Regulaciones o directrices de mitigación de la salmuera generada en proceso de desalinización

Casos de Chile, España y Australia

Autores

Eduardo Baeza G.
Email: ebaeza@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3902

Comisión

Elaborado para la Comisión de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado (Boletín N° 11608-09)

Nº SUP: 141.922

Resumen

Entre los impactos ambientales provocados por las plantas desalinizadoras, destacan aquellos asociados al vertido de salmueras, los que se agrupan en físico-químicos (aumentos de salinidad y temperatura) y los que afectan la biota marina.

En Chile, no existe aún una legislación específica en materia de desalinización, pero los temas ambientales, en particular la evaluación ambiental de este tipo de proyectos, se rigen alternativamente por normativas ligadas a actividades mineras e hídricas, ofreciendo opciones para el avance de estas iniciativas.

En España y Australia, existen regulaciones que abordan actividades o proyectos a realizarse en las zonas costeras y medio marino, que incluyen la desalinización, tanto a nivel administrativo como ambiental. Las primeras se centran en el ordenamiento del territorio y protección de las zonas costeras y del medio marino. Las segundas, se enfocan en los impactos ambientales de este tipo de proyectos, en particular establecen regulaciones y autorizaciones para el vertido de salmueras.

Finalmente, además de la rápida dilución del vertido, surgen nuevas tendencias en la gestión y tratamiento de la salmuera, tales como el desarrollo del *Brine Mining* (minería de la salmuera), para recuperar sales y minerales de importancia económica, y la producción de energía mediante un gradiente de salinidad, entre otros.

I. Introducción

El presente informe se enfoca en las regulaciones o directrices en materia de la salmuera generada durante el proceso de desalinización. Se presentan los casos de Chile, España y Australia. Adicionalmente, se mencionan algunas de las alternativas tecnológicas asociadas a la salmuera.

Para la elaboración de este trabajo se recurrió a informes elaborados por la Biblioteca del Congreso Nacional, además de diversas publicaciones internacionales sobre la materia.

Traducciones del autor.

II. Impactos ambientales de la desalación y su mitigación

Entre los impactos ambientales provocados por las plantas desalinizadoras, destacan aquellos asociados al vertido de salmueras. Respecto sus efectos, un trabajo elaborado por la Biblioteca del Congreso Nacional (2017)[1] señala los impactos ambientales de la salmuera, agrupados en físico-químicos (salinidad y temperatura) y los que afectan la biota marina (Tabla 1).

De acuerdo a lo señalado por Voutchkov y Kaiser (2019)[2], las plantas desalinizadoras actuales pueden contar con sistemas integrales para predecir, monitorear y prevenir impactos potenciales en los ecosistemas en las cercanías de descargas de dichas plantas durante todas las fases del desarrollo e implementación del proyecto, desde la planificación hasta el diseño, construcción y operación.

Tabla 1. Principales impactos ambientales provocados por la salmuera y su mitigación

Impacto Ambiental	Estrategias de Mitigación
Pluma salina, que puede percibirse a metros y hasta cientos de kilómetros en casos extremos alrededor de la descarga, afectando la biota marina. El grado de este impacto depende de la capacidad y tecnología de la planta, diseño de los difusores al final de los emisarios de descarga y la hidrología del ecosistema. A nivel mundial, de acuerdo a un estudio del año 2019, se estimaba que las plantas desaladoras generaban 141,5 millones de m^3 de salmuera por día, lo que representa un 50% más de lo que se creía[3].	Estudiar y simular previo a instalación de planta, además del monitoreo durante la operación, tanto las condiciones oceanográficas del lugar (profundidad, temperatura, recarga natural de agua, entre otras) como la calidad, cantidad y frecuencia del vertido. También, es importante diluir el vertido con agua de mar, aumentando la velocidad de la mezcla de salmuera con el mar antes de que alcance a ecosistemas sensibles[4]. No obstante, en la mayoría de los casos la intensidad de la pluma salina disminuye rápidamente dentro de los 20 primeros metros de la descarga.
Elevación de la temperatura de las aguas en los ecosistemas receptores producto de las salmueras vertidas, lo que variará significativamente según el tipo de tecnología utilizada para desalar el agua de mar, especialmente con la destilación.	En la mayoría de los casos, el incremento de temperatura que aporta la salmuera al medio ambiente se disipa rápidamente, dependiendo fuertemente de las características oceanográficas del entorno. Se recomienda evitar las bahías pequeñas, cerradas y poco profundas, que demoran más tiempo en disipar la mayor temperatura de la salmuera.

