2021

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS INDUSTRIALES DE DESALACIÓN EN JURISDICCIÓN DE LA AUTORIDAD MARÍTIMA

DIRECCIÓN GENERAL DEL TERRITORIO MARÍTIMO Y DE MARINA MERCANTE

CONTENIDO

FIGURAS 1

TABLAS 2

AGRADECIMIENTOS 3

1. INTRODUCCIÓN 4

2. OBJETIVO 4

3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO 5

3.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR 5
3.2. SISTEMA DE DESCARGA DEL EFLUENTE 6

4. LÍNEA BASE MEDIO NATURAL 8

4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 8
4.2 DISEÑO DE MUESTREO DE LÍNEA DE BASE 8
4.3 FRECUENCIA DE MUESTREO PARA LA LÍNEA BASE 9
4.4 PARÁMETROS ABIÓTICOS 9
4.4.1 Columna de agua *9*
4.4.2 Suelo marino superficial *12*
4.4.3 Biota Marina *13*
4.4.4 Oceanografía Física *16*
4.5 PARÁMETROS BIÓTICOS 17
4.5.1 Fitoplancton *18*
4.5.2 Zooplancton *22*
4.5.3 Macrofauna Submareal, Fondo Blando *25*
4.5.4 Macrofauna Submareal, Fondo Duro *28*
4.5.5 Macrofauna Intermareal, Fondo Blando *30*
4.5.6 Macrofauna Intermareal, Fondo Duro *32*
4.6 CÁLCULO PÉRDIDA ADULTO EQUIVALENTE 35
4.7 ESTUDIO DE TRAZADORES QUÍMICOS 36
4.8 MODELACIÓN 36
4.8.1 Modelación de la captación *36*
4.8.2 Modelación de la descarga *36*
4.8.3 Modelación de resuspensión de suelo marino *37*

5. CONSTRUCCIÓN 38

5.1. CONSTRUCCIÓN PROYECTO 38
5.2. MEDIO NATURAL 38
5.2.1 Rescate y relocalización de recursos hidrobiológicos que constituyan bancos naturales *38*
5.2.2 Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) Medio Marino, Etapa de Construcción *39*

6. OPERACIÓN 41

6.1. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PSA) MEDIO MARINO 41
6.1.1. Programa de Monitoreo descarga (Bioensayos) *41*
6.1.2. Estudio de trazadores químicos *42*
6.1.3. Programa de Monitoreo Columna de agua, suelo marino, comunidades, bioensayos *42*
6.1.1.1. Programa de bioensayos 43

7. CIERRE Y ABANDONO 43

8. REFERENCIAS 44

9 ANEXOS 52

9.1 ACRÓNIMOS, DEFINICIONES Y CONCEPTOS 52
9.2 GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 55
9.2.1 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la construcción del ducto de captación. 55
9.2.2 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la construcción del ducto de descarga. 56
9.2.3 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la operación del ducto de captación. 56
9.2.4 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la operación del ducto de descarga. 57
9.2.5 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante el cierre del ducto de captación. 58
9.2.6 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante el cierre del ducto de descarga. 59
9.3 DISEÑO ESPACIAL DE ESTACIONES DE MUESTREO 60

FIGURAS

Figura 1: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, para 2 tipos de zonas de emplazamiento (zona tipo bahía y zona expuesta). Zona tipo bahía. 60

Figura 2: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, para 2 tipos de zonas de emplazamiento (zona tipo bahía y zona expuesta). Zona expuesta. 61

Figura 3: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades plantónicas y submareal fondo blando. Zona tipo bahía. 62

Figura 4: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades planctónicas y submareal fondo blando. Zona expuesta. 62

Figura 5: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades submareal fondo duro e intermareal fondo duro y blando. Zona tipo bahía. 63

Figura 6: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades submareal fondo duro e intermareal fondo duro y blando. Zona expuesta..... 64

TABLAS

Tabla 1: Parámetros propuestos para el análisis de columna de agua en la zona de captación y descarga de una planta desaladora..... 11

Tabla 2: Parámetros propuestos para el análisis del suelo marino superficial en la zona de captación y descarga de una planta desaladora. 13

Tabla 3: Parámetros propuestos para el análisis de los tejidos biológicos de organismos marinos en la zona de captación y descarga de la planta desaladora. 15

AGRADECIMIENTOS

La Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante de la Armada de Chile, agradece al Grupo de Contaminación Marina del Comité Oceanográfico Nacional, por la colaboración y elaboración de la presente Guía, que contó con investigadores y colaboradores de distintas disciplinas relacionadas a temas marinos que constituyen al equipo que la redactó.

Equipo principal:

- Aldo Hernández Rodriguez
- Andrés Camaño Moreno
- Cristian Chandia Vallejos
- Eduardo Hernández Miranda
- Freddy Vargas Parra
- Marco Salamanca Orrego
- Patricio Winckler Grez
- Rodrigo Orrego Fuentealba
- Manuel Contreras López

Colaboradores:

- Maritza Sepúlveda
- Patricio Manriquez
- Guido Pávez

1. INTRODUCCIÓN

En respuesta a la creciente necesidad de nuevas fuentes de agua para consumo humano e industrial, provocadas por la escasez hídrica que colocan a Chile dentro de los países vulnerables al cambio climático antropogénico (MMA 2016), se ha observado un aumento en los proyectos de desalación que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Como las tendencias del cambio climático revelan que el déficit hídrico se incrementará con el tiempo y que un número importante de los proyectos de desalación evaluados presentan información de distinto tipo y calidad, lo que hace necesario definir actualizar los requerimientos mínimos que deben contener los Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental (EIA o DIA) en jurisdicción de la Autoridad Marítima (AA.MM.) y que fueran elaborados el año 2015, para lo cual se presentan estas Directrices, las cuales se basan en la experiencia de los proyectos evaluados y se rigen de conformidad a los contenidos exigidos en el SEIA, a modo de facilitar su comprensión. El alcance de esta directriz comprende aquellos proyectos de desalación ya sea que se presenten al SEIA o no y considera las distintas fases de los proyectos (construcción, operación y cierre), así como el aspecto temporal de la información mínima a presentar por parte de los titulares de los proyectos (diseño, línea de base y planes o programas de seguimiento). Para estos efectos se entiende que un proyecto de desalación comienza con un diseño preliminar que generará impactos ambientales (en sus distintas fases) sobre componentes o matrices ambientales marinas (columna de agua, sedimentos y biota) que deberán ser evaluados en base a la información que se genere en la línea de base. En base al cruce de la información entre el diseño preliminar y la línea de base, se podrán hacer ajustes al proyecto, con la finalidad de minimizar los impactos identificados. Por otro lado, se debe considerar que los proyectos de desalación podrán incluir captación de agua de mar y descarga de la salmuera o bien sólo captación cuando la descarga sea reutilizada en otro proceso o descargada en un ambiente distinto al de la jurisdicción de la AA.MM.

Se debe considerar que esta directriz es un complemento a los requerimientos establecidos en la Ley sobre bases generales del medio ambiente Nº19300/1994 (LBGMA) y en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA, Decreto Nº40/2012).

Se entiende que todos los requerimientos establecidos en esta directriz se enmarcan en el espacio físico que es jurisdicción de la Autoridad Marítima, esto es, de la línea de playa a 80 metros de ancho medidos desde la costa u orilla de mar, riberas de lagos o de ríos navegables hacia tierra firme y caletas, hasta una distancia de 12 millas náuticas medidas desde la línea de la más baja marea (D.L. (M.) N°292, 1953, Artículo 6º).

2. OBJETIVO

Establecer los requerimientos técnicos mínimos exigidos por la Autoridad Marítima para la evaluación ambiental de proyectos de plantas Desaladoras industriales, en las etapas de Línea Base, Construcción, Operación y Cierre, cuya capacidad de producción supere los 1.000 m^3/d.

3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Complementariamente a los contenidos mínimos y criterios de evaluación establecidos en la LBGMA y del RSEIA, se debe detallar la ingeniería del emisario o estandarización de componentes esenciales de la obra: longitud de los tramos enterrados y apoyados sobre el fondo marino, plano que indique la disposición del ducto en el lecho marino asociado al perfil batimétrico y del terreno real del lugar de emplazamiento, indicando el sector marítimo el cual cada uno impacta.

3.1. Sistema de Captación de Agua de Mar

Sitios de selección

La elección del sitio será realizada caso a caso, sin embargo, se debe considerar:

- La interacción con otros usos del territorio: sociales, culturales y ambientales, destacando la existencia de sitios prioritarios, áreas de manejo y otras figuras de protección ambiental.

Para el sistema de captación se debe indicar:

- Rango de caudales (máximo y mínimo) para el sistema de captación.

- Coordenadas geográficas o UTM (Datum WGS-84) de la captación y de la sentina, si existiese.

- Plano en planta (layout) que señale el punto de captación, impulsión (cámara de bombas) y conducción a la planta 1:5000. El plano deberá incluir los límites de la concesión marítima correspondiente.

- El diseño de la velocidad de succión, debe ser menor a 0,15 m/s (Recomendaciones EPA). La velocidad debe ser estimada a una distancia no superior a 8 (cm) de la malla de protección o abertura de captación, y de manera paralela a la dirección del flujo de agua principal. (Informe para el Ministerio de Energía “Propuesta de Regulación ambiental para sistemas de refrigeración de centrales Termoeléctricas y otros sectores que succionan agua y descargan cursos de agua en sus procesos industriales”, preparado por INODÚ, Proyecto FIPA, 2017). El diseño debe ser validado mediante mediciones instrumentales durante la operación del proyecto.

Descripción de todos los procesos unitarios que componen el sistema de captación, incluyendo:

- Ingeniería de construcción (forma y tamaño) del sistema final de aducción de agua de mar. Además, señalar en detalle el sistema de protección para evitar la succión o atrapamiento de la fauna marina (i.e. malla), indicando el tamaño de organismos que será capaz de filtrar este sistema.

- El criterio mínimo para evaluar el impacto por succión corresponde a los proyectos que succionan un volumen igual o superior 7.500 (m3/día) de agua de mar (Proyecto FIPA N° 2016-53). Por lo que, se requiere de una descripción del diseño y funcionamiento del sistema de captación de agua de mar, detallando las medidas destinadas a minimizar la mortalidad larvaria, junto con las barreras físicas que se dispondrán para evitar la succión de especies marinas (Ej: pantallas, mallas, sistemas disuasivos, cortinas de burbujas).

- Cantidad y características de los productos utilizados en el pretratamiento del agua (floculantes, coagulantes, antiincrustantes, antiespumantes u otros). Los productos químicos utilizados en la operación de la planta, deberán contar con la evaluación y autorización de la Autoridad Marítima, indicando el nombre de los componentes activos del producto, de acuerdo al procedimiento descrito en la Circular Marítima A-52/008 del 28 de enero del 2020, la que entró en vigencia el 1 de octubre 2021.

- Tipo de recubrimiento antiincrustantes para las membranas de desalinización.

- Proceso de neutralización de cada producto y productos intermedios de desinfección que se puedan generar.

- Fichas de seguridad de todos los productos químicos a utilizar.

- Descripción del proceso de control de hipoclorito de Sodio en caso de detención de bombas de captación y/o impulsión de agua (idealmente al detenerse las bombas, se deberá detener automáticamente la dosificación de hipoclorito de sodio, u otro equivalente, al interior del sistema de captación).

- Alternativas consideradas y los criterios ambientales justificados por los cuales se selecciona el diseño.

3.2. Sistema de Descarga del Efluente

Sitios de selección

La elección del sitio será realizada caso a caso, sin embargo, existen algunas consideraciones a tomar:

- Se debe considerar la interacción con otros usos del territorio: sociales, culturales y ambientales, destacando la existencia de sitios prioritarios, áreas de manejo y figuras de protección ambiental.

- Preferir para la descarga sitios de alta energía, los que están asociados a arenas gruesas y bolones, alejado de bahías, propendiendo a sectores con mayor dilución, donde la mayor circulación natural, permita una rápida y eficiente dilución de la descarga.

Para el sistema de descarga se debe indicar:

- Rango de caudales (máximo y mínimo) para el sistema de descarga.
- Rangos de temperatura, densidad y salinidad que caracterizan el efluente en el punto de descarga. La característica de la descarga depende de diversos factores, como la calidad del agua de entrada a la planta, el tipo de sistema de pre-tratamiento, el uso de aditivos, la tasa de recuperación de agua, el régimen de operación de la planta, y el flujo de agua
- Esquema de operación del sistema de descarga en fase normal de operación. Se deberá especificar si la descarga es continua o discontinua. Para descargas continuas se deberá especificar el caudal de descarga. Para descargas discontinuas se deberá especificar la frecuencia, duración y caudal de descarga.

- Esquema de operación del sistema de retrolavado de las membranas semipermeables. Se deberá especificar la frecuencia, duración y caudal del lavado.
- Descripción de todos los procesos unitarios que componen el sistema de abatimiento del efluente, incluyendo:
- Cantidad y características de los productos utilizados. Los productos químicos utilizados en la operación de la planta, deberán contar con la evaluación y autorización de la Autoridad Marítima
- Proceso de neutralización de cada producto.
- Descripción del proceso de neutralización de los efluentes producto de la limpieza química de las membranas (piscina de neutralización y pH metro con registro continuo).
- Coordenadas geográficas o UTM (Datum WGS-84) de la descarga y de la sentina y/o cámara de monitoreo del emisario submarino.
- Plano en planta que señale el sistema de impulsión desde la planta (si corresponde), la cámara de monitoreo, el emisario y el difusor, incluyendo secciones típicas de las toberas. El plano deberá incluir los límites de la concesión marítima correspondiente.
- Alternativas consideradas y los criterios ambientales justificados por los cuales se selecciona el diseño.
- Descripción del emisario, incluyendo caudal, diámetro, orientación respecto del norte y otras especificaciones (por ejemplo, si es telescópico, si tiene dos ramas, material, tipo de lastre, etc.) y, en general, todos los parámetros geométricos que permitan verificar la modelación del campo cercano.
- Descripción de las toberas (portas), incluyendo caudal, diámetro, ángulo respecto de la horizontal, ángulo respecto del norte y, en general, todos los parámetros geométricos que permitan verificar la modelación del campo cercano.
- Plan de contingencia ante rotura del sistema de inyección de antifouling (cloro).
- Indicar la concentración de cloro libre residual máxima esperable en la descarga, luego de la neutralización.

4. LÍNEA BASE MEDIO NATURAL

4.1 Identificación de Impactos ambientales

Con la finalidad de apoyar la identificación de los impactos ambientales que este tipo de proyectos genera en sus distintas fases (construcción, operación y cierre), se entregan tablas base mínima con la identificación de la actividad, el impacto general y los impactos específicos para los ductos de captación y descarga. Estas tablas se presentan en el Anexo 9.2 y corresponden a una guía y no necesariamente corresponde a la identificación de todos y cada una de las actividades e impactos asociados que el Proyecto generaría, la cual es responsabilidad del Titular del proyecto.

4.2 Diseño de muestreo de Línea de Base

- Las estaciones de muestreo deben ubicarse en función de los impactos posibles del proyecto y deben a lo menos distribuirse en el área de impacto del proyecto, así como en aquellos sitios donde se presume que no habrá impactos producto de la operación del proyecto. Adicionalmente, se deben incluir estaciones en áreas sensibles (áreas protegidas, humedales u otros) si existiesen en la cercanía, entendiendo por cercanía no sólo una distancia geográfica, sino que puede ser funcional. Complementariamente, las estaciones de muestreo deben ser relativas a la modelación.
- Las estaciones de muestreo deben considerar tanto la zona de captación del agua (inmisario), como la zona de descarga de la salmuera (efluente o emisario) y el área de influencia del proyecto.
- La disposición espacial de los puntos de muestreo debe considerar un diseño de grilla o transectos en función de la línea de costa, orientación del flujo dominante, batimetría y otras fuentes de emisión, incluyendo puntos de muestreo dentro de la zona de impacto directo, la zona estimada de impacto indirecto, así como la zona donde no habrá impactos (estación o estaciones de referencia). A modo de guía se presenta un esquema con 2 tipos de diseño dependiendo del emplazamiento del proyecto (Figura 1 y Figura 2, ver Anexo 9.3).
- Se debe considerar a lo menos 3 estaciones de referencia que den cuenta de la variabilidad natural del sistema costero donde se emplazará el proyecto, donde las condiciones no estén afectadas por el proyecto a instalar u otras fuentes industriales cercanas, así como tampoco por actividades antrópicas. De manera tal, que las estaciones de referencia den cuenta de las variaciones temporales y espaciales ajenas a la operación del proyecto o de otros proyectos. Para ello se deben considerar que los sitios de referencia cuenten con características similares a las estaciones regulares de muestreo, en profundidad, tipo de sedimento o sustrato, distancia de la costa, flujo predominante, entre otros.
- Con la finalidad de contar con representatividad estadística, se deben considerar 3 réplicas en todas las matrices marinas a muestrear. Las réplicas deben ser entendidas como series de muestras tomadas sinópticamente en la misma estación de muestreo y de la misma forma.
- En cada estación de muestreo se debe identificar su posición geográfica (Datum y Huso), su profundidad (relativa a la Carta Náutica y/o normalizada a profundidad de sonda).
- Cuando sea técnicamente posible, debe existir transversalidad en las mediciones de parámetros en agua, sedimentos y organismos (i.e. Hg disuelto en agua, Hg extraíble en sedimento, Hg en tejido).

4.3 Frecuencia de muestreo para la Línea Base

En general, la mayoría de las localidades costeras de Chile, presentan diferencias oceanográfico-ambientales, a lo menos, entre los periodos de otoño-invierno y primavera-verano, siendo en general de carácter estacional. Por tal razón, la frecuencia del muestreo deberá ser al menos 2 veces al año (verano-invierno) por 2 años.

4.4 Parámetros Abióticos

4.4.1 Columna de agua

Parámetros *in situ*

Para la medición de parámetros in situ se debe utilizar una sonda multiparamétrica oceanográfica de registro continuo del tipo CTD-O. Los parámetros mínimos para considerar son: temperatura, salinidad, conductividad, densidad, pH, oxígeno disuelto y saturación de oxígeno. Complementariamente, las mediciones de pH, sólidos disueltos totales, turbidez, ORP y clorofila total, pueden ser obtenidos a través de sensores o mediante muestras discretas en al menos 3 profundidades de la columna de agua. Si la profundidad es ≤10 m la muestra discreta debe ser en al menos 2 profundidades.

