	Zonytest	-	-	X
Malla Granulométrica 0.0039 mm	Zonytest	-	-	X
Material Volumétrico	--	--	X	X
Reactor para DQO	Hach Reactor COD	1200021444	X	-
Lector de DBO	WTW Oxitop IS-12	-	X	-

Fuente: IACA LABORATORIO, 2024.

Tabla 4 Equipos utilizados para toma de muestra y análisis *in situ*.

Nombre del Equipo	Marca/Modelo	N° de Serie	Tipo de Muestra	
			Agua	Sedimento
Equipo Multiparamétrico	WTW Multi 3430-SET 6	1221011301	X	-
Recipientes de vidrio o plástico	--	--	X	X
Draga Metálica	--	--	-	X
Espátula de Homogenización	Merck Pharo 300 Spectroquant	--	-	X

Fuente: IACA LABORATORIO, 2024.

IV. Puntos de Diagnóstico

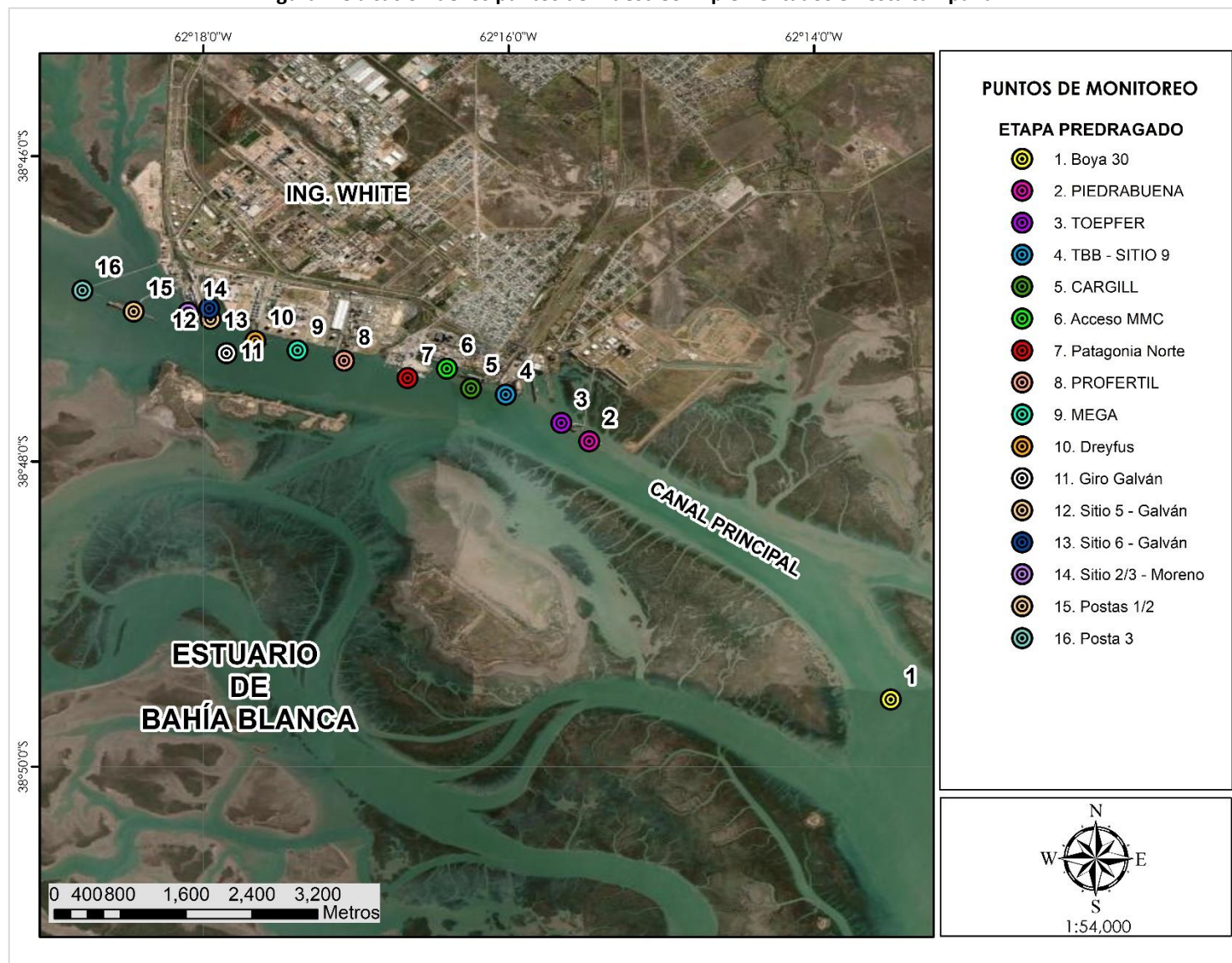
A continuación se presenta un listado de los 16 puntos de monitoreo con sus respectivas coordenadas geográficas, correspondientes a la campaña de muestreo de la etapa pre-dragado (**Tabla 5**). La **Figura 2** presenta la ubicación geográfica de los puntos de muestreo sobre plano satelital.

Tabla 5 Puntos de Muestreo. Descripción, ubicación en coordenadas geográficas de cada punto, profundidad de extracción de muestra y punto de diagnóstico asociado.

Punto	Descripción	Latitud	Longitud
1	Canal Principal Boya 30	38°49'33.56"S	62°13'29.81"O
2	PIEDRABUENA	38°47'52.10"S	62°15'28.30"O
3	TOEPFER	38°47'44.86"S	62°15'39.26"O
4	TBB- Sitio 9	38°47'33.75"S	62°16'1.11"O
5	CARGILL	38°47'31.30"S	62°16'14.83"O
6	Acceso MMC	38°47'23.54"S	62°16'24.28"O
7	Patagonia Norte	38°47'27.21"S	62°16'39.79"O
8	Profertil	38°47'20.41"S	62°17'4.68"O
9	MEGA - Mega Este	38°47'16.36"S	62°17'22.97"O
10	Dreyfus	38°47'12.62"S	62°17'39.58"O
11	Giro Galván	38°47'17.49"S	62°17'50.90"O
12	Sitio 5 - Galván	38°47'4.08"S	62°17'57.16"O
13	Sitio 6 - Galván	38°46'59.88"S	62°17'57.68"O
14	Sitio 2/3 Moreno	38°47'1.58"S	62°18'5.98"O
15	Posta 1 y 2	38°47'1.07"S	62°18'27.36"O
16	Posta 3	38°46'52.85"S	62°18'47.54"O

Fuente: CGPBB, 2024.

Figura 2 Ubicación de los puntos de muestreo implementados en esta campaña.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

V. Resultados

En la **Tabla 6** se presentan los resultados normalizados de los análisis realizados a las muestras de sedimentos marinos y su evaluación basada en los criterios establecidos de la norma española (RGDM, 1994)⁴. Los análisis quimiométricos realizados en sedimentos se llevaron a cabo sobre el total de la muestra. Para metales pesados y Arsénico, las concentraciones fueron normalizadas mediante la expresión (2), estipulada en el Art. 18° Resolución 263/2019 – Anexo I, *Normalización de los resultados sobre el material a dragar*.

$$C_{ei} = C_i * \frac{FNG}{FF} \quad (2)$$

Donde:

C_{ei} = Concentración normalizada por muestra.

C_i = Concentración del parámetro obtenida en el análisis.

FF = Fracciones Finas (material de diámetro inferior a 0,063 mm) en % en peso.

FNG = Fracciones No Gruesas (material de diámetro inferior a 2mm) en % en peso.

Los protocolos de análisis con los resultados presentados por el laboratorio son anexados a este informe. En la **Tabla 10** se presentan los resultados del análisis granulométrico, datos implementados en el proceso de normalización. Se tomó $FF = \text{Limo} + \text{Arcilla}$ y $FNG = \text{Arena} + \text{Limo} + \text{Arcilla}$.

El cálculo de las concentraciones normalizadas en metales pesados fue efectuado sobre los siguientes parámetros analizados en laboratorio:

- Metales: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo Total (Cr), Plomo (Pb) y Níquel (Ni).
- Metaloides: Arsénico (As).

Para compuestos orgánicos el **Art. 18° Resolución 263/2019** pide implementar un ajuste de las concentraciones a valores estándares de materia orgánica. Utilizando la siguiente expresión (3):

$$C^* = C_i * 10/MO \quad (3)$$

Donde:

C^* = Concentración corregida o ajustada a valores estándares de Materia Orgánica (10%)

C_i = Concentración del parámetro determinado en laboratorio

MO = Materia Orgánica de la muestra.

Las concentraciones se ajustarán al contenido estándar de 10% de materia orgánica, cuando la muestra presente $MO > 2\%$ o $MO < 30\%$.

El ajuste/corrección de concentraciones a valores estándares de materia orgánica se realizó sobre los siguientes parámetros analizados en laboratorio:

- Fenoles totales, PCBs, BTEX, PAHs, plaguicidas organoclorados y estaño.

⁴ Recomendaciones para la Gestión del Material Dragado en los Puertos Españoles, (RGMD, 1994).

El listado de estos parámetros se tomó del **Art. 16° Resolución 263/2019 Anexo I – Tabla 1 De los valores a comparar**. En las **Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9** se presentan el resumen de los resultados.

