

Directrices para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la Autoridad Marítima.

DIRINMAR
2015

I.- INTRODUCCIÓN

En respuesta a la creciente necesidad de obtención de nuevas fuentes de agua para consumo humano e industrial, en la zona norte de nuestro país se ha incrementado el número de proyectos de desalación que ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Debido a que muchos de los proyectos ya evaluados presentan información de distinto tipo y calidad, es necesario definir los requerimientos básicos que deben contener los Estudios o Declaraciones de Impacto Ambiental (EIA o DIA) en jurisdicción de la Autoridad Marítima (AA.MM.), 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.

OBJETIVO DIRECTRICES

Definir los requerimientos básicos que deben contener los EIA o DIA asociados a Plantas Desalinizadoras en jurisdicción de la AA.MM.

II.- MATERIAS REQUERIDAS

2.1.-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A.- Descripción de la Fase de Construcción.

1. Descripción de las partes, obras y acciones asociadas a esta fase, así como la descripción de las acciones y requerimientos necesarios para la materialización de las obras físicas del proyecto o actividad;
2. Indicar la cantidad y ubicación de recursos naturales renovables a extraer o explotar;
3. Indicar las emisiones del proyecto;
4. Establecer compromiso de generar perturbaciones mínimas y sólo dentro del área concesionada; Se deberá Indicar las obras de intervención en la franja costera, particularmente en la zona de playa e intermareal, indicando las obras temporales y permanentes que se construirán, así como sus posibles impactos ambientales.
5. Las obras de despeje y nivelación de terreno, que involucren la remoción, acumulación temporal y permanente de material, deben realizarse de forma tal, que dichas obras (taludes) no intervengan la faja de servidumbre de 8 metros asignada a los pescadores artesanales, ni

- alteren la morfología del borde costero fuera del área entregada en concesión;
6. Para las tronaduras, realizar tiros falsos para espantar la fauna móvil; Asimismo, deberá 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.
 7. Los artefactos navales o embarcaciones de apoyo (mayores a los 50 TA), que participen en la etapa de 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 a lo establecido en la Circular D.G.T.M. Y M.M. ORDINARIO A-53/002.
 8. Ingeniería de detalle del emisario: (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).
 9. Indicar si durante el emplazamiento de las obras marítimas 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 como se realizará esta actividad, el volumen a remover, la forma de disposición temporal o permanente del material removido, tiempo de ejecución y equipos a utilizar.
 10. Respecto al punto anterior, 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 sedimentos marinos durante etapa del proyecto. Por lo que, se deberá presentar una modelación respecto a la dispersión, dilución y trayectoria de la pluma de material particulado que se generará durante la construcción de las obras marítimas.
 11. Especificar la ingeniería de construcción (forma y tamaño) del sistema final de aducción de agua de mar. Además señalar el detalle del sistema de protección para evitar la succión de fauna marina, indicando el tamaño de organismos que será capaz de filtrar este sistema. De acuerdo a lo anterior, la Autoridad Marítima, solicita que la bocanoma final del ducto de aducción tenga forma de campana o similar, objeto reducir la velocidad de succión horizontal y así evitar al mínimo la succión de organismos marinos.

B.- Descripción de las Partes, Obras y Acciones Asociadas a Fase Operación.

1. Descripción del efluente, indicando la cantidad, composición, concentración, peligrosidad, frecuencia y duración de las emisiones. Se deberá presentar una caracterización teórica de la descarga de efluentes de la planta de osmosis inversa la que deberá ajustarse a lo establecido en la tabla 3.7 de la Norma de Emisión D. S. N° 90/00. Comenzada la puesta en operación del proyecto, se deberá realizar la caracterización real del nuevo efluente de la planta, la que deberá ser

remitida a la Superintendencia de Medio Ambiente, quién se encargará de la elaboración de las Resoluciones de Caracterización de Efluentes y de Monitoreo de Autocontrol, de acuerdo a lo establecido en la Resolución Exenta (S.M.A.) N° 117 del 06 de Febrero de 2013.