Los lances, mediciones in situ de CTD-O, sensores de registro continuo y muestras discretas deben ser realizados en todas las estaciones desde la superficie hasta 1 metro sobre la profundidad máxima de la estación evitando que la resuspensión de los sedimentos afecte las lecturas. El registro del CTD-O debe ser realizado con una resolución mínima de 0,5 m de profundidad.

El equipo por utilizar debe estar previamente calibrado por el fabricante con un certificado de vigencia no mayor a 2 años.

Parámetros de laboratorio

Con la finalidad de contar con la suficiente robustez estadística en las muestras de agua, estas deben ser recolectadas y analizadas en triplicado (3 réplicas) y en al menos dos estratos de profundidad: superficial (dentro del primer metro de profundidad) y fondo (a un metro del fondo marino). El muestreo en columna de agua debe ser realizado mediante botellas oceanográficas tipo Niskin o Go-Flo de un volumen suficiente para colectar el volumen necesario para los análisis mínimos indicados más adelante (Tabla 1). Cuando las profundidades sean mayores a 50 m y/o exista información de referencia que dé cuenta de dos capas de circulación de corrientes, se debe considerar el muestreo en más de 2 estratos de profundidad.

Se debe tomar especial cuidado en el lavado, embalaje y transporte de los materiales de muestreo (i.e., botellas, frascos de trasvasije y embudos). Además, se deben tomar todas las precauciones para mantener la cadena de custodia en el almacenamiento y transporte en frio y oscuridad, para evitar que en las muestras se produzca alguna alteración durante el transporte hacia el laboratorio de análisis.

Análisis laboratorio

La metodología por utilizar dependerá del parámetro a analizar. Sin embargo, se debe priorizar cuando corresponda, un análisis autorizado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) a través de una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA) y por tanto,

acreditada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) u otro organismo internacional equivalente. Además, con la finalidad de comparar espacial y temporalmente los análisis realizados en la matriz marina, se deben seleccionar las metodologías validadas para esta matriz, con los límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC) que permitan alcanzar las concentraciones naturales del cuerpo de agua. El titular, ante un parámetro acreditado y autorizado por más de un laboratorio ETFA, debe preferir aquel que cuente con el LD y LC más bajo. Con todo, en lo principal, la metodología por utilizar debe considerar que al menos se logre cuantificar las concentraciones típicas de la zona costera.

El titular debe presentar una tabla que indique el parámetro, la metodología del laboratorio, y su validación, la unidad de medida, su LD y LC. Además, debe presentar una tabla que indique el parámetro o grupo de parámetros, el método de preservación, tipo del envase a utilizar y especificaciones de transporte.

Cada uno de los análisis a realizar deben ser respaldados con los certificados de laboratorio correspondientes.

Parámetros químicos mínimos

Los parámetros mínimos que deben ser considerados, ya sea para la zona de captación y descarga (zona de influencia), así como el área de no influencia y estaciones de referencia, corresponden a los detallados en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros propuestos para el análisis de columna de agua en la zona de captación y descarga de una planta desaladora

Parámetro	Unidad	LD	LC	Metodología propuesta
Oxígeno disuelto	mg/L	-	0,10	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O / 4500 O Standard Methods 23th Edition
Saturación de oxígeno	%	-	1,00	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O
Temperatura	° C	-	0,10	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O / 2550 B Standard Methods 23th Edition
Salinidad	psu	-	0,001	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O / RE N° 3612 de 2009, numeral 30, de la Subsecretaría de Pesca.
Conductividad	µS/cm	-	0,001	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O / 2510 B Standard Methods 23th Edition
Densidad	Sigma-t	-	0,10	Sonda Oceanográfica de Registro Continuo CTD-O
pH	unidades pH	-	0,01	Potenciometría / Sonda Multiparamétrica / 4500 H B Standard Methods 23th Edition
Turbidez	NTU	-	0,10	Turbidímetro / Sonda Multiparamétrica
Sólidos disueltos totales	mg/L	-	1,00	Sensor Específico Sonda Multiparamétrica
Demanda biológica de oxígeno$_5$	mg/L	1,00	1,00	5210 B. Standard Methods 22st Edition.
Fósforo total	µM	0,14	0,50	Solórzano, L., & Sharp, J. (1980). Limnol. Oceanogr., 25(4), 754-758.
Nitrógeno kjeldhal	µM	0,14	0,50	4500-Norg B. Standard Methods 22st Edition.
Nitrito	µM	0,04	0,13	Parsons, T., R., Maita, Y., & Lalli, C., M. (1984).
Nitrato	µM	0,30	1,00	Jones, M.N. (1984). Nitrate reduction by shaking with cadmium Water Res.18,643-646.
Amonio	µM	0,07	0,25	Parsons, T., R., Maita, Y., & Lalli, C., M. (1984).
Carbono orgánico total	mg/L	0,010	0,50	5310 B. Standard Methods 22st Edition.
AOX (Compuestos Orgánicos Halogenados)	µg/L	1,10	4,00	Método validado: ISO 9562:2004
Sulfatos	mg/L	3,00	10,0	4500-SO42- C. Standard Methods 22st Edition.
Sólidos suspendidos totales	mg/L	0,30	1,00	2540 D. Standard Methods 22st Edition.
Sólidos totales disueltos	mg/L	2,20	8,00	2540 C. Standard Methods 22st Edition.
Clorofila-a	mg/m^3	0,10	0,10	445,0 EPA (1997), Filtración, Extracción, Centrifugación y Lectura por Fluorometría
Clorofila total	mg/m^3	0,10	0,10	445,0 EPA (1997), Filtración, Extracción, Centrifugación y Lectura por Fluorometría
Cloro libre residual	mg/L	0,02	0,02	4500-Cl-G DPD Colorimetric Method. Chlorine (Residual) Standard Methods 23th Edition. (In Situ)
Trihalometanos (1)	mg/L	0,001	0,004	EPA Method 5021A / 8260B, Volatile Organic Compounds
Cobre	µg/L	0,030	0,100	K. Grasshoff, K. Kremling, M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.
Hierro	µg/L	0,050	0,200	K. Grasshoff, K. Kremling, M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.
Arsénico	µg/L	0,070	0,300	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 2005. 3114.
Cadmio	µg/L	0,004	0,015	K. Grasshoff, K. Kremling, M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.
Mercurio	µg/L	0,20	0,500	EPA Method 7473
Cinc	µg/L	0,25	0,900	K. Grasshoff, K. Kremling, M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.
Plomo	µg/L	0,004	0,015	K. Grasshoff, K. Kremling, M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.
Coliformes totales	NMP/100ml	1,00	1,80	9221. Standard Methods 21st Edition
Coliformes fecales	NMP/100ml	1,00	1,80	9221 E-1. Standard Methods 21st Edition
Hidrocarburos totales (C10-C38)	µg/L	0,004	0,13	EPA Method 8270 D
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	µg/L	0,0008	0,0020	EPA Method 8270 D

(1): Clorodibromometano; Cloroformo, Diclorobromometano, Dibromoclorometano, Tribromometano, Triclomometano

Comentario: Tomando en consideración que se quiere resolver los posibles efectos que podrían generar estos parámetros en el medio receptor, lo recomendable es medir la fracción disuelta, aunque si el objetivo del Titular es más amplio y se quiere resolver los aportes netos, entonces se recomienda incorporar la fracción particulada.

4.4.2 Suelo marino superficial

Parámetros In situ

La medición de los parámetros in situ como pH y Potencial REDOX, debe utilizar electrodos específicos o microelectrodos, los cuales deben estar previamente calibrados de fábrica y chequeados con estándares certificados de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Parámetros de laboratorio

Con la finalidad de obtener datos confiables y con la adecuada robustez estadística, las muestras de suelo marino superficial (3 a 5 cm) deben ser recolectadas en triplicado (3 réplicas) mediante una draga del tipo Van Veen, de mínimo 0,1 m^2 de mordida u otra de características funcionales similares, lo que permitirá colectar las cantidades/volúmenes necesarios para realizar los análisis seleccionados mínimos indicados más adelante.
Estas muestras pueden ser recolectadas por buzo especialista dando cumplimiento al Reglamento de Buceo para buzos profesionales, D.S. (M) Nº 545 de fecha 24 de Oct 2013. En el caso de la recolección de muestras por buceo, éstas deben ser recolectadas con corer de PVC, policarbonato o plexiglás (en el caso de metales e iones) o de acero inoxidable para los parámetros orgánicos. El corer debe presentar a lo menos un diámetro de 6 cm y una altura de 12 cm, provisto de tapas de goma para evitar que la muestra sea perturbada hasta llegar a superficie.

Se debe tomar especial cuidado en el lavado, embalaje y transporte de los materiales de muestreo (i.e., dragas, core, paletas de submuestreo u otros). Además, se deben tomar todas las precauciones para mantener la cadena de custodia en el almacenamiento y transporte de las muestras en frio a 4°C y en oscuridad, con la finalidad de que las muestras no se alteren hacia el laboratorio de análisis.

Análisis laboratorio

Los análisis deben ser realizados contemplando la matriz total del sedimento, y no sobre fracciones granulométricas específicas (i.e., <63 µm). La metodología por utilizar dependerá de las especificaciones técnicas de cada parámetro a analizar. Sin embargo, se debe considerar que ésta, si corresponde, debe estar autorizada por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) mediante una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), y por tanto acreditada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) u otro organismo internacional equivalente. Además, con la finalidad de comparar espacial y temporalmente los análisis realizados en la matriz marina, se deben seleccionar las metodologías validadas para esta matriz, con los límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC) que permitan alcanzar las concentraciones naturales del suelo marino (sedimentos), por lo cual el titular, ante un parámetro acreditado y autorizado por más de un laboratorio ETFA, debe preferir aquel que cuente con el LD y LC más bajo. En el caso específico de los metales, las metodologías a utilizar deben ser aquellas que permitan cuantificar los metales extraíbles, análisis que estudia la fracción disponible en el suelo marino, la cual es susceptible de ser incorporada por los organismos.

El titular debe presentar una tabla que indique el parámetro, la metodología del laboratorio, la técnica, la unidad de medida, su LD y LC. Además, debe presentar una tabla que indique el parámetro o grupo de parámetros, fracción, el método de preservación y envase a utilizado.

Cada uno de los análisis a realizar deben ser respaldados con los certificados de laboratorio correspondientes.

Parámetros químicos mínimos

Los parámetros mínimos que deben ser considerados, ya sea en el suelo marino del área de captación y descarga (zona de influencia), así como por fuera del área de influencia y estaciones de referencia, son detallados en la Tabla 2.

Tabla 2: Parámetros propuestos para el análisis del suelo marino superficial en la zona de captación y descarga de una planta desaladora.

Parámetro	**Unidad**	**LD**	**LC**	**Metodología propuesta**
Materia Orgánica Total	%	-	0,01	Calcinación – Gravimetría / Resolución Exenta N° 3612 de 2009, numeral 27, de la Subsecretaría de Pesca.
Granulometría	%	-	1,00	Gravimetría - Wentworth / Resolución Exenta N° 3612 de 2009, numeral 26, de la Subsecretaría de Pesca.
Humedad	%	-	1,00	Secado – Gravimetría / Resolución Exenta N° 3612 de 2009, numeral 26, de la Subsecretaría de Pesca.
Potencial Redox	mV	-	0,10	Electrodo Ref. Ag/Ag/Cl y sensor Pt / SM 4500 H-B, 2005
Ph	Unidades pH	-	0,01	Electrodo Punta Cónica con 3u Teflon / SM 4500 H-B, 2006
AOX (Compuestos Orgánicos Halogenados)	µg/g	2,00	7,00	Becker, R., Buge, H-G., I. Nehls. (2007).
Carbono Orgánico Total	%	-	0,01	Manual TeKmar-Dohrmann. CHN/O Analyzer
Cobre Extraíble	µg/g	1,00	5,00	EPA Method 3051 A.
Hierro Extraíble	µg/g	4,00	40,00	EPA Method 3051 A.
Plomo Extraíble	µg/g	0,30	2,00	EPA Method 3051 A.
Arsénico Extraíble	µg/g	0,30	1,50	EPA Method 3051 A.
Cadmio Extraíble	µg/g	0,004	0,015	EPA Method 3051 A.
Mercurio Total	µg/g	0,00005	0,00020	EPA Method 3051 A.
Cinc Extraíble	µg/g	0,80	4,00	EPA Method 3051 A.
Hidrocarburos Tolates (HCF - HCV)	µg/g	0,004	0,012	EPA Method 8270 D
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	µg/g	0,001	0,004	EPA Method 8270 D

4.4.3 Biota Marina

Consideraciones del muestreo

Con la finalidad de que los valores determinados en los organismos tengan robustez estadística, las muestras deben ser recolectadas en triplicado (3 réplicas). Cada réplica consistirá en la colección de un número suficiente de organismos que permita asegurar la determinación de todos los parámetros indicados en la Tabla 3. La selección de los organismos debe considerar especies locales sésiles o de movilidad reducida que permitan utilizarlos como especies indicadoras o centinelas, privilegiando bivalvos filtradores, gastrópodos y crustáceos de ciclo de vida conocido, en que puedan identificarse con facilidad sus diferentes estados de desarrollo y tallas de extracción en caso de ser recursos con vedas

productivas. Los análisis deben efectuarse por especies. Los ejemplares deben ser adultos y los tamaños comparables entre todas las campañas de muestreo. La recolección de muestras marinas debe ser realizada por buzo especialista u otro instrumento. La metodología de muestreo debe estar acorde al permiso de pesca de investigación que emite la Autoridad Pesquera, Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).

Se deben tomar todas las precauciones para mantener la cadena de custodia en el almacenamiento y transporte en frio y oscuridad, con la finalidad que las muestras no se alteren en el traslado hacia el laboratorio de análisis.

Análisis laboratorio

La metodología por utilizar dependerá del parámetro a analizar. Sin embargo, se debe considerar que ésta, si corresponde, debe estar autorizada por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) mediante una ETFA[1] y por tanto acreditada por el Instituto Nacional de Normalización (INN) u otro organismo internacional equivalente. Además, con la finalidad de comparar espacial y temporalmente los análisis realizados en los tejidos de organismos marinos, se deben seleccionar las metodologías validadas para esta matriz, con los límites de detección (LD) y límites de cuantificación (LC) que permitan alcanzar las concentraciones esperadas en los organismos y tejido a analizar, por lo cual el titular, ante un parámetro acreditado debe preferir aquel que cuente con el LD y LC más bajo. Con todo, en lo principal, la metodología por utilizar debe considerar que al menos se logre cuantificar las concentraciones típicas de los organismos de la zona costera.

El titular debe presentar una tabla que indique el parámetro, la metodología del laboratorio y su validación, el LD y LC. Se propone que la base de cálculo para expresar la composición química de los organismos sea base seca. Además, debe presentar una tabla que indique el parámetro o grupo de parámetros, método de preservación, tipo de envase y especificaciones de transporte.

Cada uno de los análisis a realizar deben ser respaldados con los certificados de laboratorio correspondientes.

Parámetros químicos mínimos

Los parámetros mínimos que deben ser considerados, ya sea para el área de captación y descarga (zona de influencia), así como fuera del área de influencia y estaciones de referencia, son detallados en la Tabla 3.
.

[1] A octubre de 2021, no existe acreditación ETFA para análisis sobre tejido biológico

Tabla 3: Parámetros propuestos para el análisis de los tejidos biológicos de organismos marinos en la zona de captación y descarga de la planta desaladora.

Parámetro	Unidad	LD	LC	Metodología propuesta
AOX	µg/g	2	2,5	Accredit Qual Assur. 12:647-651. DOI:10.1007/s00769-007-0308-z.
Ácidos Grasos	µg/g	0,007	0,01	AOAC Official Method 969.33. Fatty Acids in Oils and Fats. Revised 1977. // EPA 8015D.
Lípidos	µg/g	50	70	Official Methods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition, U.S.A. (1990).
Cadmio	µg/g	0,004	0,015	EPA Method 3052.
Hierro	µg/g	4	40	EPA Method 3051 A.
Plomo	µg/g	0,3	2	EPA Method 3052.
Arsénico	µg/g	0,3	1,5	EPA Method 3051 A.
Mercurio	µg/g	0,00005	0,0002	EPA Method 7473.
Cinc	µg/g	0,8	4	EPA Method 3051 A.

Tratamiento de la información de los datos de Caracterización Química

Los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio para las 3 matrices marinas (i.e., columna de agua, suelo y organismos) deben ser presentados en tablas, incluyendo el promedio, desviación estándar y rango, así como gráficos de barra u otro que permita visualizar el comportamiento de las variables. En columna de agua se debe considerar el análisis por estrato, mientras que, en el caso de la hidrografía, se debe privilegiar gráficos del tipo T-S para la identificación de las masas de agua presentes en el área de estudio. En sedimentos, se deben realizar gráficos de distribución de grano por clases de tamaño (limos, arcillas, arenas, etc.). Los organismos deben ser informados en peso seco y peso húmedo reconstituido, con datos de longitud-peso y estado de desarrollo.

La información debe ser comparada con normativas y/o referencias nacionales e internacionales (entre ellas USEPA para agua y CCME para sedimentos), además de valores típicos de calidad de la zona de estudio u otras zonas de Chile o el extranjero. Estas últimas se deben obtener de publicaciones científicas.

Se deben realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Análisis básico, con un “data cleaning” para verificar datos atípicos, para posteriormente aplicar un análisis exploratorio (ACP o matriz de correlaciones).
- Probar la hipótesis asociada al objeto del monitoreo, respondiendo preguntas como “¿existen diferencias estadísticamente significativas entre zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto?, ¿existe zonificación de las estaciones?”, entre otras.
- Se recomienda utilizar modelos lineales generalizados (GLM) o modelos lineales generales (Análisis de Varianza) para efectuar las pruebas de hipótesis, toda vez que permiten evaluar el peso de atributos espaciales (e.g. sitio de muestreo, zona control vs impacto, réplica, estrato de profundidad) y temporales (e.g. época, año, campaña) en un único modelo. En el caso de emplear Análisis de Varianza, previo al análisis se debe verificar la normalidad (test de Shapiro-Wilks) y la homogeneidad de varianza (Test de Bartlett). En el caso de que cualquiera de estas pruebas resulte estadísticamente

significativo ($p<0,05$) se deben utilizar análisis estadísticos ad-hoc, que aseguren una robustez estadística, tales como GLM.