En cuanto a los monitoreos en la matriz agua, en la **Tabla 11** se presentan los resultados de parámetros medidos *in situ* (pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto) y los parámetros de sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, turbidez, Nitritos y Fosforo Total. Los analitos de metales pesados y Arsénico se presentan en la **Tabla 12**. Los resultados de BTEX, PAHs, PCB, Fenoles, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Nitrógeno Total Kendall, Nitratos y Fenoles se presentan en la **Tabla 13**. Cianuros Totales, Sulfuros e Hidrocarburos Totales C10 – C40 en la **Tabla 14**.

En cumplimiento con lo establecido en el **Art. 19° Resolución 263/2019 Anexo I – Normas de referencia para evaluar la calidad del agua**. Se implementó como norma nacional el Decreto 831/93⁵, el cual presenta en su Tabla 3 – Niveles Guía de Calidad del Agua para Protección de Vida Acuática. Aguas Saladas Superficiales y Tabla 4 -- Niveles Guía de Calidad del Agua para Protección de Vida Acuática. Aguas Salobres Superficiales. Los parámetros que no se encontraron dentro de la norma nacional se utilizó la **Guía Conama para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Gobierno De Chile - Comisión Nacional Del Medio Ambiente – IV CRITERIOS NACIONALES ESPECÍFICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS**. Los parámetros están distribuidos en las tablas en función de con que norma fueron evaluados.

⁵ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/10000-14999/12830/norma.htm>

Tabla 6 Resumen de los Resultados Normalizados de Metales Pesados en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo.

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	pH (UpH)	Pb (mg/Kg)	Cr Total (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Zn Total (mg/Kg)	Ni Total (mg/Kg)	Cu Total (mg/Kg)	Hg Total (mg/Kg)	As (mg/Kg)	
1	15/02/2024	11:05	7.9	6.4	11.6	0.2	36.9	7.9	17.9	ND	1.7	
2	15/02/2024	11:43	7.9	7.6	12.4	ND	44.2	8.2	18.0	ND	1.6	
3	15/02/2024	12:07	7.8	8.9	14.3	ND	50.8	9.1	22.8	ND	2.0	
4	15/02/2024	12:11	7.9	9.0	11.6	ND	46.8	8.8	20.3	ND	1.5	
5	15/02/2024	12:20	8.0	7.9	12.8	ND	40.0	7.6	17.2	ND	1.5	
6	15/02/2024	12:36	8.1	7.2	13.2	ND	41.1	7.6	16.4	ND	1.5	
7	15/02/2024	12:41	8.1	8.0	14.0	ND	44.0	8.6	19.9	ND	2.2	
8	15/02/2024	13:02	7.9	8.4	11.6	ND	45.6	8.5	20.6	ND	2.4	
9	15/02/2024	13:09	7.9	7.6	11.8	ND	41.5	7.9	18.0	ND	1.4	
10	15/02/2024	13:12	8.0	8.0	12.4	ND	43.6	8.5	20.2	ND	2.5	
11	15/02/2024	13:22	8.0	7.6	10.8	ND	37.5	8.5	20.2	ND	2.0	
14	15/02/2024	13:30	7.9	8.9	18.8	ND	37.5	7.6	27.0	ND	2.5	
Valores Establecidos como Referencia (mg/Kg)			Elemento Evaluado		Pb	Cr	Cd	Zn	Ni	Cu	Hg	As
			Norma Española	Nivel I	120	200	1	500	100	100	0.6	80
				Nivel II	600	1000	5	3000	400	400	3.0	200
Categorización del Material Res. 263/2019 OPDS Anexo I- cap. III Art. 20			Categoría A		Pb<120	Cr <200	Cd <1	Zn<500	Ni<100	Cu<100	Hg<0.6	As<80
			Categoría B		120<Pb<600	200<Cr<1000	1<Cd<5	500<Zn<3000	100<Ni<400	100<Cu<400	0.6<Hg<3.0	80<As<200
			Categoría C		600<Pb<4800	1000<Cr<8000	5<Cd<40	3000<Zn<24000	400<Ni<3200	400<Cu<3200	3.0<Hg<24	200<As<1600
			Categoría D		pb<4800	Cr<8000	Cd<40	Zn<24000	Ni<3200	Cu<3200	Hg<24	As<1600

ND: No Detectado. Para Normalización: FF= Limo + Arcilla y FNG: Limo + Arcilla + Arena. **Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.**

Tabla 7 Resumen de los Resultados Normalizados de Compuestos Orgánicos* en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo (1era Parte).

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	pH (UpH)	Materia Orgánica (% p/p)	Fenoles Totales (mg/kg)	PCB (SCB7) (mg/kg)	Benceno (mg/kg)	Tolueno (mg/kg)	Etilbenceno (mg/kg)	Xilenos Totales (mg/kg)	Suma PAHs (mg/kg)
1	15/02/2024	11:05	7.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	15/02/2024	11:43	7.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	15/02/2024	12:07	7.8	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	15/02/2024	12:11	7.9	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	15/02/2024	12:20	8.0	N.D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	15/02/2024	12:36	8.1	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	15/02/2024	12:41	8.1	N.D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	15/02/2024	13:02	7.9	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	15/02/2024	13:09	7.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	15/02/2024	13:12	8.0	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	15/02/2024	13:22	8.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	15/02/2024	13:30	7.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Valores Establecidos como Referencia (mg/Kg)	Elemento Evaluado	Valores	Fenoles	PCB	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	PAHs
	Res. 263/2019 OPDS Anexo I - cap. III Art. 16	Limite	--	--	--	--	--	--	1,0
		Referencia	--	0,2	--	--	--	--	10
		Intervención	40	1,0	1,0	130	50	25	40

ND: No Detectado *Plaguicidas Organoclorados y Estaño. Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Tabla 8 Resumen de los Resultados Normalizados de Compuestos Orgánicos* en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo (2da parte).

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	MO (% p/p)	Endosulfán () + Sulfato (mg/kg)	Hexaclorob en-ceno (mg/kg)	Lindano (γ-HCH) (mg/kg)	Clordano (mg/kg)	Drins (Aldrin-Dieldrin-Endrin) (mg/kg)	DDT-DDD-DDE (mg/kg)	Heptacloro + Epóxido (mg/kg)	Estaño (mg/kg)
1	15/02/2024	11:05	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	15/02/2024	11:43	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	15/02/2024	12:07	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	15/02/2024	12:11	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	15/02/2024	12:20	N.D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	15/02/2024	12:36	0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	15/02/2024	12:41	N.D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	15/02/2024	13:02	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	15/02/2024	13:09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	15/02/2024	13:12	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	15/02/2024	13:22	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	15/02/2024	13:30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Valores Establecidos como Referencia (mg/Kg)	Elemento Evaluado	Valores	Endosulfán	Hexaclorob en- ceno	Lindano	Clordano	Drins	DDT-DDD-DDE	Heptacloro	Estaño (mg/kg))
	Res. 263/2019 OPDS Anexo I - cap. III Art. 16	Limite	0,01	0,004	0,001	0,02	--	0,01	0,02	20
		Referencia	0,02	0,02	0,02	--	--	0,02	0,02	---
		Intervención	--	--	--	--	4	4	4	140

ND: No Detectable *Plaguicidas Organoclorados y Estaño. Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Tabla 9 Resumen de los Resultados Normalizados de Hidrocarburos fraccionados C10 – C40 (Aceite Mineral) en Sedimentos Marinos.

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	Materia Orgánica (% p/p)	Hidrocarburos C10 - C20 (mg/kg ps)	Aceites y Grasas (mg/Kg)
1	15/02/2024	11:05	ND	ND	ND
2	15/02/2024	11:43	ND	ND	ND
3	15/02/2024	12:07	0.12	ND	8.8
4	15/02/2024	12:11	0.14	ND	10.7
5	15/02/2024	12:20	ND	ND	ND
6	15/02/2024	12:36	0.14	ND	ND
7	15/02/2024	12:41	ND	ND	ND
8	15/02/2024	13:02	0.12	ND	ND
9	15/02/2024	13:09	ND	ND	ND
10	15/02/2024	13:12	0.13	ND	ND
11	15/02/2024	13:22	ND	ND	ND
14	15/02/2024	13:30	ND	ND	ND

Valores Establecidos como Referencia (mg/Kg)	Elemento Evaluado	Valores	Hidrocarburos C10 - C40 (mg/kg ps) -- Aceites y Grasas
	Res. 263/2019 OPDS Anexo I - cap. III Art. 16	Limite	1000
		Referencia	3000
		Intervención	5000

ND: No Detectable. Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Tabla 10 Resumen de los resultados Granulométricos en Sedimentos Marinos Obtenidos del Plan de Monitoreo.

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	Granulometría (%)*		
			Arena	Arcilla	Limo
1	15/02/2024	11:05	13.6	4.1	82.3
2	15/02/2024	11:43	14.1	4.7	81.2
3	15/02/2024	12:07	13.2	4.1	82.7
4	15/02/2024	12:11	11.8	5.1	83.1
5	15/02/2024	12:20	15.4	4.6	80.0
6	15/02/2024	12:36	14.1	4.7	81.2
7	15/02/2024	12:41	14.5	3.7	81.8
8	15/02/2024	13:02	13.2	4.2	82.6
9	15/02/2024	13:09	12.4	3.7	83.9
10	15/02/2024	13:12	11.8	6.6	81.6
11	15/02/2024	13:22	14.1	2.6	83.3
14	15/02/2024	13:30	13.6	4.1	82.3

* Porcentajes (%) retenidos por el tamiz correspondiente. Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Tabla 11 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo (Mediciones *In situ* y en laboratorio).