2. Forma de abatimiento de emisiones
3. Descripción de la cantidad, composición, concentración, peligrosidad, frecuencia, duración y lugar de manejo de productos químicos, residuos u otras sustancias que puedan afectar los recursos naturales renovables.
4. Incluir la ingeniería básica del emisario y sistema de tratamiento y pretratamiento, deben incluirse las pendientes, las alturas, incluyendo la capacidad hidráulica de la última cámara.
5. Se deberá complementar la información referente a la ingeniería de detalle, y coordenadas geográficas o UTM (Datum WGS-84), de la cámara de monitoreo del emisario submarino de descarga de los efluentes del proyecto. La cámara de monitoreo, que será utilizada para la realización del Programa de Monitoreo de Autocontrol Mensual, deberá cumplir con lo establecido en la Norma de Emisión D. S. N° 90 y los requisitos de la Norma Chilena NCH N° 411. De acuerdo a lo anterior, se deberá indicar como el proyecto dará cumplimiento a la normativa antes señalada.
6. Incluir Layout del proyecto que señale los sistemas de impulsión, conducción y descarga (emisario) y su ubicación respecto de la concesión marítima correspondiente.
7. La cantidad y manejo de residuos, productos químicos y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente.
8. Indicar todos los productos utilizados en el pretratamiento de agua, tales como, floculantes, coagulantes, antiincrustantes, antiespumantes u otros y su proceso de neutralización; indicar fichas de seguridad, así como señalar fundadamente, los productos intermedios de desinfección que se puedan generar;
9. Indicar el proceso de neutralización de los efluentes producto de la limpieza química de las membranas (piscina de neutralización y pH metro con registro continuo);
10. Presentar Plan de contingencia ante rotura del sistema de inyección de antifouling (cloro);
11. Indicar acciones para control de hipoclorito de Sodio en caso de detención de bombas de captación de agua (idealmente al detenerse las bombas de captación de agua de mar, se debe detener automáticamente la dosificación de hipoclorito de sodio (u otro equivalente) al interior del sistema de succión);
12. Las aguas de retrolavado de filtros y DAF deben primero pasar por proceso de decantación antes de descargarlos a la cámara de carga del emisario;
13. Indicar la concentración de cloro libre residual máxima esperable en la descarga, luego de la neutralización;

14. 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 y que corresponda a todo el recorrido del emisario hasta la sección de los difusores, debiendo entregarse en un plazo máximo de 30 días posterior a la inspección;

2.2.-Determinación y Justificación del Área de Influencia Directa del Proyecto.

Se debe incluir una descripción general de la misma (D.S. (MMA) N° 40/2013 Art. N° 18 literal d), debe incluir una descripción general de la misma.

Se define :

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.

Indicar los criterios utilizados Definir el área de influencia para cada fase del proyecto, se debe incluir a lo menos la consideración:

- a. Resultados de los Modelos de dispersión de campo lejano y campo cercano de la pluma de la descarga de salmuera, representado en una carta en escala 1:10.000.
- b. Indicar las actividades existentes dentro del área de influencia, principalmente las que utilizan el agua para consumo humano, sitios prioritarios; playas decretadas; bancos naturales; otros proyectos.
- c. El área de influencia se definirá y justificará para cada elemento afectado del medio ambiente, tomando en consideración los impactos ambientales potencialmente significativos sobre ellos, así como el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del proyecto o actividad.

2.3.-Línea de Base.

La línea de Base debe describir las condiciones bióticas y abióticas del ambiente previo a la instalación del proyecto y formara la base para el Plan de Vigilancia Ambiental futuro.

La Línea de Base caracteriza las condiciones en un área dada, identifica el impacto del punto de descarga(extensión espacial e intensidad).

Se define:

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.

La línea de Base deberá considerar la caracterización de:

a. Columna de agua

i. Calidad:

- Atributos Físico Químicos:
- hidrodinámica (patrón de circulación termohalina o circulación local del agua.
- Oxígeno Disuelto
- Temperatura
- Salinidad
- Nutrientes (P, N)
- Sólidos Suspendidos Totales
- Clorofila a
- Componentes inorgánicos disueltos en Agua (Cu, Pb, As; Cd, Hg, otros)
- Componentes orgánicos (PCBs; pesticidas, HAT, PAHs)
- Microbiológicos (CF; CFT)
- Atributos Físicos

ii. Ecosistema

- **Atributos Comunitarios Estructurales**
- Estructura trófica
- Composición específica
- Riqueza específica
- Distribución de Abundancias Relativas
- Dominancia
- Diversidad
- **Atributos Comunitarios Funcionales**
- Interacciones entre especies
- Dinámica espacial y temporal
- Flujo de materia
- Flujo de energía

b. Suelo Marino

i. Calidad

- Atributos Físico Químicos
- disposición estratigráfica de la capa superior,
- tipo de materiales (naturaleza del sustrato geológico),
- materia orgánica total,
- composición granulométrica,
- temperatura,
- pH,
- CF; CFT,
- introducción de contaminantes metálicos, inorgánicos y orgánicos,
- otros.
- dinámica sedimentaria local
- morfología del fondo,
- morfología del litoral o línea de costa,
- régimen de erosión y sedimentación.
- Otros.