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015 que Dicta Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales, los Informes de Seguimiento Ambiental y la Remisión de Información al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental".

Permisos

Para la recolección de muestras marinas de columna de agua, suelo y organismos, se debe utilizar una embarcación que cuente con los permisos necesarios de la Autoridad Marítima que permita el zarpe. Además, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, y en el caso de los organismos se debe contar con el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995.

4.4.4 Oceanografía Física

Se debe describir desde un punto de vista físico el ambiente costero en el área de influencia aledaño al emplazamiento de las futuras instalaciones, que sean representativas del medio en el tiempo (estaciones) y espacio (cobertura área de influencia y estaciones referenciales fuera del área de influencia).

Se deben realizar como mínimo 2 campañas (verano e invierno), de acuerdo con Normativa SHOA y siguiendo los lineamientos contenidos en la "Guía metodológica de revisión sectorial de lineamientos oceanográficos para estudios de impacto ambiental, que contemplen descargas de residuos líquidos en jurisdicción de la Autoridad Marítima" aprobada mediante la resolución D.G.T.M. Y M.M. Ord N°12600/05/1403 de fecha 09 de noviembre del 2021.

Se deben realizar Perfiles CTDO en la columna de agua, incluyendo el área descarga, para posteriormente, alimentar el modelo de difusión de la pluma. El CTDO debe tener certificados de calibración y mantención anuales;

Se debe incluir un estudio de correntometría Euleriana y Lagrangiana con valor oceanográfico, siguiendo los lineamientos establecidos en la Pub. SHOA N°3201 (Punto 3.3).

Para la correntometría Euleriana se debe extender por un periodo mínimo de 30 días, con un intervalo que no puede exceder los 10 minutos, en 2 campañas de medición (inverno y verano). Para zonas costeras se sugiere uso de ADCP de 600 kHz el que debe ser programado de tal manera que se establezcan capas con un espesor y distribución que aseguren la medición de las corrientes en toda la columna de agua, en cualquier estado de la marea.

En el caso de Correntometría Lagrangiana, se deben efectuar lances de derivadores durante mareas de sicigias y de cuadratura, en condiciones de marea llenante y vaciante, a lo menos en dos niveles de profundidad, dependiendo de los objetivos del proyecto, los cuales deberán ser monitoreados por un período mínimo de una hora.

En forma simultánea a la Correntometría Euleriana y Lagrangiana, se deberán efectuar mediciones del nivel del mar y de la dirección e intensidad del viento por periodo mínimo de 30 días, en búsqueda de los agentes forzantes de las corrientes.

Si el proyecto requiere determinar la climatología de los vientos reinantes y/o el viento extremo en el sitio de interés, se deberá realizar un estudio específico de vientos históricos aprobado por el SHOA, siguiendo los lineamientos contenidos en la Pub. SHOA N°3201 (Punto 3.5).
Se puede incluir Patrón de Circulación a través de Bottom Track o ADCP remolcado;

Se debe obtener batimetría de precisión con valor hidrográfico requerido para la modelación, según Publ. SHOA Nº 3105;

Determinación ZPL según Circular DGTM Y MM Nº A-53/004;
Se debe realizar la modelación de la descarga, en los escenarios más desfavorables en términos oceanográficos, ambientales. Por ejemplo: menor velocidad de corriente en el punto de descarga y régimen caudal máximo;

Se debe realizar una simulación de una descarga continua en el tiempo, no puntual, informar la tasa de decaimiento del gradiente salino en profundidad, mediante isolíneas de concentración salina que estén georreferenciadas espacialmente;

Informar las trayectorias probables de la pluma de dispersión como consecuencia de la dinámica propia de las corrientes marinas, en otras palabras, no sólo simular la dilución inicial, sino que también, una Modelación Dinámica de la pluma salina;

Tratamiento de la información de los datos de Caracterización Física

Los resultados obtenidos de las mediciones en la columna de agua deben ser presentada en tablas, incluyendo el promedio, desviación estándar y rango, así como gráficos de barra u otro que permita visualizar el comportamiento de las variables (i.e., gráficos de sección y perfiles).

En columna de agua se debe considerar el análisis por estrato, mientras que, en el caso de la hidrografía, se debe privilegiar gráficos del tipo T-S para la identificación de las masas de agua presentes en el área de estudio.

Se deben realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Estadística descriptiva y pruebas de normalidad como por ejemplo ACP, ANOVA, ANDEVA, Box-Plots
- Data cleaning para identificación de puntos atípicos (outliers)
- Análisis espectral y Análisis armónico, EOF, ondículas (wavelets), etc, para series de tiempo
- Rosa de vientos, Stickplots para datos vectoriales

Permisos

Todos los procedimientos y análisis deben cumplir las instrucciones del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA Nº 3201, 3202, 3109, 3105 y 3104, ver 8 REFERENCIAS), por tanto, se debe entregar Resoluciones del SHOA relativas a las aprobaciones de los informes con valor hidrográfico y oceanográfico correspondientes, así como se debe entregar los archivos de entrada y salida de las modelaciones.

4.5 Parámetros Bióticos

4.5.1 Fitoplancton

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deben considerar tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Además, se sugiere obtener muestras de sedimento para analizar el perifiton cuando la captación y descarga de agua de la desalinizadora se encuentre muy próximo del fondo del mar.

Para una mejor interpretación de los datos a obtener, se sugiere confeccionar una grilla o transectos de estaciones de muestreo, que consideren: 1) la zona de impacto directo, 2) la zona estimada de impacto indirecto, así como 3) la zona donde no habrá impactos (zona, zonas, estación o estaciones de referencia). Se deberán generar a lo menos tres transectas a partir de la zona de impacto directo de la captación y de la descarga. La configuración de las estaciones de muestreo deberá considerar el diseño ingenieril de las tuberías (ej. Un solo ducto o dos ductos separados, ver Anexo 9.3, *Figura 3* y *Figura 4* para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo (i.e. transectas) deberá ser acorde a la estimación del área de influencia (art 2, literal a del D.S. (M.M.A.) N°40/2012), y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se sugiere incluir para cada sección de tubería, a lo menos, 10 estaciones distribuidas radialmente, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación sobre la boca de la captación, una sobre la zona de difusores del emisario y las otras restantes se sugiere que formen 3 transectas paralelas y/o perpendiculares a la costa. La distancia entre estaciones para cada transecta deberá ser aproximadamente entre 20-50 m (primer radio de la transecta), 100-200 m (segundo radio de la transecta) y entre 500-1000 m (tercer radio de la transecta) a partir de las estaciones de la captación y emisario. Paralelamente, se sugiere incluir a lo menos tres estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver en Anexo 9.3 un ejemplo de esquemas de muestreo en *Figura 3* y *Figura 4*).

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como “áreas de referencia” (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

Para estandarizar los muestreos respecto al comportamiento biológico de los organismos, se recomienda realizar cada período de muestreo en similares períodos de ciclo mareal, hora del día y fase del ciclo lunar, incluyendo esta información en las bitácoras de terreno, las que deberán entregarse como un anexo al informe. La frecuencia es la ya señalada anteriormente con campañas semestrales durante dos años.

Muestreo y preservación de las muestras

Con la finalidad de que la recolección de información del fitoplancton tenga una robustez estadística suficiente, las muestras deberán ser recolectadas en triplicado (3 réplicas analíticas) por cada estación de muestreo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Evaluación Cualitativa: estas muestras de fitoplancton serán recolectadas según su fracción de tamaño. Para la fracción del microplancton (20 a 300 µm) se utilizará una red cónica de 20 µm de trama con una apertura de boca de 30 cm de diámetro. El lance será vertical desde las proximidades del fondo a la superficie y/u otro criterio de selección de profundidad (ej. Profundidad Secchi). Para el resto del componente fitoplanctónico, correspondiente a las fracciones del nanoplancton (2-20 µm) y picoplancton (<2 µm), se considerarán sólo muestras discretas obtenida para la evaluación cuantitativa. Para la identificación taxonómica de las fracciones del nanoplancton y picoplancton se prefiltrarán 2L el agua de mar a través de una malla de 25 µm de trama con el objetivo de remover los organismos del microplancton. Esta agua prefiltrada nuevamente se debe filtrar utilizando una malla de 0,2 µm de trama Este procedimiento se repetirá 2 veces en las estaciones escogidas para realizar análisis moleculares (ADN o ARN) para la identificación de especies potencialmente peligrosas o que pueden formar FAN. Debido a que esta técnica es de alto costo se sugiere realizar los análisis de forma acotada escogiendo algunos sitios del diseño de la grilla, como en la zona donde se ubique la captación y el emisario, en la zona de referencia y dos sitios en la zona de impacto, idealmente donde se encuentre el máximo de fluorescencia, además en el fondo de la columna de agua en la zona donde se ubiquen la captación y el emisario.
- Evaluación Cuantitativa: estas muestras serán recolectadas mediante botellas oceanográficas (ej. Tipo Niskin) a distintas profundidades y en forma discreta: Se sugiere, considerar los siguientes estratos de profundidad estándar (0 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m y 30 m). Otro criterio puede ser la penetración de la luz en la columna de agua. Este criterio puede utilizar la mitad de la profundidad del disco Secchi como “proxy” de la profundidad de máxima clorofila, asignando con esta información los estratos de muestreo.

Para el almacenamiento de las muestras recolectadas en terreno, se deberá utilizar un preservante que asegure la integridad de las muestras hasta el momento de su revisión en el laboratorio (ej. Lugol ácido al 2% y paraformaldehido basificado al 1%). Con posterioridad a la fijación de las muestras, estas deberán ser almacenadas en oscuridad y refrigeradas (4°C). Las muestras de fitoplancton deberán ser complementadas con determinaciones de clorofila a y feopigmentos en similares estratos seleccionados para la evaluación cuantitativa.

Muestreo y preservación de muestras para análisis de perifiton:

En caso del perifiton, éste será colectado siguiendo las recomendaciones de Stevenson & Rollins (2007). Con un corer se tomará un área equivalente a 1 a 2 cm^2 con 3 repeticiones. Una muestra de perifiton será fijada con paraformaldehido al 2%, la segunda será fijada con lugol 1% y una tercera muestra, sin fijador, será congelada posteriormente, etiquetando con su código de estación, cuerpo de agua de procedencia y fecha de colecta.

Posteriormente, se deben realizar todos los registros necesarios para un adecuado seguimiento de la cadena de custodia, en el transporte y recepción de la muestra en su destino final, en el laboratorio de análisis. Hasta su revisión se recomienda mantener refrigeradas las muestras ya preservadas.

Análisis laboratorio

En el laboratorio se deberán identificar los organismos fitoplanctónicos hasta el nivel de resolución taxonómica más bajo posible, idealmente a nivel de especie. Este punto es relevante para el tratamiento posterior de la información y el cálculo de los índices comunitarios y de grupos funcionales, por tanto, la identificación debe ser realizada por profesionales que acrediten su experiencia mediante publicaciones científicas o *expertise* demostrable (al menos con cursos básicos de taxonomía de fitoplancton). Para la identificación es posible utilizar diferentes técnicas, como, por ejemplo, técnica de impregnación de plata de Chatton-Lwoff, tinción con yodo (lugol), técnica de acidificación, calcofluor y epifluorescencia, entre otras (Ferrario et al. 1995; Lund et al. 1958; Bursa 1959; Biecheler & Chatton 1952; Hasle 1978; Verity & Sieracki 1993). En el caso del fitoplancton para la fracción del microplancton (20 a 300 µm) las muestras deberán ser analizadas con un microscopio invertido (con resolución 400x a 1000X) y cámaras de sedimentación, siguiendo el método de Utermöhl (Utermolh 1958; Anabalón et al. 2016). Siempre que sea posible, se deberá contar al menos 100 células de los taxones más comunes (i.e. nivel de especie en su mayor parte) en cada muestra, utilizando una cuarta parte o todos los campos de visión (~5.000) en función de la abundancia total de células en cada cámara. Para el fitoplancton entre las fracciones del nanoplancton (2-20 µm) y picoplancton (<2 µm) se deberá utilizar técnicas de microscopía de epifluorescencia de acuerdo con el método de Verity & Sieracki (1993) o citometría de flujo de acuerdo con lo descrito por Marie et al. (2000). La cuantificación en microscopio de epifluorescencia para nanoplancton y picoplancton se realizará con una resolución de 1000x. Este microscopio deberá estar equipado con una cámara digital y filtros UV (385-400 nm), azul (450-480 nm) y verde (545-565 nm). Se deberá contar al menos 100 células de los grupos más comunes en cada muestra, utilizando entre 100 a 200 campos de visión. Cabe destacar que la cuantificación de estas fracciones más pequeñas es relevante en los ecosistemas marinos ya que en el último tiempo han presentado floraciones masivas en diferentes partes del mundo y del país. Además, representan entre el 30 y 50% de la clorofila total dependiendo de la zona y época donde se realice los estudios. Para la identificación se deberá utilizar guías metodológicas de identificación válidas y actualizadas, las cuales deberán ser señaladas en las referencias de los informes, por ejemplo: Utermolh (1958); Ferrario et al (1995), Lund et al (1958), González (1982); Hermosilla (1975); Rivera (1969); Parra et al (1983); Boltovskoy (1981); Hasle & Syvertsen (1996); Round et al (1990), Tomas (1997), Ojeda (1998), Anderson et al. (2002), Lynn and Small (2002), Thompson (2004), entre otros.

El enfoque molecular tiene un alto potencial para el análisis de presencia de FANs debido a su alta eficiencia, rapidez y precisión en la detección de organismos específicos y difíciles de identificar como es el caso de cianobacterias y flagelados. Existen varios métodos moleculares, sin embargo, estos dependen en gran medida de instrumentos especializados y requieren habilidades de operación profesional, lo que restringe su aplicación en la práctica. Por ejemplo, es posible realizar ensayos de hibridación tipo sándwich (Mikulski et al. (2008), Zhen et al. (2009)), cuantificación en tiempo real mediante PCR (QRT- PCR) (Eckford-Soper & Daugbjerg (2015), Zhang et al. (2016)), y de matriz de ADN (Ki & Han (2006), Zhang et al, (2015), Nagai et al. (2017)). También están disponibles métodos de DGGE y T-RFLP como técnicas que permiten analizar las huellas dactilares de las comunidades naturales utilizando el ADN (Caron et al. (2004)) y por último, la hibridación fluorescente in situ (CARD-FISH) (Scholin et al. (1996), Chen et al. (2013a, 2013b), Zhang et al. (2018)).

Análisis del perifiton en laboratorio

En el caso del perifiton la cuantificación se realizará preferentemente utilizando microscopia invertida (objetivo de 400x a 1000x). La metodología adecuada para realizar el análisis cuantitativo del recuento de microalgas bentónicas se realiza utilizando cámaras de sedimentación para muestras muy diluidas o cámaras sedgewick-Ra fter para muestras con

mayor concentración de microalgas. Estas últimas poseen una capacidad de 1 ml de muestra para ser analizada. Para la identificación de organismos con estructuras duras como diatomeas y dinoflagelados se utilizará la metodología de Battarbee (1986), empleando peróxido de hidrógeno y ácido clorhídrico en el lavado de frústulos. Se sugiere utilizar la resina NAPHRAX que posee un índice de refracción hasta de 1,73 (Ruhland et al. (1999)) para el preparado de montajes permanentes. Se deberá utilizar guías de identificación, entre ellas: Ferrario et al. (1995), Lund et al (1958), González (1987); Rivera (1968), Riviera et al. (1982), Parra et al. (1983), Hasle & Syvertsen (1996), Round et al. (1990), Tomas (1997), Ojeda (1998), Anderson et al. (2002), Lynn and Small (2002), Thompson (2004).

Los resultados de los análisis de identificación taxonómica deberán ser presentados con los certificados correspondientes de acuerdo con los protocolos estandarizados de gestión del laboratorio.

Tratamiento de la información

La información recolectada para el fitoplancton deberá ser analizar a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como "¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen especies potencialmente generadoras de floraciones algales nocivas (FANs)?, entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y funcionales identificados para el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Los datos de abundancia deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Cel/L). De especial relevancia se requiere identificar la presencia de especies generadores de FANs (ej. Alexandrium catenella).

Se sugiere que los análisis cualitativos y cuantitativos sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

- Fitoplancton total
- Diatomeas
- Dinoflagelados

- Ciliados
- Flagelados
- Cianobacterias

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.

Permisos

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con Comunidades Fitoplanctónicas, se debe utilizar una embarcación que cuente con los permisos necesarios de la Autoridad Marítima que permita el zarpe. Además, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995. Se deberá contar además con Permisos de Embarque entregados por DIRECTEMAR para los muestreadores.

4.5.2 Zooplancton

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deberán considerar en su diseño, tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Para la asignación espacial de las estaciones de muestreo se recomienda caracterizar previamente la batimetría y topografía del área de influencia directa y seleccionar la distribución espacial de éstas en función de la modelación de la pluma de dispersión de salmuera y el área potencial de arrastre de organismos.

Para una mejor interpretación de los datos a obtener, se sugiere confeccionar una grilla o transectos de estaciones de muestreo, que consideren: 1) la zona de impacto directo, 2) la zona estimada de impacto indirecto, así como 3) la zona donde no habrá impactos (zona, zonas, estación o estaciones de referencia). Se deberán generar a lo menos tres transectas a partir de la zona de impacto directo de la captación y de la descarga. La configuración de las estaciones de muestreo deberá considerar el diseño ingenieril de las tuberías (ej. Un solo ducto o dos ductos separados, ver Anexo 9.3, Figura 3 y Figura 4 para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo (i.e. transectas) deberá ser acorde a la estimación de las zonas de influencia (directa e indirecta) y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se sugiere incluir para cada sección de tubería, a lo menos, 10 estaciones distribuidas radialmente, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación sobre la boca de la captación, una sobre la zona de difusores del emisario y las otras restantes se sugiere que formen 3 transectas paralelas y/o perpendiculares a la costa. La distancia entre estaciones para cada transecta deberá ser aproximadamente entre 20-50 m (primer radio de la transecta), 100-200 m (segundo radio de la transecta) y entre 500-1000 m (tercer radio de la transecta) a partir de las estaciones de la captación y emisario.