Muestra	Fecha de Muestreo	Hora	Mediciones <i>in situ</i>				Análisis en Laboratorio			
			pH (UpH)	Cond. (uS/Cm)	OD (mg/l)	Temp (°C)	STD (mg/l)	SST (mg/l)*	Turb. (UNT)**	Nitratos (mg/l)
1	15/02/2024	11:05	8.0	59400	8.2	23.1	32700	26.0	20	15.0
2	15/02/2024	11:43	8.0	60100	7.6	23.5	35200	38.0	33	17.0
3	15/02/2024	12:07	7.9	60100	7.6	23.6	35400	39.0	30	15.0
4	15/02/2024	12:11	8.0	60200	7.9	23.8	37900	18.0	11	15.0
5	15/02/2024	12:20	7.9	60100	7.8	23.6	35200	41.0	34	16.0
6	15/02/2024	12:36	8.0	59500	7.8	24.3	34400	26.0	20	14.0
7	15/02/2024	12:41	8.0	59700	8.0	23.9	35200	78.0	66	14.0
8	15/02/2024	13:02	8.0	60000	8.0	23.8	36500	54.0	44	12.0
9	15/02/2024	13:09	8.0	60500	7.6	23.5	38200	44.0	36	16.0
10	15/02/2024	13:12	8.0	60500	8.0	23.6	36700	52.0	46	15.0
11	15/02/2024	13:22	8.0	60500	8.1	23.6	35900	28.0	24	15.0
14	15/02/2024	13:30	8.0	61000	8.4	23.1	37100	34.0	29	16.0
15	15/02/2024	10:37	8.0	60400	8.1	22.0	36400	29.0	25	14.0
16	15/02/2024	10:18	8.0	60400	7.8	23.0	37100	38.0	30	14.0

ND: No Detectable. Fuente: LAURENTBUREAU 2024.

* SST Valor Alerta = 599 mg/l – Valor Crítico = 748 mg/l

** Turbidez Valor Alerta 262 UNT -- Valor Crítico =328 UNT

Tabla 12 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.

Muestra	Fecha de Muestreo	Hora	Análisis en Laboratorio			
			DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	NTK (mg/l)	P Total (mg/l)
1	15/02/2024	11:05	ND	ND	ND	0.16
2	15/02/2024	11:43	ND	ND	ND	0.15
3	15/02/2024	12:07	ND	ND	ND	0.12
4	15/02/2024	12:11	ND	ND	ND	0.20
5	15/02/2024	12:20	ND	ND	ND	0.20
6	15/02/2024	12:36	ND	ND	ND	0.16
7	15/02/2024	12:41	ND	ND	ND	0.18
8	15/02/2024	13:02	ND	ND	ND	0.15
9	15/02/2024	13:09	ND	ND	ND	0.17
10	15/02/2024	13:12	ND	ND	ND	0.16
11	15/02/2024	13:22	ND	ND	ND	0.18
14	15/02/2024	13:30	ND	ND	ND	0.18
15	15/02/2024	10:37	ND	ND	ND	0.16
16	15/02/2024	10:18	ND	ND	ND	0.16

*ND: No Detectable. Fuente: LAURENTBUREAU 2024.

Tabla 13 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	Análisis en Laboratorio					
			Nitrito (ug/l)	Cianuros Totales (ug/l)	BTEX (Benceno ug/l)	BTEX (Tolueno ug/l)	BTEX (Etilbenceno ug/l)	BTEX (Xilenos Totales ug/l)
1	15/02/2024	11:05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	15/02/2024	11:43	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	15/02/2024	12:07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	15/02/2024	12:11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	15/02/2024	12:20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	15/02/2024	12:36	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	15/02/2024	12:41	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	15/02/2024	13:02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	15/02/2024	13:09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	15/02/2024	13:12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	15/02/2024	13:22	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	15/02/2024	13:30	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	15/02/2024	10:37	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16	15/02/2024	10:18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Niveles Guía de Calidad del Agua para Protección de Vida Acuática. Aguas Superficiales Saladas. Aguas Superficiales Salobres. (ug/l)		Elemento Evaluado	Nitrito (ug/l)	Cianuro (ug/l)	Benceno (ug/l)	Tolueno (ug/l)	Etilbenceno (ug/l)	Xilenos (ug/l)
		Decreto 831/1993 (Reglamentación de la Ley 24.051)	1000	5,0	7,0	50,0	0,4	0,4

ND: No Detectable. Fuente: LAURENTBUREAU 2024.

Tabla 14 Resumen de los Resultados en Aguas Obtenidos del Plan de Monitoreo.

Punto	Fecha de Muestreo	Hora	Cr Total (ug/l)	Sulfuros (mg/l)	PAH's (ug/l)	Hidrocarburos totales (mg/l) (C10 - C40)
1	15/02/2024	11:05	ND	ND	ND	ND
2	15/02/2024	11:43	ND	ND	ND	ND
3	15/02/2024	12:07	ND	ND	ND	ND
4	15/02/2024	12:11	ND	ND	ND	ND
5	15/02/2024	12:20	ND	ND	ND	ND
6	15/02/2024	12:36	ND	ND	ND	ND
7	15/02/2024	12:41	ND	ND	ND	ND
8	15/02/2024	13:02	ND	ND	ND	ND
9	15/02/2024	13:09	ND	ND	ND	ND
10	15/02/2024	13:12	ND	ND	ND	ND
11	15/02/2024	13:22	ND	ND	ND	ND
14	15/02/2024	13:30	ND	ND	ND	ND
15	15/02/2024	10:37	ND	ND	ND	ND
16	15/02/2024	10:18	ND	ND	ND	ND

Valores Establecidos como Referencia	Elemento Evaluado	Calidad	Cr Total (ug/l)	Sulfuros (mg/l)	PAH's (mg/l)	Hidrocarburos Totales (mg/l)
	GUÍA CONAMA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES Y MARINAS. GOBIERNO DE CHILE - COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE.	CLASE 1	<10	<0,002	< 0,0002	<0,02
		CLASE 2	10 - 50	0,002 - 0,005	<0,0002	0,02 - 0,05
		CLASE 3	50 - 100	0,005 - 0,01	0,0002 - 0,001	0,05 - 1

*ND: No Detectable. Fuente: LAURENTBUREAU 2024.

VI. Interpretación de Resultados

Sedimentos Marinos

Cumpliendo con el monitoreo ambiental de la Ría de Bahía Blanca en el marco de las operaciones de dragado ejecutadas por el CGPBB en 2023, se extrajeron 32 muestras (16 en agua – 16 sedimentos Marinos) en los puntos de diagnóstico estipulados. Las muestras fueron tomadas siguiendo los protocolos y metodologías pertinentes. Posteriormente fueron analizadas en laboratorio, empleando técnicas y equipamientos correspondientes.

De acuerdo a lo estipulado en la **Resolución 263/2019 OPDS – Anexo I – Capítulo II – Artículo 15**, los resultados obtenidos para las muestras de sedimentos marinos se deben interpretar siguiendo la categorización del material a extraer establecida en el Artículo 20 y el capítulo IV de la resolución citada sobre la disposición del material extraído.

Los resultados obtenidos para los compuestos orgánicos y el Estaño (Sn) se evaluaron considerando los valores estipulados en la **Nota de Evaluación de Agua (1994)** y su versión del 2010 para aquellos parámetros que no estén incluidos en la versión de 1994 (**Resolución 263/2019 OPDS – Anexo I – Capítulo III – Artículo 16 – Tabla 1**). Los resultados analíticos obtenidos se presentan en las **Tabla 7** y **Tabla 8** del presente documento. Los compuestos orgánicos analizados en su totalidad fueron No Detectados (ND); esta información puede ser constatada en los protocolos para informe entregados por laboratorios IACA, anexados a este documento.