ii. Ecosistema

- **Atributos Comunitarios Estructurales**
- Estructura trófica
- Composición específica
- Riqueza específica
- Distribución de Abundancias Relativas
- Dominancia
- Diversidad
- **Atributos Comunitarios Funcionales**
- Interacciones entre especies
- Dinámica espacial y temporal
- Flujo de materia
- Flujo de energía

c. Ubicación Estaciones

La Línea de Base debe contar con estaciones de referencia, entendidas como una o más estaciones elegidas para representar las condiciones ambientales en un área dada en lo posible libre de la influencia antropogénica.

Las estaciones de referencia, en lo posible deben ser representativas de condiciones, no afectadas por efluente y permitir una evaluación de las variaciones temporales naturales y ser ubicadas, en lo posible, en lugares lo más similares a las estaciones regulares de muestreo (profundidad y tipo de sedimento).

El número de estaciones de referencia y réplicas es definido en función de las consideraciones estadísticas y la precisión requerida.

Para tener validez estadística, las muestras deben tener réplicas, entendidas como series de muestras tomadas sinópticamente en la misma estación de muestreo y de la misma forma .

La estación de muestreo se entiende a una localidad precisa, donde se toman la muestras, está definida por su posición geográfica (Datum y Huso), su profundidad (relativa a la Carta Nautica, Datum y normalizada a profundidad de sonda).

La profundidad debe ser presentada al metro más cercano, relacionarse a la carta náutica y normalizada a la profundidad de reducción de sonda.

Las estaciones de muestreo deben ubicarse en función de los objetivos del monitoreo y deben a lo menos distribuirse en el área de impacto del proyecto, así como en aquellos sitios sensibles (áreas protegidas, humedales) que se encuentren cercanos.

En lo posible se utilizar grillas o transectos ubicadas en relación al punto de descarga. De acuerdo a la posible distribución de los impactos puede aplicar uso de muestreo estratificado o al azar.

La distribución de los posibles impactos puede ser establecida por la evaluación del grado de impacto en relación a la hidrografía local y topografía de fondo.

Para la evaluación faunística, se requiere al menos una réplica, dependiendo de los requerimientos estadísticos, los análisis deben ser cuantitativos. Los análisis faunísticos deben enfocarse en taxa individuales, grupos de taxa o evaluaciones en base a análisis comunitarios. La evaluación de efluentes de gran escala demanda una red de monitoreo mas extensiva y un poder estadístico mayor.

La descripción de los sedimentos debe contar con mediciones de temperatura in situ; pH; Potencial Óxido Reducción, MOT, COT y granulometría según Metodologías establecidas en Reglamento para Medio Ambiental para la Acuicultura y su resolución acompañante (RAMA D.S 320/2011).

d. Aspectos Oceanográficos:

Todos los procedimientos y análisis deben cumplir las instrucciones SHOA:

- i. Pub. SHOA N° 3201 Instrucciones Oceanográficas N° 1. "Especificaciones Técnicas para mediciones y análisis oceanográficos" 3ª edición, 2005.