Paralelamente, se sugiere incluir a lo menos tres estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver en Anexo 9.3 un ejemplo de esquemas de muestreo en Figura 3 y Figura 4).

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como "áreas de referencia" (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

Para estandarizar los muestreos respecto al comportamiento biológico de los organismos, se recomienda realizar cada período de muestreo en similares períodos de ciclo mareal, hora del día y fase del ciclo lunar, incluyendo esta información en las bitácoras de terreno, las que deberán entregarse como un anexo al informe. La frecuencia es la ya señalada anteriormente con campañas semestrales durante dos años.

Muestreo y preservación de las muestras

Con la finalidad de que la recolección de información del zooplancton tenga robustez estadística suficiente, las muestras deberán ser obtenidas en triplicado (3 réplicas/lances independientes) por cada estación de muestreo. Las muestras pueden ser recolectadas mediante una red Bongo o Cónica de 60 cm de diámetro de abertura de boca y 300 µm de trama de malla. La red seleccionada deberá incorporar un flujómetro calibrado, recolectando el zooplancton mediante arrastres oblicuos, desde la superficie hasta el fondo, en un tiempo acotado y estándar (ej. 5 minutos, 1-2 nudos de velocidad) para cada estación de muestreo. La profundidad máxima que alcance la red dependerá de la batimetría de cada estación, sin embargo, se sugiere una profundidad máxima de arrastre de 5 metros por sobre el fondo. Las muestras recolectadas, deberán ser preservadas inmediatamente después de cada lance utilizando un preservante que asegure su adecuada mantención (i.e., formalina al 4% o etanol al 96%). Ante la presencia de abundantes organismos gelatinosos, se hará necesario el recambio del preservante luego de desembarcar o a más tardar al día siguiente del muestreo, además de la preservación de muestras complementarias en formalina 4% para una correcta identificación de este tipo de taxa.

Posteriormente, se deben realizar todos los registros necesarios para un adecuado seguimiento de la cadena de custodia, en el transporte y recepción de la muestra en su destino final, en el laboratorio de análisis.

Análisis laboratorio

En el laboratorio se deben identificar los organismos zooplanctónicos hasta el nivel de resolución taxonómica lo más bajo posible, idealmente a nivel de especie. Este punto es relevante para el tratamiento de la información y el cálculo de los índices comunitarios y de grupos específicos, por tanto, la identificación deberá ser realizada por profesionales que acrediten su experiencia mediante publicaciones científicas o expertise demostrable (idealmente con cursos de perfeccionamiento en taxonomía de zooplancton). Para la identificación además se deberá utilizar guías metodológicas válidas y actualizadas, las cuales

deberán ser señaladas en las referencias de los informes, por ejemplo: Orellana & Balbontín (1983); Neira et al (1998); Balbontín et al (2004); Bustos & Landaeta (2005); Uribe & Balbontín (2005), entre otros.

Los resultados de los análisis de identificación taxonómica deberán ser presentados con los certificados correspondientes de acuerdo con los protocolos estandarizados de gestión del laboratorio.

Tratamiento de la información

La información recolectada para el zooplancton deberá ser analizar a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como "¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen estadíos larvales de especies de importancia pesquera?", entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y de importancia pesquera identificados en el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Los datos de abundancia deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Ind/m3, ind/10m3, ind/100m3).

Se sugiere que los análisis sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

- Zooplancton total, meroplancton y holoplancton
- Ictioplancton (huevos y larvas)
- Decápodos (larvas zoeas y megalopas)
- Moluscos (larvas de bivalvos y gastrópodos)
- Copépodos

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.

Permisos

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con Comunidades Zooplantónicas, se debe utilizar una embarcación que cuente con los permisos necesarios de la Autoridad Marítima que permita el zarpe. Además, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995. Se deberá contar además con Permisos de Embarque entregados por DIRECTEMAR para los muestreadores.

4.5.3 Macrofauna Submareal, Fondo Blando

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deberán considerar en su diseño, tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Para la asignación espacial de las estaciones de muestreo se recomienda caracterizar previamente la batimetría y topografía del área de influencia directa y seleccionar la distribución espacial de éstas en función de la modelación de la pluma de dispersión de salmuera y el área potencial de arrastre de organismos.

Para una mejor interpretación de los datos a obtener, se sugiere confeccionar una grilla o transectos de estaciones de muestreo, que consideren: 1) la zona de impacto directo, 2) la zona estimada de impacto indirecto, así como 3) la zona donde no habrá impactos (zona, zonas, estación o estaciones de referencia). Se deberán generar a lo menos tres transectas a partir de la zona de impacto directo de la captación y de la descarga. La configuración de las estaciones de muestreo deberá considerar el diseño ingenieril de las tuberías (ej. Un solo ducto o dos ductos separados, ver Anexo 9.3, Figura 3 y Figura 4 para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo (i.e. transectas) deberá ser acorde a la estimación de las zonas de influencia (directa e indirecta) y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se sugiere incluir para cada sección de tubería, a lo menos, 10 estaciones distribuidas radialmente, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación sobre la boca de la captación, una sobre la zona de difusores del emisario y las otras restantes se sugiere que formen 3 transectas paralelas y/o perpendiculares a la costa. La distancia entre estaciones para cada transecta deberá ser aproximadamente entre 20-50 m (primer radio de la transecta), 100-200 m (segundo radio de la transecta) y entre 500-1000 m (tercer radio de la transecta) a partir de las estaciones de la captación y emisario. Paralelamente, se debe incluir a lo menos tres estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver en Anexo 9.3 un ejemplo de esquemas de muestreo en Figura 3 y Figura 4).

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como “áreas de referencia” (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros

proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

La frecuencia del muestreo de una Línea de Base deberá incluir al menos dos años en régimen no menor que semestral.

Muestreo y preservación de las muestras

Con la finalidad de que la recolección de información de la macrofauna bentónica de fondos blandos tenga robustez estadística suficiente, las muestras deberán ser obtenidas, a lo menos, en triplicado (3 réplicas/lances independientes) por cada estación de muestreo. Las muestras pueden ser recolectadas mediante una draga o alternativamente, en el caso de no poder utilizar este instrumento, algún sistema de saca testigos tipo corer. Para cada muestra de macrofauna bentónica, se deberá complementariamente registrar el potencial redox y pH del sedimento, mediante sensores electrónicos in situ. También, se deberá estimar la granulometría y el porcentaje de materia orgánica de cada estación de muestreo. Las muestras recolectadas para el análisis de la diversidad de la macrofauna, deberán ser cernidas en la embarcación o en laboratorio mediante un tamiz de 500 µm de trama. Las muestras podrán ser preservadas utilizando formalina al 4% o etanol al 96%.

Posteriormente, se deben realizar todos los registros necesarios para un adecuado seguimiento de la cadena de custodia, en el transporte y recepción de la muestra en su destino final, en el laboratorio de análisis.

Análisis de laboratorio

En el laboratorio se deben identificar los organismos de la macrofauna hasta el nivel de resolución taxonómica lo más bajo posible, idealmente a nivel de especie. También se deberá cuantificar el peso seco total de cada uno de los taxa identificados (i.e., biomasa en peso seco). Este punto es relevante para el tratamiento de la información y el cálculo de los índices comunitarios, de grupos específicos y bio-indicadores de contaminación, por tanto, la identificación deberá ser realizada por profesionales que acrediten su experiencia mediante publicaciones científicas o expertise demostrable (idealmente con cursos de perfeccionamiento en taxonomía de macrofauna). Para la identificación y análisis posteriores además se deberá utilizar guías metodológicas de identificación válidas y actualizadas, las cuales deberán ser señaladas en las referencias de los informes, por ejemplo: Hernández-Miranda et al (2020); Hernández-Miranda et al (2021a); Hernández-Miranda et al (2021b), entre otros.

Los resultados de los análisis de identificación taxonómica deberán ser presentados con los certificados correspondientes de acuerdo con los protocolos estandarizados de gestión del laboratorio.

Tratamiento de la información

La información recolectada para la macrofauna deberá ser analizada a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos

recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como "¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen especies bio-indicadoras de perturbación?", entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ)), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y funcionales identificados en el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Como información complementaria se deberá incorporar indicadores ecológicos y/o bio-indicadores de perturbación ambiental, entre ellos: Curvas ABC, índice de Warwick, índice SEP, índice AMBI, entre otros. Los datos de abundancia y biomasa deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Ind/m2, g/m2). En el caso de utilizar el peso seco estimado a partir del peso húmedo, como unidad de biomasa, se deberán señalar las metodologías de transformación de los datos y sus referencias.

Se sugiere que los análisis cualitativos y cuantitativos sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

1. Macrofauna total
2. Indicadores ecológicos y/o bio-indicadores

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.

<u>Permisos</u>

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con Comunidades de la Macrofauna Bentónica, se debe utilizar una embarcación que cuente con los permisos necesarios de la Autoridad Marítima que permita el zarpe. Además, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995. Se deberá contar además con Permisos de Embarque entregados por DIRECTEMAR para los muestreadores.

4.5.4 Macrofauna Submareal, Fondo Duro

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deberán considerar en su diseño, tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Para la asignación espacial de las estaciones de muestreo se recomienda caracterizar previamente el tipo de sustrato, batimetría y topografía del área de influencia directa y seleccionar la distribución espacial de éstas (ver Anexo 9.3, Figura 5 y Figura 6 para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo deberá ser acorde a la estimación de las zonas de influencia (directa e indirecta) y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se debe incluir como mínimo, 3 estaciones distribuidas en cada ducto a lo largo de la costa, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación por donde atravesará el ducto de la captación y/o descarga, y las otras 2 situadas una al costado derecho y otra al costado izquierdo. La distancia entre estaciones deberá ser aproximadamente entre 20-50 m a partir de las estaciones de la captación y descarga. Paralelamente, se debe incluir a lo menos dos estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver en Anexo 9.3 un ejemplo de esquemas de muestreo en Figura 5 y Figura 6).

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como “áreas de referencia” (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

En general, para la mayoría de las localidades costeras de Chile, se presentan diferencias oceanográfico-ambientales, a lo menos, entre los periodos de otoño-invierno y primavera-verano, siendo en general de carácter estacional (verano, otoño, invierno y primavera). Por tal razón, la frecuencia del muestreo de una Línea de Base deberá incluir al menos dos años en régimen no menor que semestral. Para estandarizar los muestreos respecto al comportamiento biológico de los organismos, se recomienda realizar cada período de muestreo en similares períodos de ciclo mareal, hora del día y fase del ciclo lunar, incluyendo esta información en las bitácoras de terreno, las que deberán entregarse como un anexo al informe.

Muestreo

Se debe considerar que el muestreo submareal de sustrato rocoso de ser una proyección de las estaciones intermareales de fondo rocoso hacia una profundidad máxima de 20 m en cada

una de las estaciones. No obstante, la longitud total del transecto debe ser hasta 50 m, si la profundidad y el sustrato lo permiten.

Caracterización Cualitativa

La identificación de las comunidades presentes en el sector de estudio se debe realizar mediante transectos perpendiculares a la línea de costa, en los cuales se reconocen las comunidades presentes. Cada transecto debe ser recorrido por un buzo experto, que acredite su experiencia y que permita identificar las especies presentes. El recorrido debe ser cada 10 m hasta los 50 m de longitud o hasta cuando alcance la profundidad máxima de 20 m. cada 10 m se debe registrar la profundidad del punto.

Caracterización Cuantitativa

En cada uno de los transectos, se debe realizar una evaluación cuantitativa no extractiva de las especies en base a cuadrantes de 1 m2 con 100 puntos de intersección, en los que se debe registrar la cobertura de especies sésiles y algas, así como la densidad de especie móviles presentes (% de cobertura). Se debe realizar un mínimo de 10 cuadrantes por transecto, independiente de la longitud del transecto y de la profundidad máxima. En cada punto donde se realizará la medición con cuadrante se debe registrar la profundidad. En particular, cuando existan cinturones de algas (tipo Lessonia sp u otra) se deben registrar los grampones fijos. La identificación de las especies debe ser realizada por un buzo experto, que acredite su experiencia, y sólo en el caso que no sea posible su identificación in situ se debe llevar una muestra al laboratorio para su identificación exacta.

Tratamiento de la información

La información recolectada deberá ser analizada a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como “¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen especies bio-indicadoras de perturbación?”, entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ)), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y funcionales identificados en el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Como información complementaria se deberá incorporar indicadores ecológicos y/o bio-indicadores de perturbación ambiental, entre ellos: Curvas ABC, índice de Warwick, índice

SEP, entre otros. Los datos de abundancia deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Ind/m2).

Se sugiere que los análisis cualitativos y cuantitativos sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

1. Macrofauna total
2. Indicadores ecológicos y/o bio-indicadores

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.
Permisos

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con Comunidades de la fauna Bentónica submareal de fondo rocoso, se debe utilizar una embarcación que cuente con los permisos necesarios de la Autoridad Marítima que permita el zarpe. Además, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995, en el caso que se requiera extraer organismos para su identificación. Se deberá contar además con Permisos de Embarque entregados por DIRECTEMAR para los muestreadores y finalmente con los permisos de los buzos emitidos por la Autoridad Marítima.

4.5.5 Macrofauna Intermareal, Fondo Blando

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deberán considerar en su diseño, tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Para la asignación espacial de las estaciones de muestreo se recomienda caracterizar previamente el tipo de sustrato y topografía del área de influencia directa y seleccionar la distribución espacial de éstas (ver Figura 5 y Figura 6 en Anexo 9.3 para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo deberá ser acorde a la estimación de las zonas de influencia (directa e indirecta) y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se sugiere incluir como mínimo, 3 estaciones distribuidas en cada ducto a lo largo de la costa, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación por donde atravesará el ducto de la captación y/o descarga, y las otras 2 situadas una al costado derecho y otra al costado izquierdo. La distancia entre estaciones deberá ser aproximadamente entre 20-50 m a partir de las estaciones de la captación y descarga. Paralelamente, se debe incluir a lo menos dos estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver un ejemplo de esquemas de muestreo en Figura 5 y Figura 6 de Anexo 9.3). Las zonas de referencia tampoco deben estar cercanas a las zonas de impacto de otros proyectos. Las playas en zonas de referencia deben tener similares características morfodinámicas que las de la zona de impacto. El estado morfodinámico debe ser caracterizado al menos por el índice de Dean (ej. Wright & Short, 1984; Wright et al., 1979, Masselink & Hegge, 1995, Veas et al., 2017).

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como “áreas de referencia” (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

La frecuencia del muestreo de una Línea de Base deberá incluir al menos dos años en régimen no menor que semestral. El muestreo de la fauna intermareal de fondo blando debe ser realizado durante el período de mayor bajamar diurna para el mes de estudio, incluyendo esta información en las bitácoras de terreno, las que deberán entregarse como un anexo al informe.

Muestreo

En cada estación se deben disponer mínimo 3 transectos perpendiculares a la línea de la costa desde la marca de más alta marea a la línea de marea más baja separados por una distancia de aproximadamente 2 m. A lo largo de cada transecto se deben extraer 10 muestras de arena, totalizando 30 muestras por estación, homogéneamente espaciadas cuidando de cubrir la extensión completa del transecto. Las muestras deben ser extraídas mediante el uso de un testigo tipo “core” (cilindro de PVC de aproximadamente 63 cm2 de superficie y 15 cm de profundidad).
Cada una de las muestras debe ser tamizada in situ o laboratorio empleando una abertura de 0,5 mm (500 µm).

En cada estación se deberá estimar la pendiente de la playa siguiendo el método de Emery (S) (Emery, 1961; Short, 1996), la granulometría y el contenido de materia orgánica total. Se deben tomar muestras al menos en la línea de baja marea, la mitad del transecto y en la línea de marea alta. Además, se debe registrar visualmente la presencia de algas varadas, basura, espuma de mar, actividades humanas como turismo o pesca, presencia de luminarias, estructuras artificiales, como, por ejemplo, murallas.

Análisis laboratorio

Las muestras deben ser revisadas bajo un estéreo-microscopio identificándose la fauna al mínimo nivel taxonómico posible, idealmente a nivel de especie. También se deberá cuantificar el peso seco total de cada uno de los taxa identificados (i.e., biomasa en peso seco). Este punto es relevante para el tratamiento de la información y el cálculo de los índices comunitarios, de grupos específicos y bio-indicadores de contaminación, por tanto, la identificación deberá ser realizada por profesionales que acrediten su experiencia mediante publicaciones científicas o expertise demostrable (idealmente con cursos de perfeccionamiento en taxonomía de macrofauna). Para la identificación y análisis posteriores además se deberá utilizar guías metodológicas de identificación válidas y actualizadas, las cuales deberán ser señaladas en las referencias de los informes.

Tratamiento de la información

La información recolectada para la macrofauna deberá ser analizada a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos

recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como "¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen especies bio-indicadoras de perturbación?", entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ)), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y funcionales identificados en el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Como información complementaria se deberá incorporar indicadores ecológicos y/o bio-indicadores de perturbación ambiental, entre ellos: Curvas ABC, índice de Warwick, índice SEP, índice AMBI, entre otros. Los datos de abundancia y biomasa deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Ind/m2, g/m2). En el caso de utilizar el peso seco estimado a partir del peso húmedo, como unidad de biomasa, se deberán señalar las metodologías de transformación de los datos y sus referencias.

Se sugiere que los análisis cualitativos y cuantitativos sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

1. Macrofauna total

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.

Permisos

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con intermareal de fondo blando, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995.

4.5.6 Macrofauna Intermareal, Fondo Duro

Diseño de muestreo

Las estaciones de muestreo deberán considerar en su diseño, tanto la captación del agua (inmisario o bocatoma), como la descarga de la salmuera (efluente o emisario). Para la asignación espacial de las estaciones de muestreo se recomienda caracterizar previamente

el tipo de sustrato y topografía del área de influencia directa y seleccionar la distribución espacial de éstas (ver Figura 5 y Figura 6 en Anexo 9.3 para ejemplos de configuración de las estaciones de muestreo con bocatoma y emisario por separados).