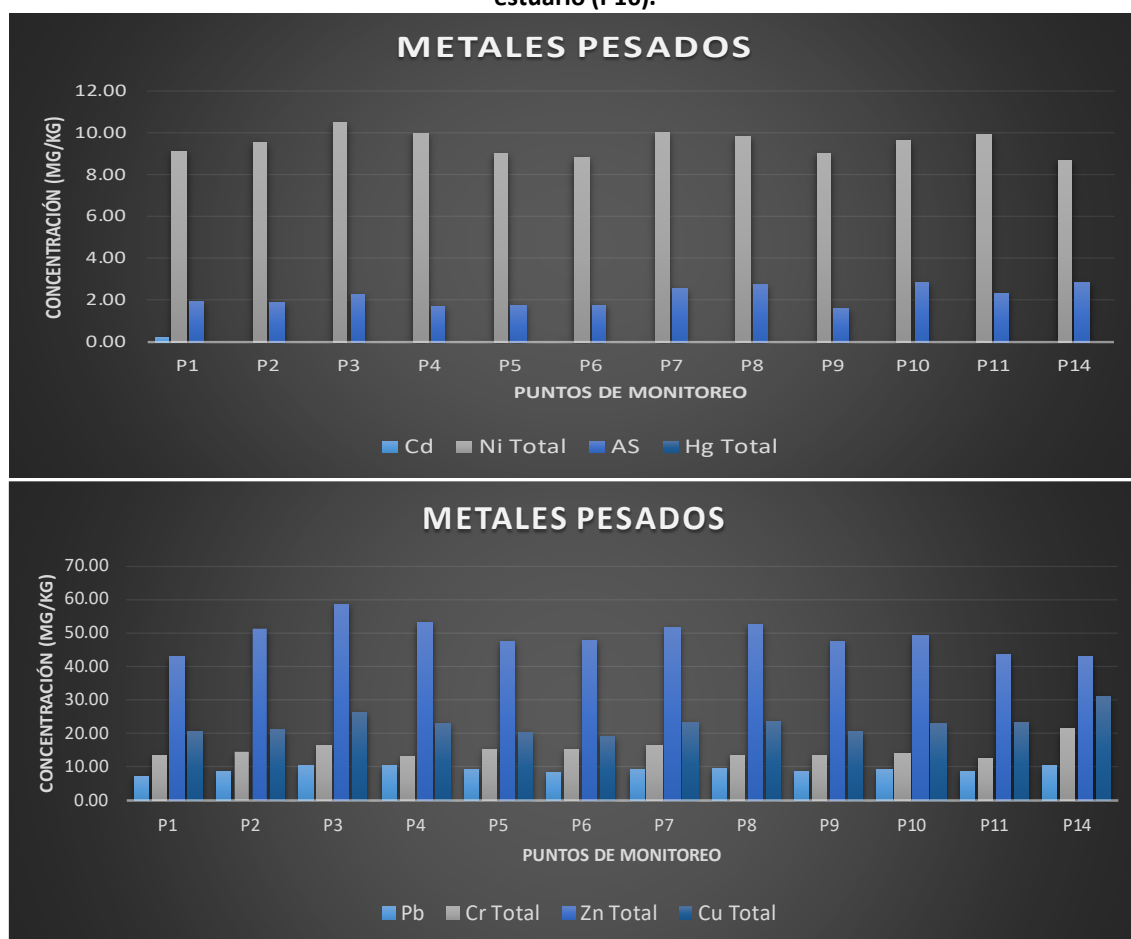
Para metales pesados y Arsénico (As) se aplicó el criterio estipulado en la **Resolución 263/2019 OPDS – Anexo I – Capítulo III – Artículo 16 – Tabla 2**, basada en el criterio de la norma española (RGMD, 1994). Esta establece valores límite de concentración de sustancias contaminantes que permiten establecer las diferentes categorías de material. Estos valores límite se dividen en “Nivel de acción I” y “Nivel de Acción II”. En la **Tabla 6** del presente informe se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros a evaluar, los criterios basados en la norma española y la categorización del material con base en **Resolución 263/2019 OPDS – Anexo I – Capítulo III – Artículo 20**.

Los metales pesados evaluados y el Arsénico fueron detectables en todos los puntos de monitoreo. El Cadmio presentó valores no detectables en la mayoría de los puntos, con excepción del Punto 1 correspondiente a la Boya 30 sobre el canal principal, en el cual se reportó un valor de 0.23 mg/Kg. El Mercurio Total presentó valores No Detectables en todos los puntos monitoreados, esta información puede ser constatada en los protocolos para informe entregados por laboratorios IACA, anexados a este documento. Los resultados ND, reportados para metales pesados y Arsénico, fueron normalizados con el límite de detección del método analítico (**Tabla 6**).

Las concentraciones encontradas no presentaron valores superiores a los correspondientes al Nivel I. Para una mejor interpretación de los resultados se presentan los resultados en un gráfico de barras (**Figura 3**), se graficaron en función de su ubicación geográfica dentro del área, siendo P1 el punto más externo sobre el Canal Principal y P16 el más interno.

En términos generales, las concentraciones resultaron similares en todos los puntos de monitoreo. Se observa una distribución valores ligeramente menores en las estaciones más externas y mayores hacia la zona interior. A pesar de las bajas concentraciones estos resultados podrían indicar un ingreso de metales pesados al sistema a causa de actividades antropogénicas, por ello el continuo monitoreo se considera importante. En los Puntos 3 y 4 se detectaron concentraciones de aceites y grasas en sedimentos (**Tabla 9**). Las concentraciones de aceites y grasas no fueron ajustadas a valores estándares de materia orgánica. Cumpliendo con lo estipulado en el Art. 18° Resolución 263/2019, pues los valores de Materia Orgánica (MO) presente en las muestras no era mayor a 2%.

Figura 3 Concentración normalizada de metales pesados y Arsénico (mg/kg) en el estuario de Bahía Blanca. Los puntos se muestran desde el punto más externo en la boca (P1) hacia el interior del estuario (P16).



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

El Comité Técnico Ejecutivo (CTE) de la Municipalidad de Bahía Blanca, en el marco del **Programa Integral de Monitoreo (PIM)**⁶, cuenta con un subprograma de monitoreo de cuerpos receptores que incluye el estuario de Bahía Blanca. Además del **Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca**⁷, diseñado a partir de un convenio

⁶ <https://www.bahia.gob.ar/cte/pim/>

⁷ <https://www.bahia.gob.ar/cte/pim/cuerposreceptores/>

entre la Municipalidad de Bahía Blanca y el Instituto Argentino de Oceanografía (IADO)⁸. Este programa viene entregando informes⁹ desde 1997, se llevan a cabo 8 campañas de muestreo a largo del año, se toman muestras de agua, sedimentos marinos superficiales y muestras biológicas. Las concentraciones para metales pesados presentadas en este informe se encuentran de los rangos reportados en los informes mencionados.

La estimación del porcentaje de MO en sedimentos solo presentó valores detectables en los puntos 3, 4, 6, 8 y 10. Los valores oscilaron entre 0.12% p/p en los puntos 3 y 8 (TOEPHER y PROFERTIL) y 0.14% p/p en los puntos 4 y 6 (TBB –SITIO 9 y Acceso MMC). En aguas costeras la presencia de MO está determinada por el aporte procedente del arrastre de ríos que tienen influencia en estas áreas, la vegetación costera y el volcado de efluentes cloacales y agro-industriales.

De acuerdo a los resultados reportados por el laboratorio, no se detectaron concentraciones de Fenoles totales, PCBs, BTEX, PAHs y plaguicidas organoclorados. En las **Tabla 7** y **Tabla 8** de este documento se encuentra el reporte de la normalización realizada con No Detectable (ND) para cada una de las muestras. Los análisis de sustancias fenólicas (**EPA 0420.1**) y PAHs (**EPA 8100**) realizados por el laboratorio están implementados y protocolizados sobre base seca. Esta información puede ser constatada en los protocolos para informe entregados por laboratorios IACA, anexados a este documento.

Para el Estaño (Sn) no se reportaron valores en ninguno de los puntos muestreados. Las concentraciones para este parámetro son reportadas por el laboratorio en µg/kg (Información disponible en protocolos anexados).

Se analizaron hidrocarburos totales de petróleo (TPH) o aceites minerales (C10 – C40), estos corresponden a un grupo de varios cientos de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo, formados en su mayoría únicamente de hidrógeno y carbono. Para todas las muestras analizadas el resultado reportado por el laboratorio es ND (**Tabla 9**). En los protocolos para informe de laboratorio anexados en este informe se encuentra el reporte de estos resultados.

Análisis Granulométrico

- Metodología

El análisis granulométrico permite conocer el tamaño de los granos de sedimentos y partículas presentes en una muestra y su distribución. Para realizar esta determinación de las características granulométricas de todas las muestras extraídas se tomó como referencia la **norma IRAM 1505**. Esta norma presenta una metodología de análisis por tamizado, que permite determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo.

⁸ <https://iado.conicet.gov.ar/>

⁹ <https://www.bahia.gob.ar/cte/informes/>

La primera fase del método consiste en la preparación de la muestra. En esta, la muestra se mezcla perfectamente y se establece una cantidad adecuada para el ensayo a partir del tamaño máximo nominal.

En la segunda fase la muestra se seca en estufa durante $24 \text{ h} \pm 105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta cuando la masa se considere constante, es decir cuando la diferencia entre dos pesadas consecutivas de la misma muestra a intervalos de 1 h sea menor a 0,2 %. Luego, se determina la masa de la muestra de ensayo, se pesan los tamices a utilizar y se registran los valores como pesos de los tamices vacíos.

Se instala el conjunto de tamices a implementar, uno encima del otro en orden del tamaño de abertura decreciente de arriba hacia abajo. Posteriormente, la muestra se coloca en el tamiz superior y se procede a agitar durante el tiempo suficiente para garantizar la efectividad del tamizado. Para verificar la efectividad del tamizado, se separa el tamiz correspondiente con el material retenido y se somete a este a golpes secos a un lado del tamiz y con un movimiento hacia arriba de la otra mano. El tamizado se considera efectivo si luego de un minuto de agitación con golpes secos, el material que pasa por cada tamiz es menor que el 1% del material retenido en cada uno de ellos. Los tamices implementados son Malla 62.5 μm y malla 3.9 μm .

Luego de verificar la efectividad del tamizado, se procede a pesar cada tamiz con su retenido, verificando que no se ha superado la carga máxima permitida en él. Se calcula la masa retenida parcial mediante la siguiente fórmula:

$$R_i = T_{ti} - T_{vi}$$

Donde:

R_i = Masa retenida parcial, en gramos.

T_{ti} = Masa del tamiz con su retenido parcial.