- ii. Pub. SHOA N° 3202 Instrucciones Oceanográficas N°2 "Método Oficial para el Cálculo de los Valores no Armónicos de la Marea" 2ª edición, 1999.
- iii. Pub. SHOA N° 3109 Instrucciones Hidrográficas N° 9 "Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS" 3ª edición, 2005.
- iv. Pub. SHOA N° 3105 Instrucciones Hidrográficas N° 5 "Especificaciones Técnicas para la ejecución de Sondajes" 4ª edición, 2003.
- v. Pub. SHOA N° 3104 Instrucciones Hidrográficas N° 4 "Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa del Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos" 4ª edición, 2009.
- vi. Se deben realizar 2 campañas (verano e invierno), de acuerdo a Normativa SHOA;
- vii. Se deben realizar Perfiles CTDO columna de agua, incluyendo el área descarga, para posteriormente, alimentar el modelo de difusión de la pluma;
- viii. Se deben incluir Estudios de correntometría Euleriana y su correspondiente estudio de vientos (al menos 30 días de registro continuo, en al menos dos estaciones contrarias año calendario, instrumentos seteados en la misma frecuencia (ADCP y Estación meteorológica); para zonas costeras se sugiere uso de ADCP de 600 kHz; los estudios deben tener valor oceanográfico;
- ix. Se deben incluir Estudios de corrientes Lagrangianos, dos campañas de derivadores respecto al estudio de correntometría euleriana, en épocas de sicigias y cuadraturas, y en dos niveles de medición (superficial y subsuperficial);
- x. Se debe incluir estudio de Vientos y Mareas, para conocer el comportamiento del niveles alturas del mar, de modo de obtener la información necesaria para el cálculo de la correlación cruzada entre el forzante marea y las componentes ortogonales de la corriente;
- xi. Se debe incluir Deriva Litoral con corrientes litorales paralelas a la costa, el estudio debe contemplar el uso de botellas oceanográficas. Se debe calcular para que el emisario no produzca embancamiento de los difusores ni retención de sedimentos significativa que afecte a otras áreas;
- xii. Se puede incluir Patrón de Circulación a través de Bottom Track o ADCP remolcado;
- xiii. Se puede incluir Estudio de dispersión con trazadores químicos fuera de la costa en el punto de descarga (Rodamina WT) su distribución solo depende de factores físicos;
- xiv. Se debe considerar en la modelación la existencia de eventos de surgencia costera (índice de surgencia) en distintas épocas del año, se puede considerar revisión bibliográfica del área para la obtención de información de respaldo;
- xv. Se debe informar a qué distancia y profundidad se igualan la salinidad a la del medio receptor (en distintos escenarios);

- xvi. Se debe obtener Batimetría al nivel de detalle con valor hidrográfico requerido para la modelación, según Publ. SHOA N 3105;
- xvii. Determinación ZPL según Circular DGTM Y MM A-53/004;
- xviii. Entregar Resoluciones del SHOA relativas a las aprobaciones de los informes con valor hidrográfico y oceanográfico correspondientes;
- xix. Entregar archivos de entrada y salida de las modelaciones;
- xx. Utilizar las mismas metodologías, frecuencia de toma de datos, entre campañas ejecutadas en distintas épocas del año;
- xxi. Se debe realizar la Modelación de la descarga, en los escenarios más desfavorables en términos oceanográficos, ambientales y de los blancos a proteger (no hacerlo en condiciones promedio). Por ejemplo: menor velocidad de corriente en el punto de descarga y régimen caudal máximo;
- xxii. 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;
- xxiii. 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;
- xxiv. Describir desde un punto de vista físico y químico 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);
- xxv. Caracterización físico- química de la columna de agua; (T°; S‰;
- xxvi. Caracterización físico- química de los sedimentos submareal e intermareal;

e. Ecosistemas

i. Análisis Macrofauna submareal e intermareal;

- Identificación especies en categoría de conservación, especies clave, especies formadoras de hábitat (guardias de chungungos, praderas de macroalgas, otras)
- Cercanía a AMERB (relacionado con estudio de modelación de dilución y dispersión)
- Presencia de bancos naturales de recursos hidrobiológicos (según metodología Subpesca).
- Cercanías de estuarios;
- Distribución del tipo de sustrato en el área de influencia;
- Si existen en el área de influencia comunidades submareales asociadas a fondos rocosos, debe levantar dicha información en particular especies sésiles y muy en particular en presencia de macroalgas o conformaciones de parderas;

- Describir fitoplancton y zooplancton cualitativamente y cuantitativamente;
- Usos del borde costero (AMERBS, CC.AA. actuales y en trámite, Áreas históricas de pesca, otros usos industriales, tomas de agua otros usos, evaluación de otros proyectos ambientales y RCA vigentes en el área);

Es necesario se incluya un Capítulo integrador que globalice la información del estudio oceanográfico obtenida en terreno en términos de análisis de los escenarios de circulación más probables y más desfavorables ambientalmente, en relación al tipo de descarga y los componentes ambientales susceptibles de sufrir impactos;

2.4.-Evaluación de Impactos.