Extensión espacial

Debido a que las condiciones particulares de la zona de emplazamiento de la(s) tubería(s) estará determinada principalmente por: la dinámica de las corrientes (hidrodinámica), las características hidrográficas y ambientales, la batimetría y topografía, y el diseño del ducto, la extensión espacial del área de muestreo deberá ser acorde a la estimación de las zonas de influencia (directa e indirecta) y no influencia del proyecto. No obstante, lo anterior, se sugiere incluir como mínimo, 3 estaciones distribuidas en cada ducto a lo largo de la costa, en la medida que la configuración de la costa lo permita. Se deberá considerar una estación por donde atravesará el ducto de la captación y/o descarga, y las otras 2 situadas una al costado derecho y otra al costado izquierdo. La distancia entre estaciones deberá ser aproximadamente entre 20-50 m a partir de las estaciones de la captación y descarga. Paralelamente, se debe incluir a lo menos dos estaciones de referencia a una distancia mínima de 2 km en el caso de zonas costeras expuestas o bien dentro y fuera de zonas cerradas como bahías, golfos y otros cuerpos de agua cerrados (ver en Anexo 9.3 un ejemplo de esquemas de muestreo en Figura 5 y Figura 6). Las zonas de referencia tampoco deben estar cercanas a las zonas de impacto de otros proyectos.

En el caso que, en la zona aledaña al área del proyecto, existan Áreas Marinas Protegidas por el Estado y/o áreas sensibles para la comunidades (incluidas las de Pueblos Originarios y AMERBs), éstas pueden ser consideradas también como “áreas de referencia” (siempre y cuando no sean parte del área de influencia directa o indirecta del proyecto o de otros proyectos), la(s) que dependiendo de su distancia al área de ubicación del proyecto, deberán ser consideradas como áreas adicionales a las 2 de referencia ya establecidas.

Para la localización de las áreas y estaciones de muestreo se deberá utilizar el Sistema de Posicionamiento Global (GPS en inglés), utilizando georreceptores satelitales vinculados al datum geodésico WGS 84, con proyección de coordenadas UTM en base al Huso correspondiente a la ubicación del proyecto.

Extensión temporal – Frecuencia

La frecuencia del muestreo de una Línea de Base deberá incluir al menos dos años en régimen no menor que semestral. El muestreo de la fauna intermareal de fondo duro o rocoso debe ser realizado durante el período de mayor bajamar diurna para el mes de estudio, incluyendo esta información en las bitácoras de terreno, las que deberán entregarse como un anexo al informe. Con la finalidad de realizar un seguimiento en el mismo sector, se deberá anclar en la parte superior de cada transecto, hitos físicos y visibles.

Muestreo

En cada estación se deben disponer mínimo 3 transectos perpendiculares a la línea de la costa desde la marca de más alta marea a la línea de marea más baja separados por una distancia de aproximadamente 2 m. La zona intermareal será dividida en 3 franjas (i.e., franja intermareal alta, media y baja) si es que la configuración del sector lo permite.

Al interior de cada franja se deberán disponer al azar 3 cuadrantes de 0,5 x 0,5 m, totalizando 9 cuadrantes por transecto, 9 cuadrantes por franja y 27 cuadrantes por estación. El muestreo será del tipo no destructivo, por lo que los ensambles de especies sésiles y no sésiles de macroinvertebrados y macro-algas que conforman el bentos característicos del borde costero, deben ser realizados mediante censos visuales identificándose la fauna al mínimo nivel taxonómico posible, idealmente a nivel de especie, y sólo en el caso que no sea posible su

identificación in situ se debe llevar una muestra al laboratorio para su identificación exacta. Este punto es relevante para el tratamiento de la información y el cálculo de los índices comunitarios, de grupos específicos y bio-indicadores de contaminación, por tanto, la identificación deberá ser realizada por profesionales (idealmente 2) que acrediten su experiencia mediante publicaciones científicas o expertise demostrable (idealmente con cursos de perfeccionamiento en taxonomía de macrofauna). Para la identificación y análisis posteriores, además, se deberá utilizar guías metodológicas de identificación válidas y actualizadas, las cuales deberán ser señaladas en las referencias de los informes.
Cada cuadrante debe contar con una grilla de 100 puntos de intersección, y se debe contabilizar la totalidad de los individuos de las especies móviles presentes, mientras que para los organismos sésiles (algas y organismos incrustantes, entre otros) se medirá el porcentaje de cobertura (%). Para la evaluación del tamaño de los macroinvertebrados móviles se utilizará un pie de metro.

Se deberá caracterizar abióticamente el substrato rocoso asociado a cada transecto en términos de su: (1) geomorfología; (2) inclinación y (3) exposición al oleaje.

En la parte inferior de cada transecto, al nivel del cinturón de las macroalgas café (i.e. Lessonia berteroana / Lessonia spicata), se deberá desplegar un transecto paralelo a la línea de costa de 1 m ancho y 4 m de largo (área de 4 m2). Al interior de cada transecto paralelo se deberá determinar la abundancia y tamaño (diámetro máximo y largo total de cada uno de los especímenes de esta alga). Además, se deberá determinar la cantidad y tamaño de macroinvertebrados que característicamente habitan en dicho microambiente y tienen importancia económica y son comúnmente extraídos por mariscadores de orilla (lapas, locos, chitones y erizos, entre otros).

Tratamiento de la información

La información recolectada deberá ser analizada a través de estadística univariada y multivariada. Se deberán realizar análisis estadísticos acorde a los datos recolectados, por lo que se debe indicar claramente las etapas del análisis estadístico utilizado, entre ellos a lo menos:

- Probar la hipótesis asociada al objeto del estudio de Línea de Base y posteriores monitoreos, respondiendo preguntas como “¿existen diferencias significativas en la composición de especies y sus abundancias entre las zonas de referencia y las cercanas al área del proyecto, además de su variabilidad temporal?, ¿existe zonificación o gradientes espaciales de las estaciones?, ¿existen especies bio-indicadoras de perturbación?”, entre otras.
- Para los análisis multivariados, se sugieren pruebas estadísticas mediante PERMANOVA y para los análisis univariados, tanto PERMANOVA, como ANOVA. En ambos casos se deberá señalar el cumplimiento de supuestos estadísticos asociados. También se sugiere complementar los resultados con análisis descriptivos en graficas porcentuales, barras, etc.

Entre los análisis descriptivos y cuantitativos se deberá incorporar, a lo menos: índices ecológicos comunitarios (ej. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), Índice de equidad de Pielou (J') y dominancia Simpson (λ)), el aporte total y porcentual de los principales grupos taxonómicos y funcionales identificados en el área de estudio. Además, desde el punto de vista multivariado, se debe considerar a lo menos, los siguientes análisis cuantitativos: Análisis de conglomerados y de ordenación (ej. Análisis de componentes principales (PCA), análisis de ordenación de coordenadas principales (PCO), análisis escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y métrico (mMDS) y análisis de similitud porcentual (SIMPER), esto con el objetivo de identificar las especies y/o grupos taxonómicos/funcionales más representativos. Como información complementaria se deberá incorporar indicadores ecológicos y/o bio-

indicadores de perturbación ambiental, entre ellos: Curvas ABC, índice de Warwick, índice SEP, entre otros. Los datos de abundancia deberán señalar explícitamente la unidad de densidad que se utilizará para los análisis posteriores (ej. Ind/m2).

Se sugiere que los análisis cualitativos y cuantitativos sean realizados por separado para los siguientes grupos objetivo:

1. Macrofauna total
2. Indicadores ecológicos y/o bio-indicadores
3. Especies de importancia pesquera local

El titular deberá elaborar el informe de Línea de Base utilizando como referencia la estructura indicada en Res. Ex. (MMA) N° 223/2015.

Permisos

Para la recolección de muestras marinas relacionadas con intermareal de fondo rocoso, se debe contar con el permiso del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) para realizar actividades de investigación en la zona a muestrear de acuerdo con D.S. 711/1975, así como el permiso emitido por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) relacionado con la pesca de investigación de acuerdo con lo estipulado en el D.S. 430/1992 y D.S. 461/1995, en el caso que se requiera extraer organismos para su identificación.

4.6 Cálculo Pérdida Adulto Equivalente

La pérdida de adultos equivalente (PAE o AEL por sus siglas en inglés), corresponde a un modelo demográfico en el cual el número estimado de huevos, larvas y juveniles succionados es utilizado para estimar el número de adultos que se presumen perdidos para una población de una especie en particular.

Para la estimación de PAE se debe considerar las siguientes etapas:

- Identificación de especies susceptibles de ser afectadas por la captación (estados tempranos de peces e invertebrados que constituyan recursos hidrobiológicos de importancia local). Para esto, se recomienda utilizar información proveniente de muestreos de zooplancton ejecutados en épocas de desove de especies comerciales. Alternativamente, se podrá utilizar información bibliográfica reciente sobre la composición del plancton en la zona de estudio, con énfasis en la estimación de la presencia de estados tempranos de recursos comerciales.
- Cálculo del atrapamiento por estado (huevo, larva, juvenil), considerando las características de diseño de la captación (flujo, eficiencia y mortalidad en el sistema de captación) y datos de densidad de estados tempranos de peces e invertebrados identificados en la zona de captación. El cálculo del atrapamiento debiera considerar la variabilidad temporal de la disponibilidad de los estados tempranos en un ciclo anual.
- Revisión bibliográfica sobre parámetros de historia de vida de especies comerciales. En específico, se deben obtener estimaciones de la sobrevivencia desde huevo a larva, desde larva a juvenil y desde juvenil a adulto. Ante la inexistencia de información especie-específica, se deberá considerar especies símiles taxonómicamente cercanas.
- Determinación de las pérdidas adulto-equivalente (PAE) en atención a la variabilidad temporal de estados tempranos y a la sobrevivencia desde el estado temprano (huevo, larva

o juvenil) hasta llegar a la adultez.

Para el análisis se recomienda seleccionar 5 especies comerciales de importancia las que pueden ser escogidas dependiendo si ellas son importantes en términos comerciales, recreacionales, ecológicos, culturales, o si se trata de especies protegidas. Además, se debe considerar las especies habituales de extracción de la pesquería artesanal regional y especialmente local.

4.7 Estudio de Trazadores Químicos

Se debe determinar la capacidad de dispersión de la columna de agua en la zona de estudio mediante un trazador químico que cuente con la debida evaluación y aprobación de la Autoridad Marítima. Estará permitido el uso de Rodamina WT u otro trazador, que cumpla con las condiciones establecidas en su respectiva resolución.

Se debe incluir registros audiovisuales capturados por vehículo aéreo no tripulado y elaborar una representación gráfica georreferenciada que dé cuenta del desplazamiento del trazador químico en el cuerpo receptor identificando, al menos, lo siguiente: punto de descarga autorizado, zona de protección litoral y zona con presencia de Rodamina WT (en base a coloración).

4.8 Modelación

4.8.1 Modelación de la captación

Se debe determinar de manera numérica el área de influencia de la captación de agua para la planta desalinizadora y su capacidad de succión sobre las comunidades de plancton cercanas.

- Para ello se debe realizar un análisis general de los datos, para la obtención de forzantes y características base del cuerpo receptor.
- Análisis bibliográfico para la caracterización del comportamiento dinámico y biológico del plancton. Así como los datos de la Línea de Base del plancton desarrollado por el propio proyecto.
- Determinación del área de influencia de la captación de agua de mar mediante simulación numérica en escenarios extremos (desfavorables), considerando las principales características hidrodinámicas locales (ej: nivel del mar, temperatura, salinidad, componentes meridional y zonal de la corriente).
- Para la modelación de los efectos de la captación sobre el plancton, una vez finalizada la modelación hidrodinámica, se recomienda utilizar experimentos de lanzamiento de partículas para simular la trayectoria del plancton que es transportado por advección hacia el área de influencia de la captación. Los experimentos numéricos de plancton debieran ser realizados en las mismas condiciones de la simulación numérica de la captación y deben permitir estimar el área de influencia sobre el plancton y la proporción de partículas que es atrapada por el sistema de captación.

4.8.2 Modelación de la descarga

Se debe:

- Justificar, mediante un estudio oceanográfico, los forzantes dominantes que generan corrientes cuya magnitud e intensidad turbulenta es relevante en el proceso de mezcla.

- Informar a qué distancia y profundidad se iguala la salinidad a la del medio receptor (en distintos escenarios). Para estos efectos se debe considerar en los decimales sólo hasta la decena.
- Realizar la Modelación de la descarga, en los escenarios más desfavorables en términos oceanográficos y ambientales. Entre estos escenarios se recomienda incluir eventos extremos asociados a variabilidad climática como la ocurrencia de El Niño/La Niña, y escenarios de cambio climático para el tiempo de vida del proyecto. Para estos efectos se pueden considerar las proyecciones de los forzantes relevantes para modelar el proceso de mezcla publicados en la última Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático disponible (si existieran), publicaciones científicas actualizadas (por ejemplo: Winckler et al. 2020, Beyá et al. 2017, Albrecht & Shaffer 2009), proyecciones a partir de registros instrumentales, modelos globales o reanálisis representativos para el área de estudio del emplazamiento del proyecto, considerando un escenario pesimista como el RCP 8.5 o su equivalente, lo que debe ser debidamente justificado en el estudio.
- Realizar una simulación de una descarga continua en el tiempo, no puntual.
- Informar la tasa de decaimiento del gradiente salino en profundidad, mediante isolíneas de concentración salina que estén georreferenciadas espacialmente.
- Informar las trayectorias probables de la pluma de dispersión como consecuencia de la dinámica propia de las corrientes marinas, en otras palabras, no sólo simular la dilución inicial, sino que también, una Modelación Dinámica de la pluma salina.
- Considera la “Guía para el Modelado de la Hidrodinámica y del Proceso de Mezcla de Descargas Salinas y Térmicas”, la que se encuentra disponible en la página web www.directemar.cl

Para fines de estándares se debe considerar:

- Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
- Estándar calidad secundaria español, Real Decreto 927/1998, se considerará como aceptable un incremento no mayor al 10% de la salinidad base en el medio marino.
- http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A- 1988-20883.
- Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters (ANZECC, 1992), Australia: establece como estándar ambiental aceptable un incremento no mayor al 5% de la salinidad base en el medio marino receptor.

4.8.3 Modelación de resuspensión de suelo marino

Se deberá considerar la posible perturbación del ecosistema marino durante la etapa de construcción de las obras marítimas, en función de la dispersión que se generará por la resuspensión de suelo marino durante la etapa de construcción del proyecto.

5. CONSTRUCCIÓN

5.1. Construcción Proyecto

Indicar las obras temporales y permanentes en la zona de playa e intermareal, así como sus posibles impactos ambientales.

Considerar las siguientes exigencias:

Las obras de construcción (movimiento de tierras, apilamiento de material, instalación de equipos, entre otras), no deben intervenir la faja de servidumbre de 8 metros asignada a los pescadores artesanales.

En caso de utilizar tronaduras, éstas se deben realizar con tiros falsos con el objetivo de espantar la fauna móvil. Para ello se debe contar con los permisos sectoriales y presentar un plan de trabajo a la Autoridad Marítima Local, procurando la disposición de medidas de difusión y prevención necesarias.

Los artefactos navales o embarcaciones de apoyo (mayores a los 50 TA) que participen en la construcción deben contar con un Plan de Emergencia a Bordo de Lucha contra la Contaminación de las Aguas por Hidrocarburos, aprobado por DIRECTEMAR, de acuerdo con lo establecido en la Circular D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO A-53/002.

Detallar el método de lanzamiento del emisario e identificar las posibles implicancias ambientales de la faena.

Indicar si durante la construcción de los sistemas de aducción y descarga se realizará remoción de sedimento marino en el sector de influencia del proyecto. De ser así, se deberá describir:

- El método de remoción de material
- El volumen por remover
- La forma de disposición temporal o permanente del material removido
- El tiempo de ejecución
- Los equipos por utilizar

Se deberá incorporar durante toda la etapa de construcción de las obras marítimas, el monitoreo de los parámetros sólidos suspendidos totales (SST), oxígeno disuelto y turbidez. En el caso de que, durante la etapa de construcción de las obras marítimas, se sobrepasen los 400 mg/L de SST en el área de desarrollo de las faenas marítimas y esta excedencia se deba a la operación de las faenas, entonces éstas se deberán detener inmediatamente, hasta que este parámetro retorne a las condiciones previas. Para ello se recomienda implementar la medición de este parámetro, en 3 estaciones aledañas a las faenas y en una estación de referencia.

5.2. Medio Natural

5.2.1 Rescate y relocalización de recursos hidrobiológicos que constituyan bancos naturales

Se deberá determinar la presencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos en las zonas de trazado de los ductos de captación y descarga del proyecto, utilizando como

referencia la metodología establecida en la Res. Ex. 2353/2010, que establece la metodología para determinación de la presencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos de importancia económica en sectores de profundidades menores a 30 metros.

Ante la existencia de bancos naturales, el titular deberá proponer acciones de rescate y relocalización de los recursos hidrobiológicos que constituyan bancos.

Las actividades de rescate y relocalización deben ser ejecutadas considerando las indicaciones generales que se incluyen en Sepúlveda et al. (2010), donde se sintetizan las principales metodologías de rescate y relocalización de especies hidrobiológicas, las que de forma general incluyen las siguientes etapas.

- Delimitación de zonas de rescate y de relocalización
- Evaluación ex–ante zonas de rescate y de relocalización, incluyendo densidad del total de especies presentes y estructura de tamaños de las especies objetivo.
- Rescate y relocalización, incluyendo: recuento de individuos, pesaje y marcaje de especies a relocalizar. Se recomienda llevar una bitácora detallada del proceso de relocalización con respaldo en registros audiovisuales de todo el proceso.
- Evaluación ex–post zonas de rescate y de relocalización, incluyendo densidad del total de especies presentes y estructura de tamaños de las especies objetivo de forma inmediatamente posterior a la relocalización.
- Seguimiento: evaluaciones posteriores al rescate y relocalización, incluyendo como mínimo evaluaciones en los siguientes periodos posteriores al término de la relocalización: Mes 1, Mes 3, Mes 6, Mes 9, Mes 12, Mes 18, Mes 24, Mes 36.

Permisos

Las actividades de rescate y relocalización deben ser ejecutadas al amparo de una solicitud de Pesca de Investigación específica para el rescate y relocalización de los recursos hidrobiológicos presentes en la zona de rescate.