[1] Biblioteca del Congreso Nacional (2017).
[2] *Voutchkov, N. and Kaiser*, G. (2019).
[3] *Jones, E.; Qadir, M. et al* (2019).
[4] BBC (2017).

Impacto Ambiental	Estrategias de Mitigación

Fuente: Elaboración propia, basado en trabajos de la Biblioteca del Congreso Nacional[5] [6] y otras fuentes citadas en texto.

III. Regulaciones en materia de desalación de agua de mar

En general, las regulaciones en materia de desalinización abordan aspectos administrativos y ambientales, en las cuales se trata el tema de salmuera. A continuación se muestra la Tabla 2, que resume los principales marcos regulatorios o directrices de Chile, España y Australia que tratan lo relativo a la salmuera.

Tabla 2. Regulaciones o directrices de Chile, España y Australia que abordan el tema de la salmuera

País	Materias Administrativas	Materias Ambientales
Chile	En el país no existe aún una normativa específica para plantas desalinizadoras. Sin embargo, está en trámite un proyecto de ley sobre la materia, en cual se definen temas administrativos relevantes como las concesiones necesarias para implementar este tipo de iniciativas, las consideraciones para cada una de sus etapas, el desarrollo de una Estrategia Nacional de Desalinización, entre otros temas (Boletín N° 11608-09)[7].	Actualmente en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) no existen filtros específicos para la evaluación de plantas desaladoras, pero se tratan como ciertas iniciativas ligadas directamente a actividades mineras e hídricas, ofreciendo un panorama alternativo para el avance de estos proyectos[8]. En relación con las descargas de salmuera de dichas plantas a través de ductos o emisarios submarinos, éstas se rigen por las normas de emisión contenidas en las tablas N° 4 y N° 5 del Decreto 909 (DS 90), que establece la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales y que, en particular, regulan las descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro o fuera de la zona de protección del litoral, según corresponda[10] [11]. No obstante, en las tablas referidas destaca la ausencia de "cloruros" dentro de la lista de

[5] Op. Cit. Biblioteca del Congreso Nacional (2017).
[6] Biblioteca del Congreso Nacional (2017).
[7] Boletín N° 11608-09.
[8] País Circular (2024).
[9] Decreto 90.
[10] Aladyr (2023).
[11] SEA (2023).

País	Materias Administrativas	Materias Ambientales
		contaminantes, lo que debería ser evaluado[12].
España	A nivel general, la Ley de Costas de 1988[13] se encarga de establecer la solución técnica de ordenación del territorio para gobernar las actividades que se desarrollan sobre el espacio que bañan las aguas marinas. Se regula el espacio marítimo-terrestre (zona marítimo-terrestre y las playas) con la finalidad de establecer la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre. La Ley de Protección del Medio Marino[14], como correlato de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, establece el deber de asegurar el uso sostenible de los recursos del medio marino que tenga en consideración el interés general. Destacan objetivos como: prevenir y reducir los vertidos al medio marino; evitar impactos o riesgos graves para la biodiversidad y ecosistemas marinos, la salud humana, entre otros; y garantizar que las actividades y usos en el medio marino sean compatibles con la preservación de su biodiversidad.	Las autorizaciones de carácter ambiental a nivel Estatal están contenidas en la Ley 21/2013 de evaluación ambiental[15], la que dispone que las instalaciones de desalación de agua con un volumen nuevo o adicional superior a 3.000 m^3 / día deberán someterse a la evaluación ambiental simplificada (similar a nuestra Declaración de Impacto Ambiental, DIA). En caso de determinarse que el proyecto tendrá efectos significativos sobre el medio ambiente, este deberá someterse a una Evaluación de Impacto Ambiental. Adicionalmente, para efectuar vertidos de salmuera al mar se requiere contar con una autorización de vertidos (Sección 2, artículos 56 – 62 de la Ley de Costas 1988), donde se definen las condiciones a incluir en las autorizaciones de vertidos, tales como plazos, tratamientos necesarios, volumen vertido, evaluación de los efectos sobre el medio, entre otras materias.
Australia	En términos generales, las actividades de desalinización se encuentran sujetas principalmente a la regulación y requisitos de aprobación de cada Estado. En materia ambiental, deben cumplir con las regulaciones federales y directrices nacionales.	La evaluación de impacto ambiental es un requisito previo para la realización de cualquier proyecto de desarrollo, incluidas las plantas de desalinización. A modo de ejemplo, en el Estado de Victoria, estas materias se encuentran reguladas en la *Environment Effects Act*[16], en la *Planning and Environment Act*[17] y, especialmente, la *Environment Protection Regulations* (*Scheduled Premises and Exemptions*)[18], en la que se designan determinadas actividades industriales o comerciales como aquellas que requieren contar con autorización o