En las plantas de osmosis reversa la descarga de salmuera varía entre un 30 a 70% del total de agua tratada, lo que significa un 1,3 a 1,7 veces la concentración del agua de mar. Por tanto es necesario asegurar una adecuada dilución de la descarga y minimizar sus efectos adversos en el ambiente marino a través del uso de tecnología apropiada para este objetivo.

El principal impacto es resultado de la descarga al mar de salmuera concentrada y su magnitud dependerá de factores ambientales e hidrogeológicos, como batimetría, olas, corrientes, profundidad de la columna de agua. Estos factores determinan la extensión de la mezcla de la salmuera y por ende el rango geográfico del impacto.

Para evaluar el rango de impacto en el medio marino, se utilizan modelos matemáticos

En el aspecto oceanográfico se solicita que el Titular integre la información levantada en terreno (climatología, corrientes, oleaje, mareas, dispersión de contaminantes) junto con realizar una recopilación bibliográfica de la zona de estudio, con el objetivo de realizar una caracterización y determinación del patrón de circulación del sector, a objeto de tener una visión integradora de la dinámica litoral de las corrientes en la región, y su importancia frente a procesos de dispersión y transporte de sedimentos. Lo anterior, teniendo presente los escenarios más desfavorables ambientalmente, junto con las áreas de especial importancia científica o biológica.

a. Modelos Dilución y Dispersión.

Modelación Descarga de Salmuera la dilución del efluente en el medio receptor posee dos fases:

- i. Campo Cercano: gobernado por la diferencia de Temperatura y Salinidad (densidades) y la difusión

- ii. Campo Lejano: gobernado por las condiciones ambientales: corrientes marinas, vientos.

Se debe Modelar:

- Variando las condiciones ambientales (estacional);
- Utilizando distintas configuraciones de difusores: Número de difusores, distancia entre ellos, ángulo de inclinación, velocidad de descarga, con un único difusor o muchos difusores;
- Variando la composición de la salmuera;

b. Modelación Campo Cercano.

Se pueden utilizar Modelos tales como:

- CORMIX v.3.0; se enfatiza el rol de la interacción de borde sobre la mezcla de salmuera y agua de mar.
- Visual Plume;
- VISJET;
- Visual Plumes 1.0 variante UM3;

Citados modelos, trabajan bajo el supuesto que el medio receptor es ilimitado; no se recomiendan para simular chorros con inclinaciones $> 80^\circ$ e inferior a 15° .

- ✓ Primero determinar la dilución inicial en el campo cercano mediante el modelo como Visual Plumes. La evaluación del comportamiento de la pluma de dispersión de la salmuera mediante un estudio de modelación dinámica.
- ✓ Los datos de entrada del modelo, deben corresponder a los generados en las campañas de monitoreo u otros, siempre que cumplan con las indicaciones establecidas por el SHOA.

c. Modelación de Campo Lejano.

Dilución de Campo Lejano: en este proceso participan las corrientes marinas que mediante procesos de advección difusión, transportan la pluma de la descarga e inducen la dilución adicional.

Se pueden utilizar Modelos tales como:

- ✓ Modelo suite CORMIX
- ✓ Modelo MIKE 3 en su versión FM (Malla Flexible), el cual permite evaluar la evolución espacio - temporal de la pluma en función de la dinámica física del área y de las características propias que tendrá la descarga (exceso de salinidad del efluente, profundidad de descarga, caudales, etc.) se considera que este es un enfoque correcto y este modelo ha sido perfeccionado y calibrado con datos reales de descargas de salmuera por la empresa DHI que ha trabajado en investigación de desaladoras en España.
<http://www.mikebydhi.es/>

Respecto de los impactos se deberá analizar lo siguiente:

d. Impactos en la columna de agua

Calidad:

- Alteración de Atributos Físico Químicos:
- Alteración de la hidrodinámica (patrón de circulación termohalina o circulación local del agua.
- Alteración de Oxígeno
- Alteración de Temperatura
- Alteración de Salinidad
- Alteración de Nutrientes (P, N)
- Alteración de Sólidos Suspendidos Totales
- Alteración de Clorofila *a*
- Alteración de componentes inorgánicos disueltos en Agua (Cu, Pb, As; Cd, Hg, otros)
- **Alteración Carbono Orgánico Total (COT)**
- Alteración de componentes orgánicos (PCBs; pesticidas, HAT, PAHs)
- Alteración de Atributos Microbiológicos (CF; CFT)

e. Ecosistema

- Pérdida o Alteración de Atributos Comunitarios Estructurales
- Estructura trófica
- Composición específica
- Riqueza específica
- Distribución de Abundancias Relativas
- Dominancia
- Diversidad
- **Pérdida o Alteración de Atributos Comunitarios Funcionales**
- Interacciones entre especies
- Dinámica espacial y temporal
- Flujo de materia
- Flujo de energía

f. Impactos en el Suelo Marino.

Calidad

- Alteración de Atributos Físico Químicos
- Alteración de la disposición estratigráfica de la capa superior,
- Alteración del tipo de materiales (naturaleza del sustrato geológico),
- Alteración de la materia orgánica total,
- Alteración de la composición granulométrica,
- Alteración de la temperatura,
- Alteración del pH,
- Alteración de CF; CFT,

- introducción de contaminantes metálicos, inorgánicos y orgánicos, otros.
- Alteración de la dinámica sedimentaria local
- alteración de la morfología del fondo,
- alteración de la morfología del litoral o línea de costa,
- Alteración del régimen de erosión y sedimentación.
- Otros.
- Alteración de Atributos Físicos (granulometría)

g. Ecosistema.

Perdida o Alteración de Atributos Comunitarios Estructurales

- Estructura trófica
- Composición específica
- Riqueza específica
- Distribución de Abundancias Relativas
- Dominancia
- Diversidad

Pérdida o Alteración de Atributos Comunitarios Funcionales

- Interacciones entre especies
- Dinámica espacial y temporal
- Flujo de materia
- Flujo de energía

3. OTROS

3.1. Condiciones Diseño Descarga:

- a. Evitar retorno de la salmuera a lugar de descarga y al sector de la Zona de Protección Litoral
- b. Minimizar Impacto Ambiental.
- c. Considerar sinergias con otras descargas.
- d. Realizar un diseño concreto de la descarga: emisario enterrado, instalación de difusores, tubería, reja de protección de la aducción y descarga de salmuera, dilución de la salmuera.

3.2. Caracterización de la descarga de salmuera:

Además de la alta concentración de sales, las descargas de salmuera contienen varios químicos usados en el sistema de pretratamiento, los que incluyen antiincrustantes, los cuales requieren ser analizados:

- a. Hipoclorito de sodio (NaOCl) o cloro libre, usado en cloración para prevenir crecimiento biológico; Cloro libre y cloro residual.
- b. Cloruro Férrico (Fe Cl_3), usado para la floculación y remoción de materia suspendida en el agua u otro coagulante y / o promotores de coagulación ej poliacrilamida.
- c. Ácido sulfúrico (H_2SO_4) o Hidroclórico () utilizados para ajuste de pH.

- d. Hexametáfosfato de sodio y químicos similares, para prevenir la formación de incrustantes en tuberías y sobre las membranas.
- e. Bisulfito de Sodio NaHSO_3 , usado para neutralizar cualquier remanente de cloro en el aguas de alimentación
- f. Trihalometanos,
- g. Bromodiclorometano,
- h. Dibromoclorometano,
- i. Tetracloroetano, tribromometano,
- j. 1-2 dicloroetano, tricloroetano.
- k. Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Bicarbonato, Cloro, Sulfato, Sílice,
- l. Caudal, Salinidad,
- m. Debido a la corrosión pueden estar presentes Fe; Cr; Ni; Mo.
- n. Temperatura, Presión, Densidad, Oxígeno Disuelto.
- o. Caracterización según Tabla N° 3.7 del D.S. N° 90/00.