5.2.2 Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) Medio Marino, Etapa de Construcción

Se debe elaborar y justificar fundadamente un plan de seguimiento ambiental (en el caso de que los impactos ambientales marinos sean significativos) según lo establecido en el Art. 12, letra f de la Ley Nº19300 y conforme a lo establecido en los Art. 18, letra k y Art. 105 del Reglamento del SEIA. Para ello, se debe analizar y cruzar la información de la línea de base, las modelaciones de la captación y descarga que estiman las áreas de influencia, las caracterizaciones pesqueras, los usos del borde costero, la identificación y evaluación de los impactos ambientales en la etapa de construcción, entre otros.

La justificación fundada debe estar relacionada con cambios, respecto de la Línea de Base, en el diseño del muestreo (ubicación y número de estaciones), estratos a muestrear, frecuencia de muestreo, parámetros a analizar y tratamiento de la información, entre otros.

El PSA debe considerar como mínimo, en caso de que sea aplicable:

- Hidrografía de la columna de agua
- Composición física y química de la columna de agua
- Composición física y química del suelo marino

- Composición química de los tejidos de organismos
- Comunidades biológicas: plancton
- Comunidades biológicas: bentónicas submareales e intermareales “ad hoc” a los impactos
- Posibles efectos del cambio climático antropogénico, tanto a la hidrografía como a alteraciones de las variables ambientales de las comunidades biológicas consideradas.

Las metodologías por utilizar en el PSA deben ser acordes a las utilizadas en la Línea de Base. Sin embargo, se debe tener presente que una vez obtenida la Resolución de Calificación Ambiental favorable aplica el D.S Nº38/2013 de la Superintendencia de Medio Ambiente.

Los resultados de las mediciones, muestreo y/o análisis de cada uno de los componentes estudiados deben ser acompañados de los certificados correspondientes.

Los resultados y conclusiones deben ser respaldados por análisis estadísticos espaciales y temporales pertinentes, objeto derivar conclusiones válidas respecto del comportamiento espacial e histórico de las variables analizadas.

El PSA debe considerar una periodicidad de ejecución a lo menos trimestral, durante toda la etapa de construcción del proyecto.

6. OPERACIÓN

Se deberá efectuar una inspección submarina, posterior a la etapa de construcción y previo a la entrada de operación, con la finalidad de verificar el layout propuesto del ducto submarino y su ajuste al diseño aprobado. Se deberá efectuar una inspección submarina anual, objeto verificar la hermeticidad del emisario y que los difusores operen correctamente. Con la finalidad que dicha actividad sea fiscalizable, se solicita remitir anualmente un informe técnico a la Autoridad Marítima que acredite lo anterior, incluyendo una filmación submarina sin editar, que corresponda a todo el recorrido del emisario conforme al diseño aprobado, debiendo indicar el número y posición de las toberas (portas), lo anterior, objeto verificar el correcto funcionamiento de este. Dicho informe deberá entregarse en un plazo máximo de 30 días hábiles posterior a la inspección.

Adicionalmente, se deberá demostrar que la velocidad de succión no supere los 0,15 m/s mediante un instrumento o equipo *in situ*, que registre diaria y continuamente los flujos de aducción. Para efectos de fiscalización, deberá contar con un registro electrónico trazable de la velocidad de succión.

6.1. Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) Medio Marino

6.1.1. Programa de Monitoreo descarga (Bioensayos)

Adicional a que la descarga debe cumplir con el D.S. N°90/00, se deben incluir mediciones continuas de salinidad en la descarga, a objeto de verificar que no se exceda la concentración máxima modelada. Complementariamente, se debe proponer a la Autoridad Marítima un Programa de Bioensayos para su evaluación. Los aspectos mínimos que este programa debe incluir son:

- Incorporar a lo menos 2 especies (con distinto grado de sensibilidad) representativas del ambiente asociado al área de descarga y de referencia.
- Los ensayos deberán ser realizados inmediatamente luego de la obtención de una muestra compuesta de 24 horas del efluente de descarga de acuerdo con los protocolos de muestreo y medición del caudal (NCh 411 /Of. 96), directamente en la cámara de monitoreo.
- Los protocolos de bioensayos deberán incluir fotoperiodo estandarizados, monitoreo continuo de parámetros como oxígeno, pH, temperatura y conductividad, además del cálculo del tamaño mínimo de muestras, número de réplicas, número tratamiento, volumen experimental y densidad de organismos.
- Las respuestas toxicológicas evaluadas según los organismos seleccionados deberán ser registradas con una frecuencia de al menos 8 horas, tanto para los efectos agudos (48 – 96 hrs) y crónicos (7 días).
- Los resultados de los bioensayos agudos y crónicos deberán incorporar al menos el análisis de Modelos PROBIT, análisis de Poder estadístico y el registro de respuestas de toxicidad acumuladas. Dependiendo del tipo de bioensayo los resultados deben ser expresados en CL50, CE50, CENO (NOEC en inglés), CEOMB (LOEC en inglés).
- El programa de bioensayos se debe realizar en, a lo menos, dos periodos estacionales (Invierno / Verano), además se debe considerar, la realización de ellos en todos los periodos de limpieza y desinfección en planta.
- El informe correspondiente por entregar a la Autoridad Marítima debe relacionar los resultados de los bioensayos con la caracterización fisicoquímica obtenida del seguimiento del D.S. N°90/00, las mediciones continuas de salinidad en la descarga y/o con aquellos

obtenidos en los periodos de limpieza y desinfección de la planta.

6.1.2. Estudio de trazadores químicos

Se deberá verificar el modelo de descarga de la salmuera (propuesta metodológica “ad hoc”), en 4 oportunidades en el primer año de operación, bajo las mismas condiciones realizadas en la Línea de Base.

6.1.3. Programa de Monitoreo Columna de agua, suelo marino, comunidades, bioensayos

Se debe elaborar y justificar fundadamente un plan de seguimiento ambiental (en el caso de que los impactos ambientales marinos sean significativos) según lo establecido en el Art. 12, letra f de la Ley Nº19300 y conforme a lo establecido en los Art. 18, letra k y Art. 105 del Reglamento del SEIA. Para ello, se debe analizar y cruzar la información de la línea de base, las modelaciones de la captación y descarga que estiman las áreas de influencia, las caracterizaciones pesqueras, los usos del borde costero, la identificación y evaluación de los impactos ambientales en la etapa de operación, entre otros.

La justificación fundada debe estar relacionada con cambios, respecto de la Línea de Base, en el diseño del muestreo (ubicación y número de estaciones), estratos a muestrear, frecuencia de muestreo, parámetros a analizar y tratamiento de la información, entre otros.

El PSA debe considerar como mínimo, en caso de que sea aplicable:

- Hidrografía de la columna de agua
- Composición física y química de la columna de agua
- Composición física y química del suelo marino
- Composición química de los tejidos de organismos
- Comunidades biológicas: plancton
- Comunidades biológicas: bentónicas submareales e intermareales “ad hoc” a los impactos
- Cálculo de pérdida de adulto equivalentes
- Bioensayos (ver especificaciones más adelante)

Las metodologías por utilizar en el PSA deben ser acordes a las utilizadas en la Línea de Base. Sin embargo, se debe tener presente que una vez obtenida la resolución de calificación ambiental favorable aplica el D.S Nº38/2013 de la Superintendencia de Medio Ambiente.

Los resultados de las mediciones, muestreo y/o análisis de cada uno de los componentes estudiados deben ser acompañados de los certificados correspondientes.

Los resultados y conclusiones deben ser respaldados por análisis estadísticos espaciales y temporales pertinentes, objeto derivar conclusiones válidas respecto del comportamiento espacial e histórico de las variables analizadas.

6.1.1.1. Programa de bioensayos

Se debe proponer a la Autoridad Marítima un Programa de bioensayos de exposición aguda y crónica semi-controlada in situ mediante el trasplante controlado de organismos de cultivo o provenientes de áreas de referencia (Rodríguez-Rojas et al., 2020) para su evaluación.
Los aspectos mínimos que este programa debe incluir son:

- Considerar una grilla espacial desde el área de impacto directo de la descarga, para evaluar un gradiente de efectos toxicológicos (a nivel molecular, fisiológico e individual) en condiciones reales.
- Cada ensayo in situ deberá contar con un diseño espacio/temporal y estadístico adecuado, incluyendo el análisis de tamaño mínimo de muestras, según de número de réplicas requeridas para los análisis de efectos a realizar.
- La distribución espacial de los dispositivos de trasplante en el área de influencia directa de la descarga deberá estar determinada principalmente por el diseño del ducto del emisario, incluyendo a lo menos el área de difusores y puntos entre los 10, 25, 50 y 100 m. Además de dispositivos en estaciones de referencia (a lo menos 2) fuera del área de influencia directa de la descarga.
- Las respuestas toxicológicas evaluadas según el organismo seleccionado deberán ser registradas con una frecuencia de 4, 7 y 14 días de exposición.
- Los resultados de los bioensayos de exposición in situ, deberán incorporar al menos el análisis de poder e interpretación espacio-temporal de acuerdo con el modelo estadístico correspondiente.
- El informe correspondiente por entregar a la Autoridad Marítima debe relacionar los resultados de los bioensayos con la caracterización físico-química obtenida del PSA.

El PSA se deberá ejecutar por un periodo mínimo de 5 años, luego de los cuales y en base a antecedentes fundados, como una evaluación histórica a través de análisis estadísticos robustos, se podrá proponer a la Autoridad Ambiental, alguna modificación a él.

7. CIERRE Y ABANDONO

Para asegurar el cumplimiento al D.S. Nº9/2018, se deberá realizar una evaluación de las condiciones en que se encuentran las obras concesionadas y presentar el informe a la Autoridad Marítima con la debida antelación a que se ejecute el cierre y abandono.

Se debe considerar, si corresponde, la remoción de las estructuras ubicadas en el fondo marino.

8. REFERENCIAS

- Albrecht, F., & Shaffer, G. 2016. Regional sea-level change along the Chilean Coast in the 21st century. Journal of Coastal Research, 32(6), 1322-1332.

- Anabalón, V., Morales, C. E., González, H. E., Menschel, E., Schneider, W., Hormazabal, S., Valencia, L., Escribano, R. 2016. Micro-phytoplankton community structure in the coastal upwelling zone off Concepción (central Chile): Annualand inter-annual fluctuations in a highly dynamic environment. Progress in Oceanography, 149: 174–188.

- Anderson, O.R., Nigrini, N., Boltovskoy, D., Takahashi, K., Swanberg, N. 2002. Class Polycystinea. In: Lee, J. (Ed.), An Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd Protozoologists. Lawrence, Kansas, pp. 371–656.

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.

- A.O.A.C Official Method 969.33. 1977. Fatty Acids in Oils and Fats. Preparation of Methyl Esters Boron Trifluoride Method. International, Washington DC, 1990.

- Balbontín F., R Bernal & M. Braun. 2004. Descriptions of larvae of Merluccius australis, Macruronus magellanicus, and observations on a larva of Micromesistius australis from southern Chile. New Zealand J. Mar. Fres. Res. 38: 609-619.

- Battarbee R. 1986. diatoms analysis. Handbook of Holocene palaeoecology & palaeohydrology. John Wiley & sons, new York, usa.

- Beyá, J.; Álvarez, M.; Gallardo, A.; Hidalgo, H.; Aguirre, C.; Valdivia, J.; Parra, C.; Méndez, L.; Contreras, C.; Winckler, P.; & Molina, M. 2016. Atlas de Oleaje de Chile. Primera edición. ISBN: 978-956-368-194-9. Valparaíso, Chile, Escuela de Ingeniería Civil Oceánica, Universidad de Valparaíso.

- Biecheler, B. 1952. Recherches sur les Peridiniens. Supplement: Bulletin biologique de la France et de la Belgique, 1–149.

- Boltovskoy D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.

- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton, Vol.1-2 (Editor) Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.1705 pp

- Borja A, Franco J, Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40:1100-1114.
- Bursa, A. 1959. The genus Prorocentrum Ehrenberg. Morphodynamics, protoplasmatic structures, and taxonomy. Canadian Journal of Botany, 37: 1–31. doi.org/ 10.1139/b59-001.

- Bustos C. & M. Landaeta. 2005. Desarrollo de huevos y larvas tempranas de la merluza del sur, Merluccius australis, cultivados bajo condiciones de laboratorio. Gayana (Chile) 69: 402-408.

- Cárcamo, P.J., Hernández-Miranda, E., Veas, R., Quiñones, R. (2017). Macrofaunal community structure in Bahía Concepción (Chile) before and after the 8.8 Mw Maule mega-

earthquake and tsunami. Marine Environmental Research. 130: 233–247. doi: 10.1016/j.marenvres.2017.07.022.

- Caron, D., Countway, P. and Brown, M. (2004) The growing contri- butions of molecular biology and immunology to protistan ecology: molecular signatures as ecological tools 1. J. Euk. Microbiol., 51, 38–48.

- Castilla, J.C. 2020. Consideraciones y recomendaciones generales para el diseño de Programas de monitoreos bióticos de fondos duros del inter y submareal. En: Castilla, J.C., Fariña, J.M., & Camaño, A. (Eds), Programas de monitoreo del medio marino costero: diseños experimentales, muestreos, métodos de análisis y estadística asociada (Ediciones Universidad Católica. pp. 41-54).

- Chen, G.F., Liu, Y., Zhang, C.Y., MA, C.S., Zhang, B.Y., Wang, G.C., Xu, Z., Lu, D.D. 2013a. Development of rRNA-targeted probes for detection of Prorocentrum micans (Dinophyceae) using whole cell in situ hybridization. J. Appl. Phycol. 25, 1077– 1089.

- Chen, G.F., Zhang, C.Y., Liu, Y., Zhou, J., Wang, Y.Y., Wang, G.C., Zhang, B.Y., Xu, Z., Lu, D. D. 2013b. A rapid and sensitive method for field detection of Prorocentrum donghaiense by reverse transcription-coupled loop-mediated isothermal amplification. Harmful Algae 29, 31–39.

- Choi, J.W., Stoecker, D.K. 1989. Effects of fixation on cell volume of marine planktonic Protozoa. Applied and Environmental Microbiology, 55: 1761–1765. PMID: 16347970
- doi.org/10.1016/j.pocean.2016.10.011

- Dauvin JC, Ruellet T. 2007. Polychaete/amphipod ratio revisited. Marine Pollution Bulletin 55:215-224.

- Decreto Nº9. 2018. Sustituye reglamento sobre concesiones marítimas, fijado por decreto supremo (m) Nº 2, de 2005, del Ministerio de Defensa Nacional.

- Decreto Nº38. 2013. Aprueba reglamento de entidades técnicas de fiscalización ambiental de la superintendencia del medio ambiente.

- Decreto Nº40. 2013. Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

- Decreto Nº90. 2000. Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

- Decreto Nº430. 1992. Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura.

- Decreto Nº461. 1995. Establece requisitos que deben cumplir las solicitudes sobre pesca de investigación.

- Decreto Nº545. 2013. Modifica Decreto Nº 752 (m), de 1982, que aprueba el reglamento de buceo para buzos profesionales.

- Decreto Nº711. 1975. Aprueba reglamento de control de las investigaciones científicas y tecnológicas marinas efectuadas en la zona marítima de jurisdicción nacional.

- Decreto con Fuerza de Ley Nº292. 1953. Aprueba la ley orgánica de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.

- Díaz-Díaz, O., Rozbaczylo, N. 2021. Poliquetos bentónicos en Chile asociados a hábitats vulnerables. Días-Diaz, O & N. Rozbaczylo (Eds.), Santiago, Chile. ISBN:978-956-401-128-8.

- DIRECTEMAR. 2012. Resolución D.G.T.M. Y M.M. Ord. N° 12600/679 Vrs. Circular D.G.T.M. Y M.M. Ord. N° A-53/004, “Establece procedimientos para fijar ancho de la Zona de Protección Litoral (ZPL)”, Armada de Chile. Dirección General del Territorio Marítimo y de marina Mercante.

- DIRECTEMAR. 2015. Resolución D.G.T.M. Y M.M. Ord. N° 12600/46 Vrs. Circular D.G.T.M. Y M.M. Ord. N° A-53/002, “Dispone y establece el procedimiento para la confección y presentación de Planes de Emergencia, para combatir la contaminación ante derrames de hidrocarburos y material mínimo de respuesta, para naves que enarbolen el pabellón chileno”.

- Eckford-Soper, L.K., Daugbjerg, N., 2015. Development of a multiplex real-time qPCR assay for simultaneous enumeration of up to four marine toxic bloom-forming microalgal species. Harmful Algae 48, 37–43.

- Emery, K. O. 1961. A simple method of measuring beach profiles. Limnology and oceanography,6(1), 90-93.

- EPA method 415.3. 2012. Quantifying TOC, DOC, and SUVA, Journal American Water Works Association 104(6) https://doi.org/10.5942/jawwa.2012.104.0086.

- EPA 445,0. 1997. In Vitro Determination of Chlorophyll-a and Pheophytina in Marine and Freshwater Algae by Fluorescence. U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 3051A. 2007. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Oils,” Revision 1. U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 3052. 1996. Microwave Assisted Acid Digestion of Siliceous and Organically Based Matrices, part of Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods, U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 5021A. 2014. Volatile Organic Compounds (VOCs) in Various Sample Matrices Using Equilibrium Headspace Analysis, U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 7473. 1998. Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry, U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 8260B. 1996. Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), part of Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods, U.S. Environmental Protection Agency.

- EPA Method 8270 D. 2014. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass
- Spectrometry (GC/MS), U.S. Environmental Protection Agency.

- Ferrario M., Sar E. & S. Salas. 1995. Metodología básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomeas: 1 - 23. En: Manual de métodos ficológicos. K. Alveal, M. Ferrario, E. Oliveira & E. Sar (Eds.). Universidad de Concepción. Concepción - Chile. 863 pp.

- González, H. 1982. Contribución al conocimiento del fitoplancton de Bahía Coliumo (36º32S, 72º57'W), Concepción, Chile, en el período Otoño-Invierno de 1981. Degree Thesis. Universidad de Concepción, 119 pp.