T_{vi} = Masa del tamiz

La suma de las masas retenidas en los tamices implementados y en el fondo no debe diferir en más del 0.3% de la masa de la muestra seca inicial. En caso de ocurrir, se repite el ensayo empleando una nueva muestra.

La fase tres del proceso corresponde a los cálculos, se calculan los porcentajes que pasan, los porcentajes retenidos acumulados y los porcentajes retenidos parciales, con una aproximación del 0,1% sobre la base de la masa total de la muestra seca original.

La escala utilizada para identificar el material se expresa así: “Material Grueso o Gruesos” aquella fracción de material cuyo diámetro sea superior a 2 mm. El “Material Arenoso o Arenas” corresponden a la fracción del material de tamaño comprendido entre 0,063 mm y 2 mm. Mientras que “Material Fino o Finos” es aquel material constituido por limos y arcillas, cuyo diámetro es inferior a 0,063 mm.

- Resultados

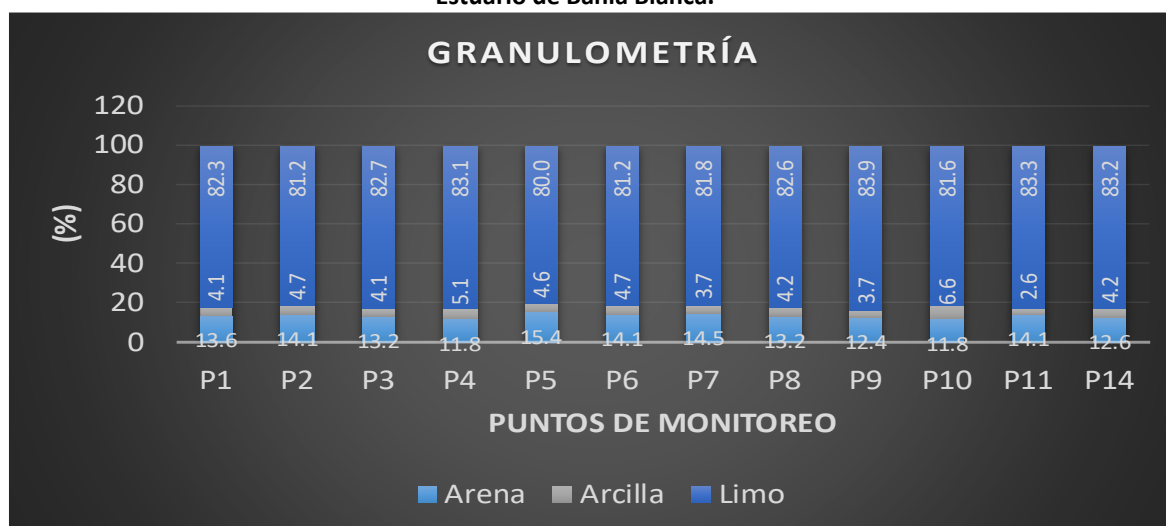
Las muestras de sedimento analizadas muestran dos fracciones reconocidas en función del tamaño de las partículas encontradas, mediana que corresponde a arena (entre 2 y 0,062mm) y fina que corresponde a limo y arcilla (menores a 0,062 mm).

Los sedimentos analizados muestran una composición donde la fracción dominante corresponde al tamaño fino (limo y arcilla). En todas las muestras los valores de limo estuvieron entre 80.0 y 83.9 %, seguido por la fracción mediana (arenas) con valores entre 11.8 y 15.4 % y por último encontramos arcillas que oscilan entre 2.6 y 6.6 % (**Tabla 10**). Para una mejor interpretación de los resultados se presentan los resultados en un gráfico de barras (**Figura 4**), se graficaron en función de su ubicación geográfica dentro del área, siendo P1 el punto más externo sobre el Canal Principal y P14 el más interno.

De acuerdo a un estudio presentado por Gelós *et al.* (2004) dentro del estuario de Bahía Blanca la fracción fina predomina en sedimentos depositados en la zona interior sector occidental, principalmente en las llanuras de marea, veriles de canales y bancos interiores. También son la fracción dominante de la composición del sedimento en suspensión, que es transportado a lo largo de los canales.

La hidrodinámica del estuario está dominada por las corrientes de marea, que se caracterizan por un movimiento de flujo y reflujo a lo largo de los canales, con predominio de corrientes de reflujo. Esta dinámica determina la distribución de los sedimentos dentro del sistema estuarino, estos se mueven constantemente, de acuerdo con los ciclos mareales, en forma de sedimentos en suspensión (Gelós *et al.* 2004).

Figura 4 Análisis granulométrico en los diferentes puntos de monitoreo sobre el Canal Principal del Estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Los resultados del análisis granulométrico coinciden con los datos reportados en los **PIM** y el **Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca de la municipalidad de Bahía Blanca**¹⁰ y el **IADO**¹¹ para el periodo 2017 – 2018 (último informe a disposición). Los sedimentos analizados en los diferentes puntos de muestreo establecidos para el seguimiento ambiental del estuario, presentaron una granulometría de

¹⁰ <https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-Monitoreo-Estuario-de-Bahia-Blanca-periodo-2017-2018.PDF>

¹¹ <https://iado.conicet.gov.ar/>

grano fino a muy fino (Limo-Arenosa) con restos de materia orgánica, fragmentos de conchillas y caracoles.

Calidad del Agua

En cuanto a la evaluación de la calidad del agua de las muestras estudiadas, de acuerdo a **Resolución 263/2019 OPDS – Anexo I – Capítulo III – Artículo 19**, se implementó como norma de referencia nacional, el Decreto 831/93¹², el cual presenta en su Tabla 3 – Niveles Guía de Calidad del Agua para Protección de Vida Acuática. Aguas Saladas Superficiales y la Tabla 4 -- Niveles Guía de Calidad del Agua para Protección de Vida Acuática. Aguas Salobres Superficiales.

Para los parámetros medidos que no se encuentran dentro de la norma nacional mencionada, se implementó la **Guía Conama para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas. Gobierno De Chile - Comisión Nacional Del Medio Ambiente – IV CRITERIOS NACIONALES ESPECÍFICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y ESTUARINAS**. Considera tres clases de calidad que se indican a continuación:

- **Clase 1: Muy buena calidad.** Indica agua apta para la conservación de comunidades acuáticas, para la desalinización de agua para consumo humano y demás usos definidos, cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta clase.
- **Clase 2: Buena Calidad.** Indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura y actividades pesqueras extractivas y para los usos comprendidos en la Clase 3.
- **Clase 3. Regular Calidad.** Indica un agua apta para actividades portuarias, navegación u otros usos de menor requerimiento en calidad del agua.

Para metales, compuestos organoclorados, hidrocarburos, BTEX y PAHs, el resultado analítico reportado es ND (No Detectado). Se analizaron hidrocarburos totales de petróleo (TPH) o aceites minerales (C10 – C40), estos corresponden a un grupo de varios cientos de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo, formados en su mayoría únicamente de hidrógeno y carbono. Para todas las muestras analizadas el resultado reportado por el laboratorio fue ND. En los protocolos para informe de laboratorio anexados en este informe se encuentra el reporte de estos resultados. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los niveles guía y de referencia utilizados en el presente informe. En los protocolos para informe de laboratorio anexados en este informe se encuentra el reporte de estos resultados y se presenta un resumen de los mismos en las **Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14** de este documento.

Para los parámetros restantes se tomaron como referencia los valores medios típicos reportados en los informes de los **PIM** y del **Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca de la municipalidad de Bahía Blanca** y el IADO. Así como

¹² <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/10000-14999/12830/norma.htm>

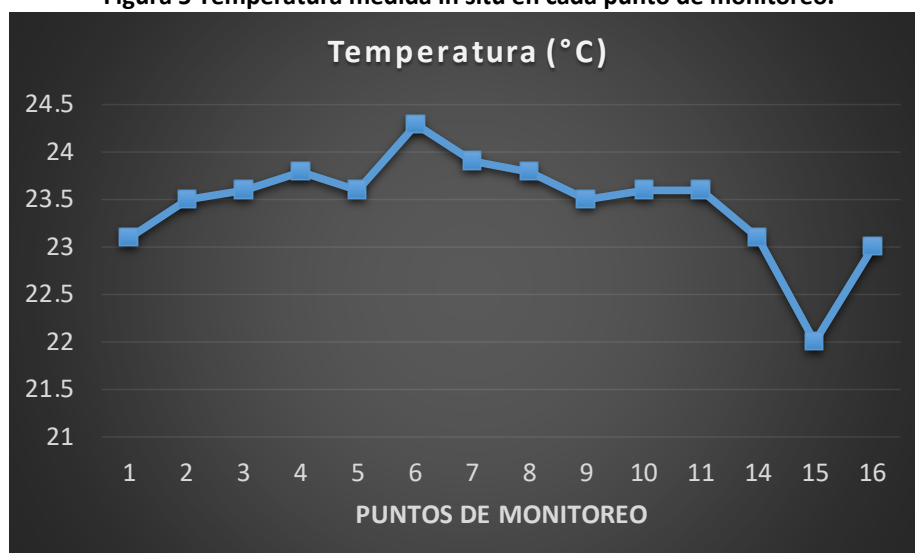
también, criterios recomendados por la EPA (U.S. Environmental Protection Agency)¹³ y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce)¹⁴.