La limpieza de las membranas que eventualmente se realiza 3 o 4 veces al año, y se utilizan químicos como ácidos débiles y detergentes (ácidos cítricos, sodio, polifosfato, y EDTA (ácido etildiaminotetraacético) y soda cáustica; por tanto la solución de limpieza de las membranas debe ser neutralizada antes de ser descargada al mar

3.3. Descripción de Punto de Descarga:

- a. Coordenadas geográficas punto de vertido
- b. Vertido sumergido con emisario, donde no se vea la pluma
- c. Indicar si existe dilución en el recorrido hacia el punto de descarga y su tipo
 - Agua de mar fresca
 - Agua de mar de refrigeración
 - Agua residual depurada

3.4. Requerimientos Diseño Planta y Emisario:

- a. Diagrama de flujo de la planta desaladora en detalle, señalando donde se incorporarán los reactivos utilizados para el pretratamiento del afluente y en caso que corresponda la neutralización de los mismos;
- b. Respecto a los lodos que provendrán principalmente de la etapa de flotación (sistema DAF) y en el caso que sean enviados a través del emisario junto a la salmuera, se solicita informar la concentración de los reactivos (cloruro férrico y polímeros) utilizados en el pretratamiento de dichos lodos;
- c. Utilización de agentes dispersantes o antiincrustantes (salinas) en base a fosfonatos que son productos biodegradables que finalmente se convierten en fosfatos en el agua de mar;

- d. Productos químicos que se vayan a utilizar, deben contar con la aprobación previa de Directemar. Ver www.directemar.cl, link medio ambiente, sección “destacados” Requisitos para la aprobación de productos químicos que sean utilizados en actividades que se desarrollen en jurisdicción de la Autoridad Marítima;
- e. Entregar hojas de seguridad de todos los reactivos y productos químicos;
- f. Almacenamiento de reactivos químicos, fuera del área de inundación por tsunami o susceptible de derrumbes o remociones;
- g. Los difusores en su sistema de descarga, deben producir velocidades a partir de las cuales se pueda generar una corriente de chorro con suficiente energía cinética que favorezca una rápida mezcla y por consiguiente la dilución del efluente. Se sugieren toberas-difusores en ángulo hacia arriba (30-60°);
- h. En caso que la planta considere un bypass, es decir que el agua succionada que es clorada (u otro aditivo) en el cajón de succión (inyección intermitente) bajo ciertas condiciones operacionales no pase por la planta desaladora, que se conecte directamente al estanque de carga del emisario, debe considerar sistemas de neutralización de dichos reactivos, antes de ser descargados al mar;
- i. Norma de Emisión D.S. N° 90/00, no obstante no regula la salinidad del efluente, una alta concentración puede tener efectos negativos significativos en especies marinas en el área de influencia, en especial en organismos sésiles y especies claves. De esta manera tener en cuenta que no basta cumplir dicha norma para autorizar la descarga de una Planta Desaladora. Dependerá del ecosistema circundante, la circulación hidrodinámica del cuerpo receptor y el correcto diseño del emisario (dilución, profundidad, etc) entre muchos otros factores que se conjuguen;

3.5. Requerimientos de succión/aducción:

- a. Diseño con Velocidad de succión menor a 0.15 m/s (Recomendaciones EPA <http://water.epa.gov/lawsregs/lawsguidance/cwa/316b/upload/Final-316b-Biological-Opinion-and-Appendices-May-19-2014.pdf>), demostrable y/o menor a corrientes del lugar;
- b. Monitoreo diario de velocidad de succión con registro electrónico, trazable.
- c. Entrada a cajón de succión, con rejillas para evitar la entrada de fauna de interés a proteger o susceptible de ser afectada;
- d. Uso mejores tecnologías disponibles e implementación de sistema de buenas prácticas.

4. ANÁLISIS A LA NORMA DE EMISIÓN

Regirse por los procedimientos establecidos por la Superintendencia de Medio Ambiente (S.M.A.), conforme lo establecido en la Res.Ex. (MMA) N° 117/2013, modificada por Res. Ex. (MMA) N° 93/2014.: esto quiere decir que tanto la caracterización de efluentes y posterior resolución de monitoreo de autocontrol, están a cargo de la SMA y no de la Autoridad Marítima.

La SMA, establecerá el programa de autocontrol, es decir, ella podrá determinar que parámetros serán monitoreados.

5. ANÁLISIS CON CRITERIOS Y NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL.

En atención a la carencia de criterios y Normas Secundaria de calidad se lista a continuación algunas opciones en concordancia con el Art. N°11 D.S.(MMA) N°40/2013 Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental.