- González, H.E., Bernal, P. & Ahumada, R. 1987. Desarrollo de dominancia local en la taxocenosis de fitoplancton de Bahía de Concepción, Chile, durante un evento de surgencia. Revista Chilena de Historia Natural 60, 19–35. HASLE, G. R. & SYVERTSEN, E. E. (1997). Marine Diatoms. In: Zdenti&ing Marine Phytoplankton (C.R.Tomas, ed.),5-386. Academic Press, SanDiego.

- Grasshoff, K., Kremling, K. & M. Ehrhardt. 1999. Methods of Seawater Analysis. WILEY Verlag– VCH, third edition.

- Hernández-Miranda, E., Estrada, R., Strange, P., Veas, R., Krautz, M.C., Quiñones R.A. (2021a) Macrofauna community patterns in a Chiloe Island channel used intensely for aquaculture: the ecological status of its benthic environment. Revista Chilena de História Natural. 94:1-19. doi: 10.1186/S40693-021-00098-Z.

- Hernández-Miranda, E., Veas, R., Krautz, M.C., Hidalgo, N., San Martín, F., Quiñones R.A. (2021b) Efecto del tamaño de tamiz en la caracterización de la macrofauna marina bentónica: Implicancias para su uso en líneas de base, caracterizaciones preliminares de sitios para la acuicultura y monitoreos ambientales en Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 56(1): 22-41. doi: https://doi.org/10.22370/rbmo.2021.56.1.2796.

- Hernández-Miranda E, Veas R, Krautz MC, Hidalgo N, San Martín F, Quiñones RA. (2021c). Bio-indicadores de contaminación marina costera y filtros de exclusión de organismos en sistemas de captación de agua de mar. En Programas de Monitoreo del Medio Marino Costero: Diseños Experimentales, Muestreos, Métodos de Análisis y Estadística Asociada. Capítulo 14 (269-288 pp). Ediciones Universidad Católica. 320 pp. ISBN digital 978-956-14-2791-4.

- Hasle, G.R. 1978. Some specific preparations: diatoms. In: Sournia, A. Phytoplankton manual (Ed.). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), pp. 136–142.

- Hasle G., & E. Syvertsen. 1997. Marine Diatoms. In: Identifying marine phytoplankton. (Eds.): C.R. Tomas. Academic Press a division of Harcourt Brace and Company, San Diego, USA, chapter 2, pp. 5-385.

- Hermosilla J.G. 1975. Contribucion al conoccimiento sistematico de los dinoflagelados y tintinidos de Antarctica. I. Plancton colectado en Diciembre, 1969. – Gayana Zoologica 34: 3-53.

- ISO 9562. 2005. Water quality - Determination of adsorbable organically bound halogens (AOX).

- Ley Nº19300. 1994. Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente.

- Lund J., Kipling C. & L. Cren, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiol., 11, 143–170.

- Lynn, D.H., Small, E.B., 2002. Phylum Ciliophora. In: Lee, J.J., Bradbury, P.C., Leedale, G.F. (Eds.), An Illustrated Guide to the Protozoa. Society of Protozoologists, Lawrence, KS, pp. 994–1022.

- Manual TeKmar-Dohrmann. CHN/O Analyzer.

- Marie, D., Partensky, F., Simon, N., Guillou, L., and Vaulot, D., 2000. Flow cytometry analysis of marine picoplankton. In: Diamond, R.A., DeMaggio, S. (Eds.), Living Colors: Protocols in Flow Cytometry and Cell sorting, pp. 421–454.

- Masselink, G., Hegge, B. 1995. Morphodynamics ofmeso- and macrotidal beaches: Examples from CentralQueensland, Australia. Marine Geology, 129, 1-23.

- Mikulski, C.M., Park, Y.T., Jones, K.L., Lee, C.K., Lim, W.A., Lee, Y., Scholin, C.A., Doucette, G.J., 2008. Development and field application of rRNA-targeted probes for the detection of Cochlodinium polykrikoides Margalef in Korean coastal waters using whole cell and sandwich hybridization formats. Harmful Algae 7, 347–359.

- Nagai, S., Urusizaki, S., Hongo, Y., Chen, H., Dzhembekova, N., 2017. An attempt to semi-quantify potentially toxic diatoms of the genus Pseudo-nitzschia in Tokyo Bay, Japan by using massively parallel sequencing technology. Plank. Benthos Res. 12, 248–258.

- Neira F., A. Miskiewicz & T. Trnski. 1998. Larvae of températe Australian fishes. Laboratory guide for larval fish identification. University of Western Australia Press, Nedlands, Australia. 474 pp.

- Ojeda, R.A., 1998. Dinoflagelados de Canarias: estudio taxonómico y ecológico. Ph.D. thesis, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, 438 pp.

- Orellana M, & F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. (Chile) 19: 1-46.

- Parra O., González M., Dellarosa V., Rivera P. & M. Orellana. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile. Vol. I, 70 pp; Vol. II, 82 pp.; Vol. III, 99 pp. Vol. V 353 pp.

- Proyecto FIPA N° 2016 – 53. 2017. Implementación de la metodología de estimación del impacto por succión de recursos hidrobiológicos para proyectos sometidos al SEIA.

- Resolución Exenta N° 223. 2015. Dicta Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales, los Informes de Seguimiento Ambiental y la Remisión de Información al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental. 9 pp.

- Resolución Exenta N° 3612. 2009. Aprueba resolución que fija las metodologías para elaborar la caracterización preliminar de sitio (CPS) y la información ambiental (INFA). 42 pp.

- Rivera, P. 1968. Sinopsis de las diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana Botanica 18: 1-112.

- Rivera, P., Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Orellana, M., 1982. Manual Taxonómico Del Fitoplancton De Aguas Continentales. IV. Bacillariophyceae. Editorial Universidad de Concepción, p. 97

- Rodriguez-Rojas F., López-Marrasa A., Celis-Plá P., Muñoz P., García-Bartolomei E., Valenzuela F., Orrego R., Carratalá A., Sánchez-Lizaso J.L. & C. Sáez. 2020. Ecophysiological and cellular stress responses in the cosmopolitan Brown macroalga

Ectocarpus as biomonitoring tools for assessing desalination brine impacts. Desalination (489). 9 pp.

- Round, F., R. Crawford & D. Mann. 1990. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, USA, 747 pp.

- Ruhland, K.; Karst, T.; Paterson, A.; Gregory-Eaves, R.; Smol, J.P.; Cumming B.F. 1999. Paleoecological Environmental Assessment and Research Laboratory Department of Biology Queen's University Standard Sediment Sample Preparation Methods for Siliceous Microfossils (Diatoms and Chrysophyte Scales and Cysts). 25 p.
- Sepúlveda, J., J. Campalans, P. Rojas & M. Campalans. 2010. Elaboración de procedimientos para el rescate de especies hidrobiológicas. Informe Final Proyecto FIP 2008-57. Universidad Católica de Valparaíso. 511 pp.

- Scholin C. A., Buck R.K., Britschgi T., Cangelosi G., Chavez F. P. 1996. Identification of Pseudo-nitzschia australis (Bacillariophyceae) using rRNA-targeted probes in whole cell and sandwich hybridization formats. Phycologia, 35:3, 190-197, DOI: 10.2216/i0031-8884-35-3-190.1

- Sherr, E.B., Sherr, B.F., Wheeler, P.A., 2005. Distribution of coccoid cyanobacteria and small eukaryotic phytoplankton in the upwelling ecosystem off Oregon coast during 2001 and 2002. Deep-Sea Resarch II 52, 317–330.

- SHOA. 1999. Método Oficial para el Cálculo de los Valores no Armónicos de la Marea. Pub. 3202. 2ª Ed.

- SHOA. 2005. Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS. Pub. 3109. 3ª Ed.

- SHOA. 2019a. Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa del Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos. Pub. 3104. 5ª Ed.

- SHOA. 2019b. Especificaciones Técnicas y Administrativas para la Ejecución de Batimetrías con Valor Hidrográfico. Pub. 3105. 5ª Ed.

- SHOA. 2019c. Especificaciones Técnicas para mediciones y análisis oceanográficos. Pub. 3201. 4ª Ed.

- Short, A. D. 1996. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. Revista Chilena de Historia Natural, 69(4): 589-604.

- Solórzano, L., Sharp, J. H. 1980. Determination of total dissolved phosphorus and particulate phosphorus in natural waters, Limnology and Oceanography, 25, https://doi.org/10.4319/lo.1980.25.4.0754.

- Standard Methods 4500-O. 2018. Oxygen Dissolved for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.091.

- Standard Methods 2550-B. 2018. Temperature for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.031.

- Standard Methods 2510-B. 2018. Conductivity for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.027.

- Standard Methods 4500-H+. 2018. pH value for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.082.

- Standard Methods 5210-BOD. 2005. Biochemical Oxygen Demand, 5-Day BOD Test, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.102.

- Standard Methods 4500-Norg B. 2018. Nitrogen Organic for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.090.

- Standard Methods 2540 C. 2018. Total Dissolved Solids Dried for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.030.

- Standard Methods 4500-SO42 C. 2018. Sulfate. Gravimetric. Method with Ignition of Residue for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.098.

- Standard Methods 2540 D. 2018. Total Suspended Solids Dried from 103 to 105 °C, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.030.

- Standard Methods 9221 D. 2018. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.192.

- Standard Methods 3114. 2018. Arsenic Atomic Absorption Spectrometry, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.192.

- Standard Methods 4500-Cl- G. 2018. Arsenic Atomic Absorption Spectrometry, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.079.

- Standard Methods 4500-H+B. 2018. pH Value in Water by Potentiometry Using Ag/Ag/Cl y sensor Pt Electrode, for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition. https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.082

- Stevenson, R.J.; Rollins, S.L.2007. Ecological Assessments with Benthic Algae. Methods in Stream Ecology. Elsevier Academic Press. pp. 785-803.

- Thompson, G.A., 2004. Tintinnid diversity trends in the southwestern Atlantic Ocean (29 to 60° S). Aquat. Microb. Ecol. 35, 93–130.

- Tomas, C., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, 858 pp.

- Uribe F. & F. Balbontin, 2005. First description of larvae of Bathylagichthys parini. Pisces, Bathylagidae) from the southeastern Pacific. Bull. Mar. Sci. 77: 201-207.

- Utermöhl, H. 1958. "Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik" Mitteilungen Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie 9: 1-38.

- Veas R, Hernández-Miranda E, Quiñones RA, Carrasco F. 2012. Spatio-temporal biodiversity of soft bottom macrofaunal assemblages in shallow coastal waters exposed to episodic hypoxic events. Marine Environmental Research. 78:1–14.

- Veas, R., Hernández-Miranda, E., Martínez, C., Lercari, D., Quiñones, R.A. 2017. Spatial-temporal changes of the morphodynamic beach state before and after the 2010 mega-earthquake and tsunami along south-central Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 51(2), 237-253.

- Verity, P., Sieracki, M.1993. Use of color image analysis and epifluorescence microscopy to measure plankton biomass. In: Kemp, P., Sherr, E., Cole, J. (Eds.), Handbook of Methods in Aquat. Microb. Ecol. Lewis Publisher, Boca Raton, pp. 327- 338.

- Villafañe, V., Reid, F. 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. In: Alveal, K., Ferrario, M.E., Oliveira, E.C., Sar, E. (Eds.), Manual de métodos ecólogicos. Universidad de Concepción, Chile, Editorial Aníbal Pinto, pp. 169–185.

- Word JQ. 1979. The infaunal trophic index. In: Annual Report 1978 Southern California Coastal Water Research Project, Los Angeles, pp. 19-41.

- Wright, L.D., Chappell, J., Thom, B.G., Bradshow, M.P., Cowell, P. 1979. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: southeastern Australia. Marine Geology, 32, 105-140

- Wright, L.D., Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. Marine Geology, 56, 93-118.

- Zhang, C.Y., Chen, G.F., Cai, P.P., Wang, Y.Y., Guo, C.L. 2015. Development and evaluation of a reverse dot blot assay for the simultaneous detection of common toxic microalgae along the Chinese coast. Harmful Algae 47, 86–96.

- Zhang, S.F., Yuan, C.J., Chen, Y., Chen, X.H., Li, D.X., Liu, J.L., 2016. Comparative transcriptomic analysis reveals novel Insights into the adaptive response of Skeletonema costatum to changing ambient phosphorus. Front Microbiol 7: 1476.

- Zhang, S.F., Zhang, Y., Lin, L., Wang, D.Z. 2018. iTRAQ-based quantitative proteomic analysis of a toxigenic dinoflagellate Alexandrium catenella and its non-toxigenic mutant exposed to a cell cycle inhibitor colchicine. Front. Microbiol. 9, 650.

- Zhen, Y., Mi, T.Z., Yu, Z.G. 2009. Detection of several harmful algal species by sandwich hybridization integrated with a nuclease protection assay. Harmful Algae 8, 651–657.

9 ANEXOS

9.1 Acrónimos, Definiciones y Conceptos

- **AA.MM.:** Autoridad Marítima
- **ACP:** Análisis de Componentes Principales (Principal Component Analysis – PCA)
- **ADCP:** Acoustic Doppler Current Profiler (Perfilador de Corriente Acústico Doppler)
- **Advección:** Es un proceso de transporte de una sustancia o de una propiedad (calor, humedad, salinidad, momentum, energía, entre otros) por efecto del flujo. En ingeniería oceánica, estos flujos pueden asociarse al viento, al oleaje o a las corrientes marinas. En algunas disciplinas (ciencias atmosféricas o ingeniería mecánica), este proceso también se denomina convección, aun cuando se diferencia porque éste se gatilla por una fuente de calor.
- **AMBI:** Azti Marine Biotic Index
- **AMERB:** Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos
- **ANOVA:** ANalysis Of Variance (análisis de varianza - ANDEVA)
- **CCME:** Canadian Council of Ministers of the Environment
- **CL50:** Concentración Letal Media (Lethal Concentration 50 – LC50)
- **CE50:** Concentración Efectiva Media (Effective Concentration 50 - EC50)
- **CENO:** Concentración de Efecto No Observado (No observed effect concentration - NOEC)
- **CEOMB:** Concentración de Efecto Observado Más Bajo (Lowest observed effect concentration - LOEC)
- **CTD-O:** Conductivity, Temperature and Depth-Oxygen
- **D.F.L:** Decreto con Fuerza de Ley
- **DIA:** Declaración de Impacto Ambiental
- **DIRECTEMAR:** Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante
- **D.S.:** Decreto Supremo
- **EIA:** Estudio Impacto Ambiental
- **Estación Control:** También denominada Estación de Referencia, se refiere a la zona donde no habrá impactos de un o varios proyectos (en general de actividades antrópicas) y que den cuenta de la variabilidad natural del sistema costero y deben contar con características similares a las estaciones regulares de muestreo, en profundidad, tipo de sedimento o sustrato, distancia de la costa, flujo predominante, entre otros.

- **ETFA:** Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental
- **FAN:** Floraciones Algales Nocivas
- **FIPA:** Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
- **GLM:** Generalized Linear Models (modelos lineales generalizados)
- **GPS:** Global Positioning System (sistema de posicionamiento global)
- **Impacto Ambiental:** La alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada
- **INN:** Instituto Nacional de Normalización
- **LBGMA:** Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente
- **LdB:** Línea de Base: la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución
- **LD:** Límite de Detección
- **LC:** Límite de Cuantificación
- **nMDS:** non-metric MultiDimensional Scaling Analysis - (análisis escalamiento multidimensional no métrico).
- **nm:** nanómetro
- **MMA:** Ministerio del Medio Ambiente
- **mMDS:** metric MultiDimensional Scaling (análisis escalamiento multidimensional métrico)
- **ORP:** Oxidation Reduction Potencial (potencial óxido reducción – Potencial REDOX)
- **PAE:** Pérdida de Adultos Equivalentes (Adult Equivalent Loss – AEL)
- **PcoA:** Principal Coordinate Analysis (análisis de ordenación de coordenadas principales)
- **PSA:** Plan de Seguimiento Ambiental
- **Res. Ex.:** Resolución Exenta
- **RSEIA:** Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- **SEIA:** Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- **SHOA:** Servicio Hidrográfico y Oceanográfico
- **SMA:** Superintendencia del Medio Ambiente
- **SST:** Sólidos Suspendidos Totales
- **SUBPESCA:** Subsecretaria de Pesca y Acuicultura
- **USEPA (EPA):** United State Environmental Protection Agency
- **UTM:** Universal Transversal de Mercator
- **µg:** microgramo

- **µm:** micrómetro
- **µL:** microlitro
- **ZPL:** Zona de Protección Litoral
- **ÁREA DE INFLUENCIA:** El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias.
- **ADAPTACIÓN:** Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos.
- **CAMBIO CLIMÁTICO:** Variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como «cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables». La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad del clima atribuible a causas naturales. Véase también detección y atribución.
- **CORRIENTE DE MAREA:** El término se aplica exclusivamente a las corrientes periódicas producidas por las mareas. Por lo demás son débiles en altamar, pero pueden adquirir cerca de la costa velocidades suficientes para arrastrar materiales del fondo removidos por las olas.
- **CORRIENTE LITORAL**: Corriente en la zona de rompientes desencadenada por el acercamiento oblicuo de olas, que discurre paralela a la línea de costa.
- **MONITOREO**: Una serie de observaciones intermitentes o regulares de largo plazo a fin de verificar el grado de cumplimiento de una norma o su grado de desviación: serie de observaciones intermitentes o regulares de largo plazo en la que se levanta información de terreno a fin de alcanzar objetivos y poner a prueba la hipótesis contenida en un PVA.

- **SUELO MARINO**: Interfase entre las rocas de la plataforma continental y el agua, constituido por material no consolidado, principalmente de origen sedimentario, formado por componentes orgánicos y minerales, donde ocurren procesos físicos, químicos y biológicos; sirve de sustrato y hábitat del bentos y contribuye con el desarrollo de la biota acuática mediante interacciones de la red trófica. *("Guía de Evaluación de Impacto Ambiental" – SEA 2015*).

9.2 Guía para la identificación de los Impactos Ambientales

9.2.1 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la construcción del ducto de captación.