Para una mejor interpretación de los resultados se presentan los resultados en gráficos de barra, se graficaron en función de su ubicación geográfica dentro del área, siendo P1 el punto más externo sobre el Canal Principal y P16 el más interno ubicado cerca de Puerto Galván (Posta 3).

Temperatura

La temperatura superficial del agua presentó valores entre 22 °C en el punto 15 (Postas 1/2); y 24.3°C en el Punto 6 (Acceso MMC). Los valores coinciden con la tendencia estacional reportada en los informes de monitoreo presentados por CTE/IADO en los últimos años (**Tabla 11**). Para una mejor interpretación de los resultados se muestran de manera gráfica en la **Figura 5**.

Figura 5 Temperatura medida in situ en cada punto de monitoreo.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

pH

Los valores de pH que se registraron en las campañas mostraron una distribución homogénea, con valores entre 7.9 los Puntos 3 y 5 (TOEPFER y CARGILL) y 8.0 en el restante de puntos monitoreados. Los valores se presentan en la **Tabla 11** y para una mejor interpretación de los resultados se muestran de manera gráfica en la **Figura 6**.

En el informe PIM-2012¹⁵ el CTE presenta un análisis temporal de los valores de pH registrados durante las campañas de muestreo ejecutadas en las estaciones del programa, entre 1999 y 2012, donde se muestra que los valores han tenido fluctuaciones pero ha sostenido una media histórica con un valor estable de 8.15 UpH. En los informes de años siguientes (2013, 2014, 2015,

¹³ <https://www.epa.gov>

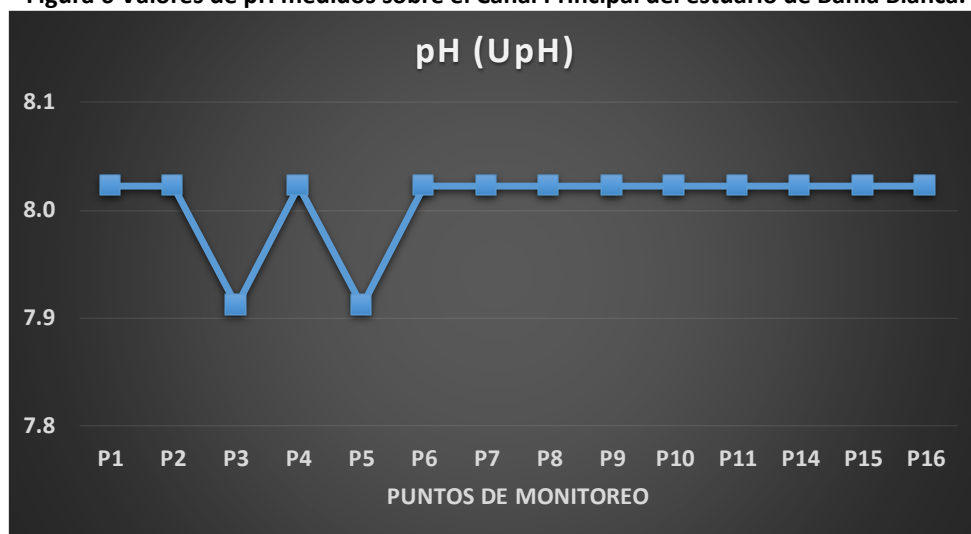
¹⁴ <https://www.noaa.gov>

¹⁵ <https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes2012/1.1-Subprograma-Ria-de-Bahia-Blanca.pdf>

2016, 2017, 2018)¹⁶ los valores continuaron estables y permanecieron dentro de la media histórica mencionada. Teniendo en cuenta lo anterior, los valores de pH medidos se presentaron en general dentro de los valores históricos para el estuario.

Los valores de pH en aguas estuarinas están entre 7.0 y 7.5 UpH en las secciones de aguas más dulces, y entre 8.0 y 8.6 UpH en las secciones más salinas. El pH del agua es crítico para la supervivencia de la fauna y flora en los ecosistemas estuarinos, muchas especies tienen problemas para sobrevivir con niveles de pH por debajo de 5.0 o por encima de 9.0 (EPA, 2006).

Figura 6 Valores de pH medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Turbidez y SST

Los datos de turbidez detectados se mostraron variables, los valores oscilaron entre 11 y 66 UNT. El registro de 9 UNT se registró en el Punto 4 (TBB – SITIO 9) y la medición de 66 UNT en el punto 7 (Patagonia Norte). Los datos se presentan en la **Tabla 11** y son graficados en la **Figura 7** para una mejor interpretación. Los valores de turbidez presentados en este estudio se encuentran dentro de los rangos reportados para la zona interna del estuario en los informes entregados CTE/IADO entre los años 2002 – 2018.

Para los SST el rango de concentración oscilo entre 18.0 mg/l (Punto 4) y 78.0 mg/l (Punto 7). Los valores de turbidez reportados son directamente proporcionales a las concentraciones de SST medidas en cada punto (**Figura 8**).

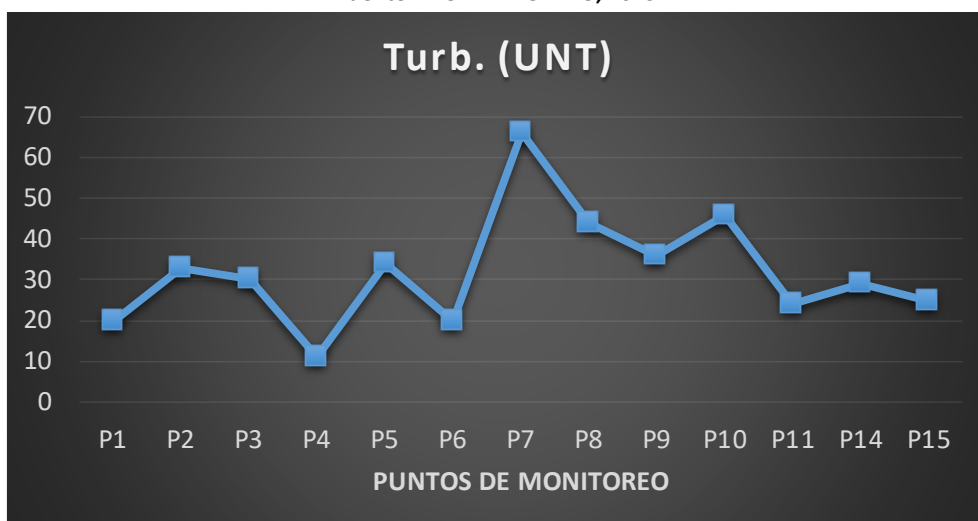
Los valores más altos para estos parámetros se presentaron en el Punto 7 (78.0 mg/l – 66 UNT). En la **Figura 9** se presenta la correlación del comportamiento de estos dos parámetros, se puede observar claramente la tendencia mencionada anteriormente. En el gráfico se presenta la línea de tendencia de los datos y el R- cuadrado (R^2) como medida estadística para medir la correlación de los parámetros entre sí. El valor de $R^2= 0.9866$ muestra una relación lineal entre

¹⁶ <https://www.bahia.gob.ar/cte/informes/>

las dos variables, lo que indica que cuando uno de los parámetros aumenta el otro lo hace también de manera proporcional.

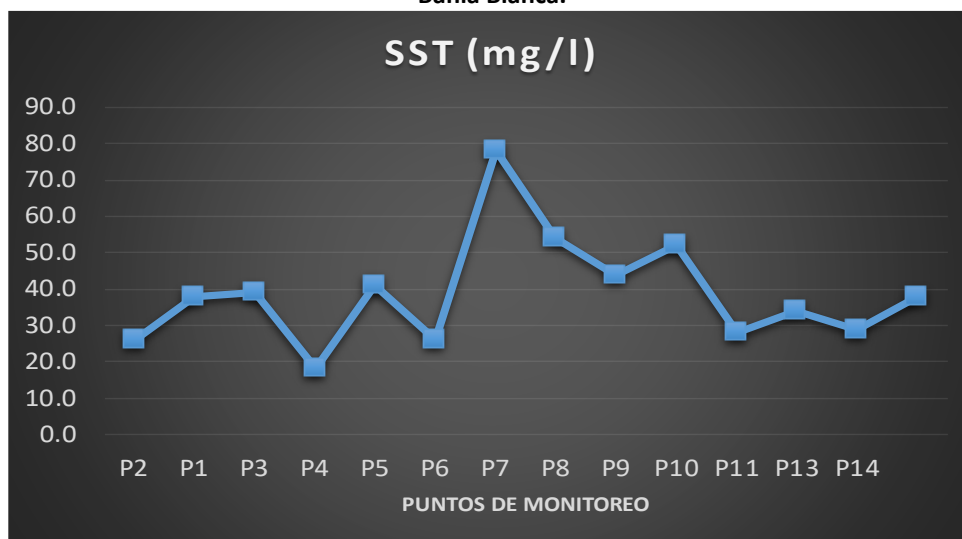
La turbidez y los sólidos totales pueden ser útiles indicadores de los efectos de la escorrentía de construcción, prácticas agrícolas, descargas y otras fuentes. El monitoreo regular puede ayudar a detectar tendencias que podría indicar aumento (o disminución) de la erosión en la cuenca del estuario (EPA, 2006). Los valores de turbidez y SST medidos en esta campaña de muestreo se encuentran por debajo de los **Valores Alerta (SST = 599 mg/l, Turbidez= 262 UNT)** y **Crítico (SST = 748 mg/l, Turbidez=328 UNT)** establecidos dando cumplimiento al Art. 19. Normas de referencia para evaluar la calidad de agua. De la Resolución 263/2019 OPDS (Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible) Anexo I – Capítulo II.