- a. 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.
- b. Australian Water Quality **Guidelines** For Fresh And Marine Waters (1992) de la Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. Esta norma, establece como estándar ambiental aceptable un incremento **no mayor al 5% de la salinidad base en el medio marino receptor**.
- c. España para garantizar la no afección a la *Posidonia oceanica* (fanerógama marina endémica del Mar Mediterráneo, protegida a nivel europeo). Dicho criterio establece que la concentración de salmuera en la zona donde exista esta especie, no deberá superar los 38.5 psu.
- d. USEPA (1986) recomienda que con el objetivo de proteger los hábitat naturales, la variación de salinidad a partir de su nivel base no debe exceder 4 psu en áreas permanentemente ocupadas por plantas con aptitud para consumo como alimento o formadoras de hábitat, cuando la salinidad natural se ubique en el rango 13,5 y 35 ppt (psu)

6. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.

Se debe plantear como continuación y seguimiento de la Línea de Base Ambiental.

Considerar para las etapas:

6.1. Construcción:

Al menos periodicidad trimestral

Además, los parámetros Hidrocarburos totales para columna de agua y sedimentos, e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Volátiles y Fijos para agua (por el uso de barcas, artefactos navales y generadores en base a combustibles)

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 del parámetro SST en el área de desarrollo de las faenas marítimas, 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 control.

6.2. Operación:

Al menos periodicidad semestral

- i. Comprobación modelación de la descarga (propuesta metodológica ad hoc), en 4 oportunidades en el primer año de operación.
- ii. Parámetros Columna de agua y sedimentos
- iii. Los informes deben ser realizados por laboratorios acreditados para cada uno de los análisis, acompañados de los certificados correspondientes.
- iv. 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.
- v. Estaciones referenciales alejadas de área influencia directa.
- vi. Vigilancia de la biota de fondos rocosos en caso que existan, plancton
- vii. Bioensayos toxicidad crónica y aguda (*realizarlos con las aguas de descarga del mismo proyecto. Se solicita entregar en forma sectorial a la Autoridad Marítima, la propuesta metodológica de los bioensayos antes de la etapa de operación y ejecutar la primera campaña (de un total de 4), en un plazo máximo de 30 días de iniciada la operación, remitiendo los resultados en un plazo máximo de 30 días de ejecutados los bioensayos. Considerar bioensayos con la aguas de la descarga cuando se realizan procesos de limpieza y desinfección*)

7. PLAN DE CUMPLIMIENTO DE LA LEGISLACIÓN.

Considerar:

- a. Vigencia de CC.MM. para dicho uso. Señalizar mediante boyerín el extremo del emisario. Al fin de la vida útil del proyecto, debe retirar las estructuras submarinas tal como lo señala dicho reglamento.
- b. Cumplimiento D.S. N°90/00. Determinación ZPL y concentraciones máximas (todas tabla 5). Si el caudal a descargar es mayor a 300 m³/día, se debe utilizar una cámara de medición y caudalímetro con registro diario, de acuerdo a lo establecido en el numeral 6.2.3
- c. Si se considera la neutralización de algunas fuentes de la descarga, y se requerirá medición continua con pHmetro y registrador, de acuerdo al punto 6.3.1 de la norma de emisión.
- d. Evaluación PAS 73 ó 115 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- e. Permiso SHOA Actividades de Investigación Pub. SHOA N° 3201 Instrucciones Oceanográficas N° 1. "Especificaciones Técnicas para mediciones y análisis oceanográficos" 3ª edición, 2005.
- f. Pub. SHOA N° 3202 Instrucciones Oceanográficas N°2 "Método Oficial para el Cálculo de los Valores no Armónicos de la Marea" 2ª edición, 1999.
- g. Pub. SHOA N° 3109 Instrucciones Hidrográficas N° 9 "Especificaciones Técnicas para el Empleo y Aplicación de Tecnología GPS" 3ª edición, 2005.
- h. Pub. SHOA N° 3105 Instrucciones Hidrográficas N° 5 "Especificaciones Técnicas para la Ejecución de Sondajes" 4ª edición, 2003.
- i. Pub. SHOA N° 3104 Instrucciones Hidrográficas N° 4 "Instrucciones para la Determinación de la Playa y Terreno de Playa en la Costa del Litoral y en la Ribera de Lagos y Ríos" 4ª edición, 2009.

8. Referencias

- ISO 16665 International Standard Water –quality-Guidelines for quantitative sampling and simple processing of marine soft-bottom macrofauna. 2005.