	CONSTRUCCIÓN		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Captación	Construcción instalaciones costeras / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas
	Construcción instalaciones costeras/ Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales Comunidades submareales Especies que forman bancos naturales
	Perforación / Zanja / contrucción obras temporales o definitivas (i.e muelle)	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Instalación ducto	Alteración de la calidad de las aguas	Columna de agua
	Instalación ducto	Alteración de la calidad de los sedimentos	Sedimentos
	Instalación ducto	Alteración de las comunidades bentónicas submareales	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Construcción instalaciones costeras (Perforación / Zanja / obras temporales o definitivas (i.e muelle)) / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Aumento del ruido sobre recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas Peces Otros recursos suceptibles efectos
	Obras de construcción	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva
	Obras de construcción	Aumento en el tiempo de restricción en que se puede realizar pesca artesanal en las proximidades de la costa	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva

9.2.2 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la construcción del ducto de descarga.

	CONSTRUCCIÓN		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Desaladora	Construcción instalaciones costeras / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas
	Construcción instalaciones costeras/ Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales Comunidades submareales Especies que forman bancos naturales
	Perforación / Zanja / contrucción obras temporales o definitivas (i.e muelle)	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Instalación ducto	Alteración de la calidad de las aguas	Columna de agua
	Instalación ducto	Alteración de la calidad de los sedimentos	Sedimentos
	Instalación ducto	Alteración de las comunidades bentónicas submareales	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Construcción instalaciones costeras (Perforación / Zanja / obras temporales o definitivas (i.e muelle)) / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Aumento del ruido sobre recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas Peces Otros recursos suceptibles efectos
	Obras de construcción	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva
	Obras de construcción	Aumento en el tiempo de restricción en que se puede realizar pesca artesanal en las proximidades de la costa	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva

9.2.3 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la operación del ducto de captación.

	OPERACIÓN		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Captación	Operación sistema captación	Pérdida de organismos planctónicos (atrapamiento y arrastre)	Especies del meroplancton (incluye necton y bentos) Especies del Fitoplancton (incluye algas comerciales)
	Operación sistema captación	Pérdida de adultos equivalentes (atrapamiento y arrastre)	Especies del meroplancton (incluye los grupos taxonómicos de peces, crustáceos, moluscos (mitílidos y gastrópodos), equinodermos, cefalópodos, entre los principales)
	Operación sistema captación	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva

9.2.4 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante la operación del ducto de descarga.

	OPERACIÓN		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Desaladora	Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos en zona costera	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Alteración de la calidad de las aguas	Columna de agua
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Alteración de la calidad de los sedimentos	Sedimentos
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Alteración de las comunidades bentónicas submareales	Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Pérdida de organismos planctónicos	Especies del meroplancton (incluye necton y bentos) Especies del Fitoplancton (incluye algas comerciales)
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva
	Operación ducto desaladora (salmuera)	Combinación o interacción de contaminantes	Efectos sinérgicos de las plumas de dispersión existentes en el área de influencia

9.2.5 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante el cierre del ducto de captación.

	CIERRE		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Captación	Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas
	Retiro instalaciones / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales Comunidades submareales Especies que forman bancos naturales
	Construcción obras temporales costeras para el retiro ducto	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Retiro ducto	Alteración de la calidad de las aguas	Columna de agua
	Retiro ducto	Alteración de la calidad de los sedimentos	Sedimentos
	Retiro ducto	Alteración de las comunidades bentónicas submareales (comerciales y no comerciales)	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Retiro ducto	Alteración del ruidos sobre recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas Peces Otros recursos suceptibles efectos
	Retiro ducto	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva
	Obras de construcción	Aumento en el tiempo de restricción en que se puede realizar pesca artesanal en las proximidades de la costa	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva

9.2.6 Guía para identificación de impactos generales y específicos, según actividad, durante el cierre del ducto de descarga.

	CIERRE		
	Actividad	**Impactos generales**	**Impactos específicos**
Ducto Desalinizadora	Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas
	Retiro instalaciones / Funcionamiento de la maquinaria y equipos / tránsito de vehículos pesados y livianos	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales Comunidades submareales Especies que forman bancos naturales
	Construcción obras temporales costeras para el retiro ducto	Alteración de hábitat de recursos hidrobiológicos costeros	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Retiro ducto	Alteración de la calidad de las aguas	Columna de agua
	Retiro ducto	Alteración de la calidad de los sedimentos	Sedimentos
	Retiro ducto	Alteración de las comunidades bentónicas submareales (comerciales y no comerciales)	Comunidades intermareales (fondo blando y duro) Comunidades submareales (fondo blando y duro) Especies comerciales y no comerciales Especies que forman bancos naturales
	Retiro ducto	Alteración del ruidos sobre recursos hidrobiológicos costeros	Mamíferos y aves marinas Peces Otros recursos suceptibles efectos
	Retiro ducto	Alteración de hábitat de recursos capturados por la pesca artesanal	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva
	Retiro ducto	Aumento en el tiempo de restricción en que se puede realizar pesca artesanal en las proximidades de la costa	Percepción de riesgo de los pescadores sobre una potencial afectación a su actividad productiva

9.3 Diseño espacial de estaciones de muestreo

Figura 1: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, para 2 tipos de zonas de emplazamiento (zona tipo bahía y zona expuesta). Zona tipo bahía.

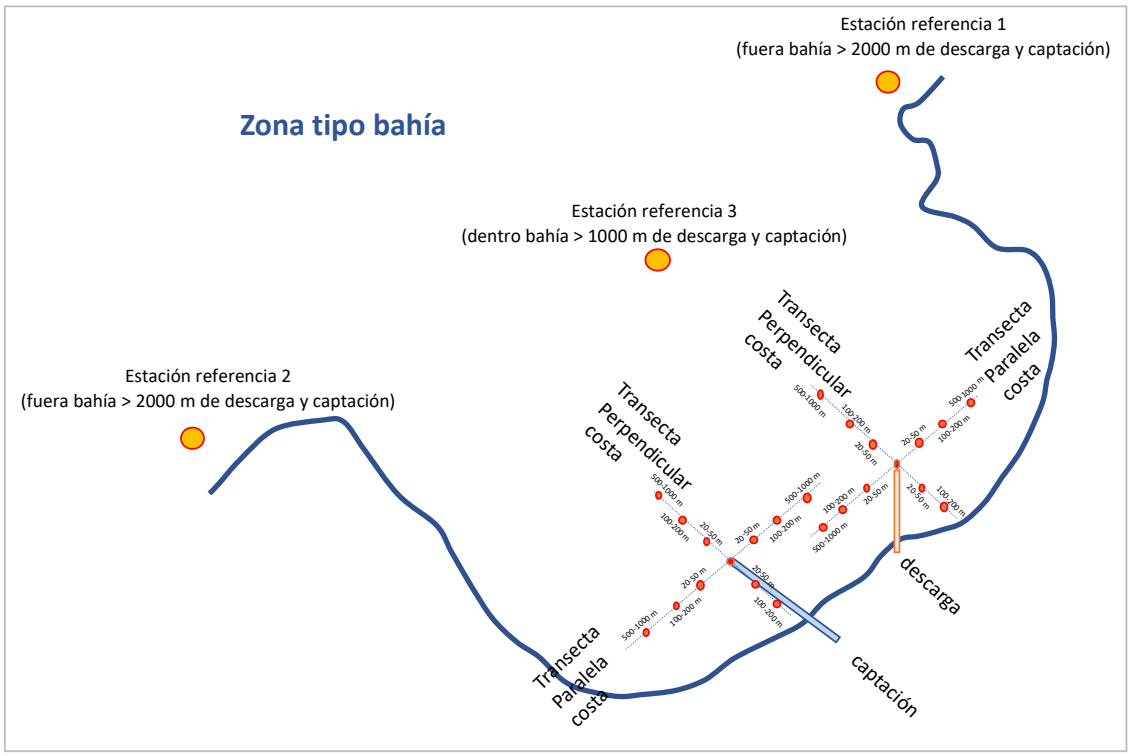

Figura 2: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, para 2 tipos de zonas de emplazamiento (zona tipo bahía y zona expuesta). Zona expuesta.

Figura 3: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades plantónicas y submareal fondo blando. Zona tipo bahía.

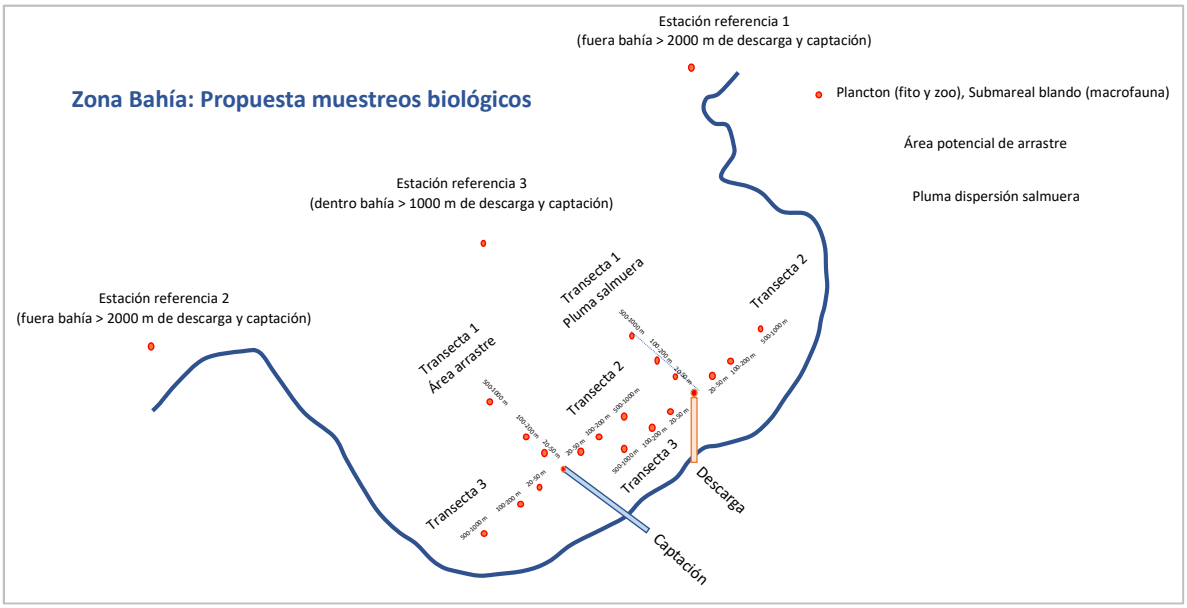

Figura 4: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades planctónicas y submareal fondo blando. Zona expuesta.

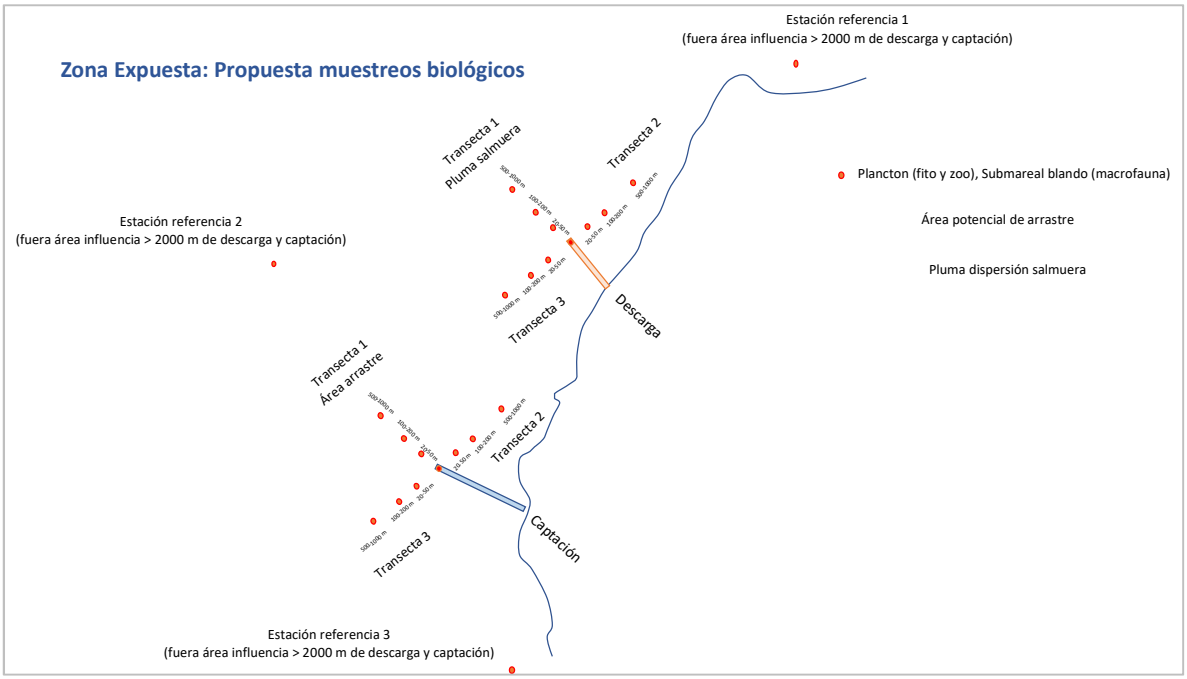

Figura 5: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades submareal fondo duro e intermareal fondo duro y blando. Zona tipo bahía.

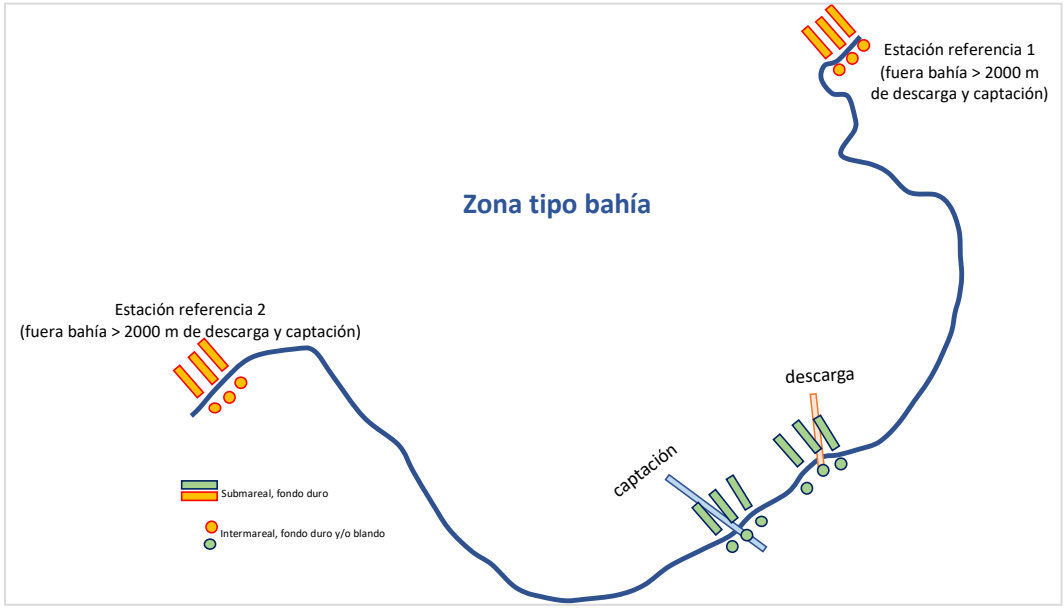
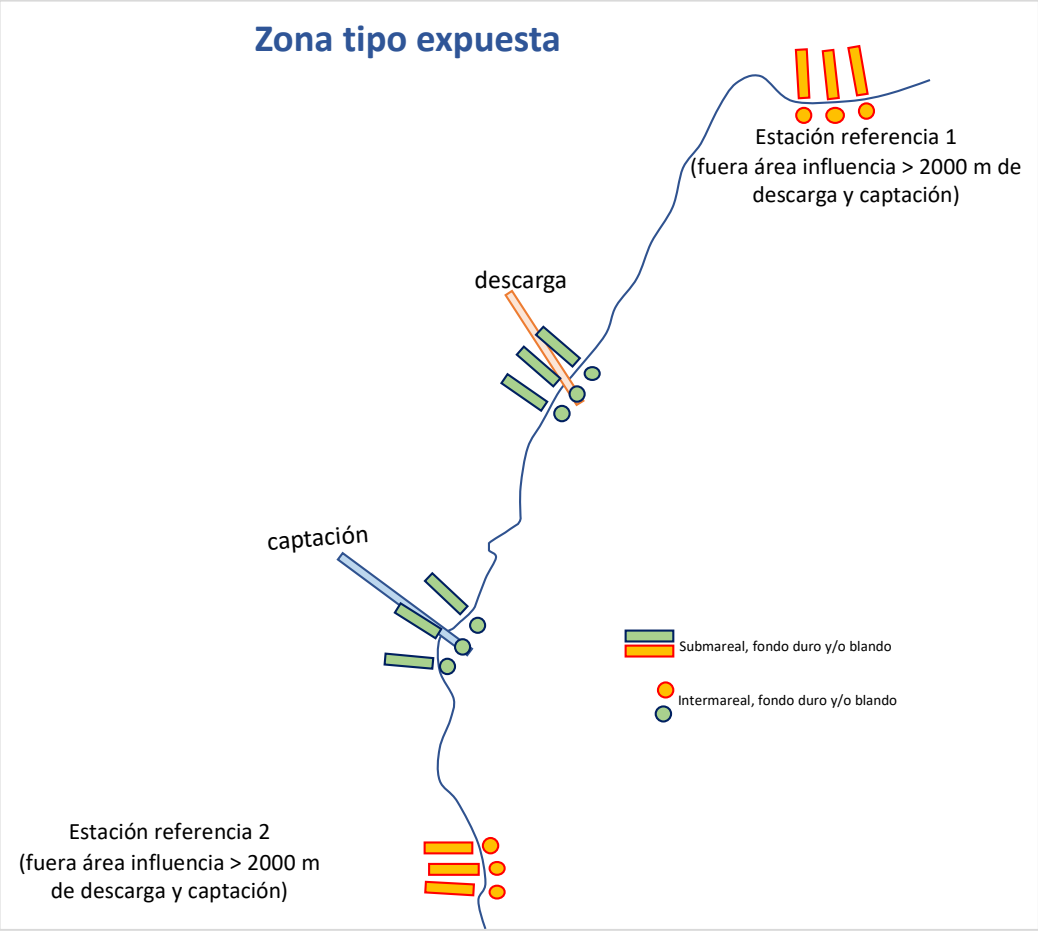
Figura 6: Esquema general de diseño espacial de estaciones de muestreo para Línea de base y Programa de Seguimiento, comunidades submareal fondo duro e intermareal fondo duro y blando. Zona expuesta.