Figura 7 Valores de Turbidez (Turb.) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.
Fuente: LAURENTBUREAU, 2023.



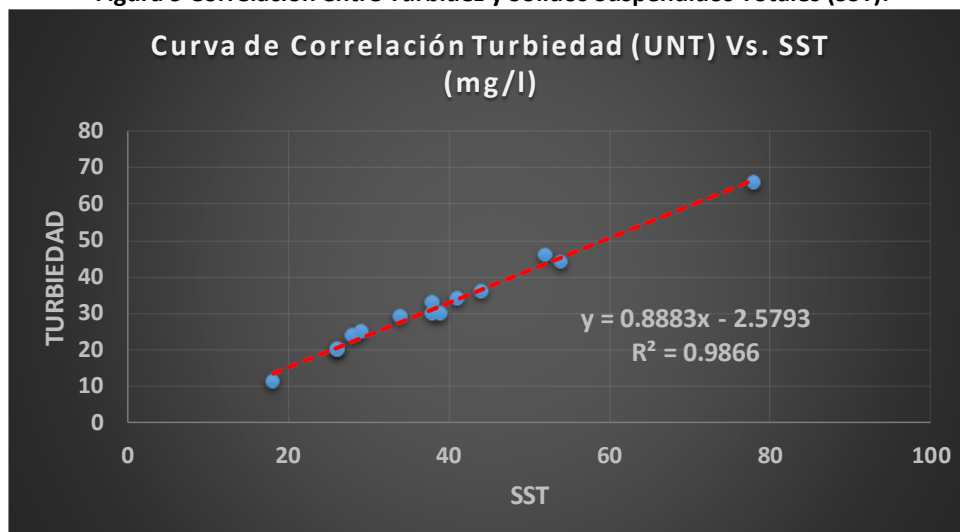
Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Figura 8 Valores de Sólidos Suspendedos Totales (SST) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Figura 9 Correlación entre Turbidez y Solidos Suspendidos Totales (SST).



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Oxígeno Disuelto (OD)

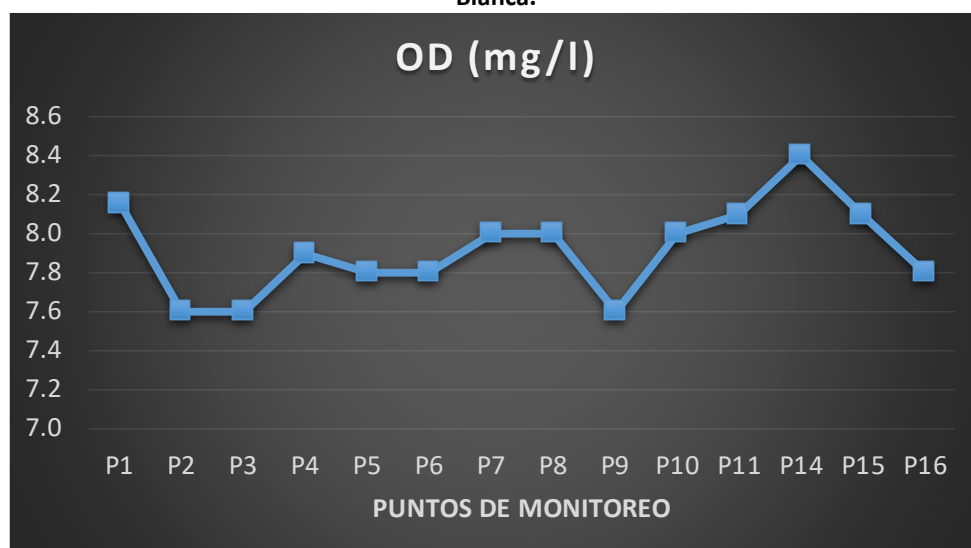
Las concentraciones de OD medidas oscilaron entre los 7.59 mg/l en el punto 2 (PIEDRABUENA) y 8.4 mg/l en el Punto 14 (Sitio 2/3 - Moreno). No se observaron variaciones significativas entre los diferentes puntos de monitoreo (**Tabla 11**). En la **Figura 10** se muestra la representación gráfica de los datos de OD.

La concentración de OD está directamente influenciada por la temperatura del agua, aguas marinas a 10°C pueden contener un OD máximo de 9,0 mg/l, mientras que el agua dulce a la misma temperatura puede tener hasta 11,3 mg/l. Las aguas cálidas contienen menos OD que las aguas frías, por ejemplo cuando la temperatura del agua es 20°C los valores de OD pueden alcanzar valores de 7,3 mg/l (EPA, 2006).

El OD es uno de los factores más importantes que controlan la presencia o ausencia de especies en el estuario, es crucial para la mayoría de fauna y flora, a excepción de una pequeña minoría que puede sobrevivir bajo condiciones de poco y nada de OD. La concentración de OD puede ser influenciada por diferentes factores, biológicos, químicos y/o físicos, haciendo difícil evaluar la importancia de cualquier valor de OD único (EPA, 2006). Para la calidad de agua en ambientes estuarinos, la NOAA (NOAA's eutrophication survey, 1996)¹⁷ clasifica las muestras de agua como anóxicas (0 mg/l), hipóxicas (>0 mg/l - < 2mg/l) y stress biológico (>2 mg/l – 5 mg/l).

¹⁷ <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CZIC-qh91-8-e87-n63-1996-v-1/html/CZIC-qh91-8-e87-n63-1996-v-1.htm>

Figura 10 Valores de Oxígeno Disuelto (OD) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.

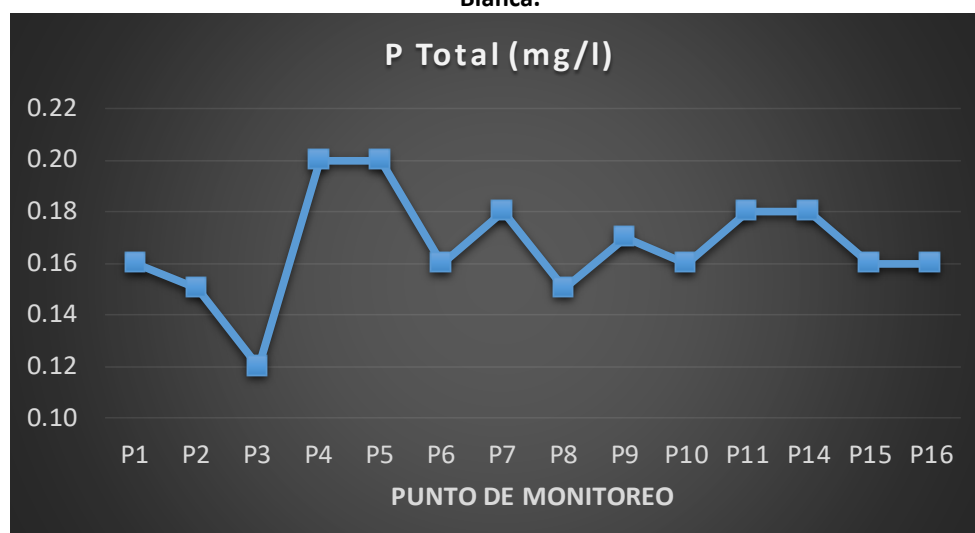


Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Nutrientes -- Fosforo Total (P_{TOTAL}) -- Nitratos (NO_3)

En la **Tabla 12** se presentan las concentraciones medidas. Para el Fosforo los valores que oscilaron entre 0.12 mg/l (Puntos 3 - TOEPFER) y 0.20 mg/l en los puntos 4 y 5 (TBB –SITIO 9 y CARGILL). Presentando valores similares a los reportados en las campañas de monitoreo realizadas anteriormente. Para una mejor interpretación de los resultados se graficaron los datos (**Figura 11**).

Figura 11 Valores de Fosforo Total (P_{TOTAL}) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



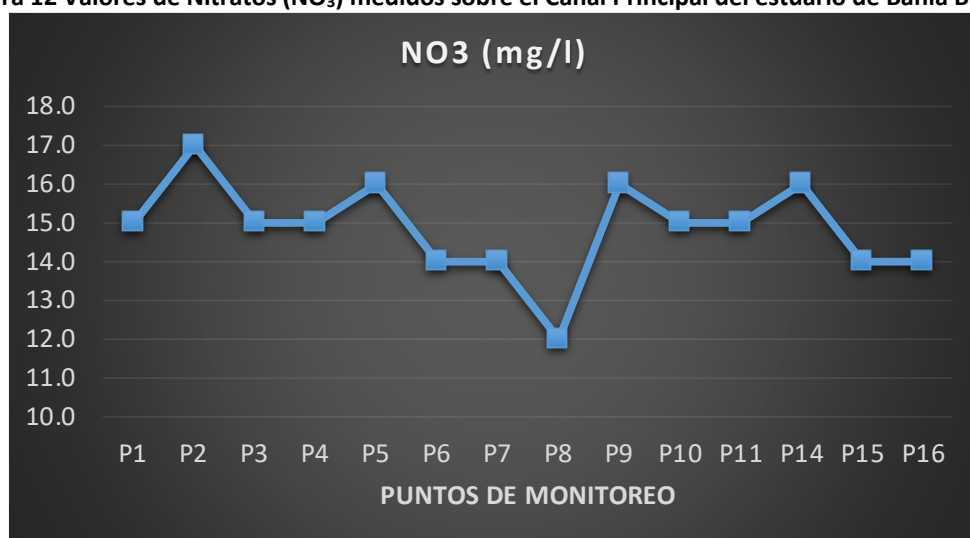
Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Los valores de NO_3 oscilaron entre 12.0 (Punto 8 - PROFERTIL) y 17.0 mg/l (Punto 2 - PIEDRABUENA), de acuerdo a los informes CTE/IADO en los últimos años se ha reportado un incremento en las concentraciones de NO_3 (**Tabla 11**), sobre todo en las zonas más internas del

estuario (2014, 2015, 2016, 2017-2018). Para una mejor interpretación de los resultados se graficaron los datos (**Figura 12**).

El P_{TOTAL} y NO_3 son uno de parámetros clave de la calidad del agua en los estuarios, ya que tienen importantes impactos directos o indirectos sobre el crecimiento de las plantas, las concentraciones de oxígeno, la claridad del agua y las tasas de sedimentación. Influyen tanto en la productividad biológica general del estuario como en la disminución del estuario a través de la eutrofización (EPA, 2002).

Figura 12 Valores de Nitratos (NO_3) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Solidos Totales Disueltos (STD) y Conductividad

La conductividad en aguas estuarinas tiende a ser más variable que en aguas marinas debido a la influencia de las aguas dulces y los sedimentos presentes. La conductividad puede variar según factores como la salinidad, temperatura, la concentración de sustancias disueltas y la interacción de agua dulce y aguas marinas.

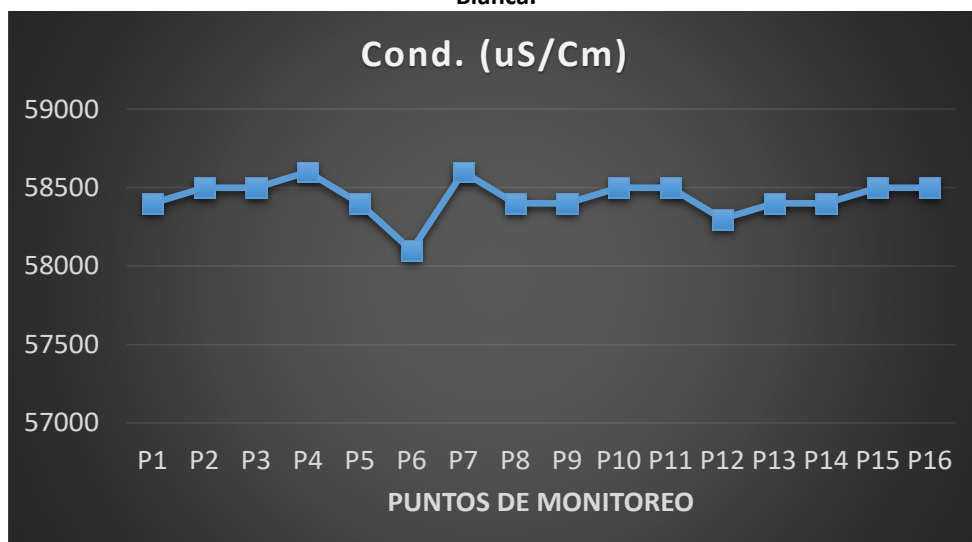
Los valores de conductividad medidos en el área de estudio variaron entre 59400 $\mu S/Cm$ en el Punto 1 (Boya 30) y 60500 $\mu S/Cm$ en los Puntos 8, 9 y 10 (PROFERTIL, MEGA y DREYFUS respectivamente). No se observaron variaciones significativas entre los diferentes puntos de monitoreo (**Tabla 11**). En la **Figura 13** se muestra la representación gráfica de los datos de Conductividad.

Los Solidos Totales Disueltos (STD) se refieren a la concentración total de sustancias disueltas en la columna de agua. Los valores medidos oscilan entre 32700 mg/l en el Punto 1 (Boya 30) y 38200 mg/l en el Punto 9 (MEGA). No se observaron variaciones significativas entre los diferentes puntos de monitoreo (**Tabla 11**). En la **Figura 14** se muestra la representación gráfica de los datos de STD.

La variabilidad en la concentración de STD puede tener implicaciones en la vida acuática, pues estos cambios pueden afectar la salinidad del agua, lo cual puede influir en la distribución de las especies y en los procesos biológicos y ecológicos del estuario. Altas.

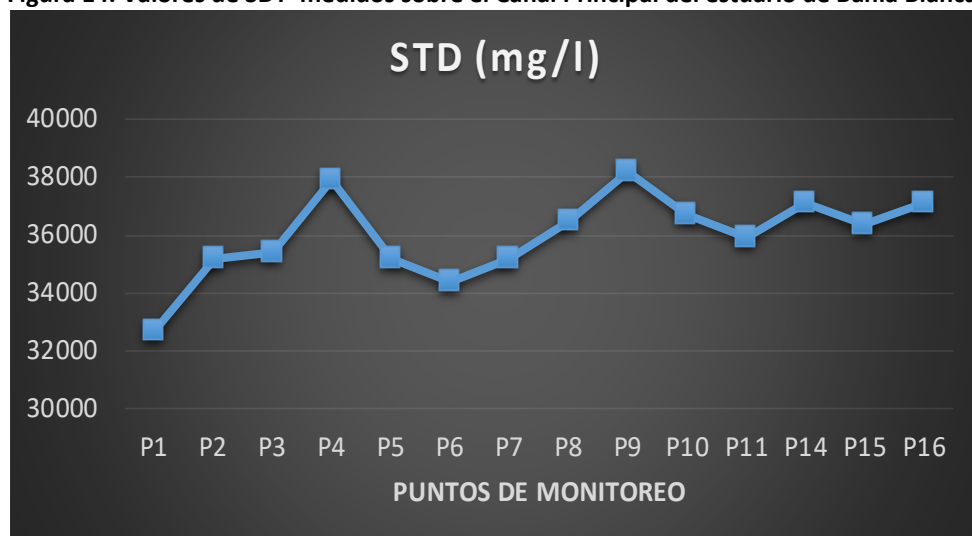
La conductividad eléctrica y los SDT están estrechamente relacionados, esta relación se basa en el hecho que las sustancias disueltas en el agua, como sales minerales y otros compuestos iónicos, contribuyen a la conductividad eléctrica. Cuanto mayor sea la concentración de SDT en el agua, mayor será su capacidad para conducir corriente eléctrica y por lo tanto mayor será la conductividad.

Figura 13. Valores de Conductividad (Cond.) medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

Figura 14. Valores de SDT medidos sobre el Canal Principal del estuario de Bahía Blanca.



Fuente: LAURENTBUREAU, 2024.

VII. Conclusiones

El presente monitoreo evaluó la calidad del agua superficial y sedimentos marinos en el área del Canal Principal del Estuario de Bahía Blanca, en el marco de las operaciones de dragado, realizadas por el CGPBB. Este monitoreo corresponde a la etapa predragado, se realizó con el propósito de establecer las condiciones ambientales en el área previas a las operaciones a ejecutar y así poder identificar impactos ambientales asociados a las actividades de dragado.

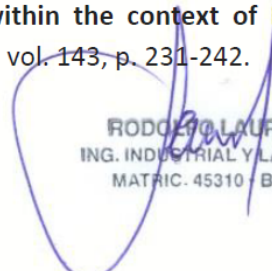
Los análisis realizados permitieron identificar que:

1. Los parámetros de calidad del agua, como pH, Oxígeno Disuelto, Turbidez, metales pesados, entre otros, se mantuvieron dentro de los estándares aplicables a la zona de estudio.
2. En los sedimentos marinos, se detectaron concentraciones de metales pesados y en algunos puntos aceites y grasas, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la normativa vigente.

El monitoreo en la etapa de predragado nos permitirá evaluar la recuperación del área y la estabilidad de los parámetros de calidad del agua, implementar mejoras en las medidas de control, si se considera necesario, así como también fortalecer las estrategias de manejo ambiental para mitigar impactos acumulativos en el futuro.

VIII. Referencias

- EPA, 2002. U.S. Environmental Protection Agency. **Developing and Implementing an Estuarine Water Quality Monitoring, Assessment, And Outreach Program**. Office of Research and Development Cincinnati, OH 45268.
- EPA, 2006. U.S. Environmental Protection Agency. **Volunteer Estuary Monitoring A Methods Manual**. Second Edition.
- FREIJE, R. H.; MARCOVECCHIO, J. E. **Oceanografía química. Ecosistema del estuario de bahía blanca**, 2004, p. 69-78.
- GELÓS, E. M., et al. **Textura y mineralogía de sedimentos. Ecosistema del Estuario de Bahía Blanca, Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca, Argentina**, 2004, p. 43-50.
- PERILLO, G. M. E., et al. **The Bahía Blanca estuary**, Argentina. En *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Springer, Berlín, Heidelberg, 2001. p. 205-217.
- THOMAS, Yoann, et al. **Effects of hypoxia on metabolic functions in marine organisms: Observed patterns and modelling assumptions within the context of Dynamic Energy Budget (DEB) theory**. *Journal of Sea Research*, 2019, vol. 143, p. 231-242.



RODOLFO LAURENT
ING. INDUSTRIAL Y LABORAL
MATRIC. 45310 - Bs.As.