[12] Echeverría, K. (2017).
[13] Ley de Costas de España de 1988.
[14] Ley de Protección del Medio Marino, España.
[15] Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental de España.
[16] *Environment Effects Act*.
[17] *Planning and Environment Act*.
[18] *Environment Protection Regulations (Scheduled Premises and Exemptions*).

País	Materias Administrativas	Materias Ambientales
		de acuerdo con lo dispuesto en la *Enviromental Protection Act*[19]. En concreto, la descarga de residuos en cualquier terreno o aguas requiere contar con una autorización otorgada por la autoridad ambiental (EPA), previo a la construcción de las instalaciones que efectuarán la disposición, además de una licencia para operar. La *State Environment Protection Policy* (*Waters of Victoria*)[20], consigna que las plantas desalinizadoras pueden requerir una licencia, no por el desarrollo de la actividad en sí misma, sino que para autorizar la descarga de residuos (zona de mezcla) ante la imposibilidad gestionar de otra forma las aguas residuales. No obstante, debe quedar demostrada la inexistencia de daños ambientales más allá de esa zona.

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes citadas.

IV. Nuevas tecnologías asociadas a la salmuera

La salmuera o concentrado procedente de las plantas desaladoras no debiera tener ningún efecto nocivo sobre el medio receptor cuando su vertido se hace siguiendo las recomendaciones de las autoridades ambientales y el mejor conocimiento científico, pero este tema aún causa preocupación en la población por el desconocimiento sobre las medidas que se adoptan para la gestión de los concentrados. Por ello, las últimas tendencias en la gestión y tratamiento de los concentrados pasan por el desarrollo del *Brine Mining* (o minería de la salmuera), con el fin de recuperar sales y minerales y obtener productos químicos, el aprovechamiento energético por medio del uso de recuperadores de energía cada vez más eficientes, la producción de energía aprovechando el gradiente de salinidad entre el concentrado y una corriente de agua dulce por medio de distintas tecnologías o el uso de los concentrados para el lavado de filtros o membranas de pretratamiento, entre otros[21].

Existen diversas sales o productos químicos que se pueden obtener del concentrado que presentan un interés por su valor económico. Por un lado, podemos generar hipoclorito de sodio *in situ* a través de tecnologías como la electroclorinación (tecnología común para añadir cloro a las piscinas), u otras basadas en diferentes variantes de electrodiálisis para producir productos químicos como el ácido clorhídrico o el hidróxido de sodio. A través de procesos como la evaporación-cristalización, entre otros más o menos convencionales, se han obtenido sales como Calcita, Dolomita, Epsomita, Kieserita, Langbeinita, entre muchas otras. Asimismo, hay otros elementos de especial interés económico, tales

[19] *Environmental Protection Act*.

[20] *State Environment Protection Policy (Waters of Victoria*).

[21] Asociación Española de Desalación y Reutilización, AEDYR (2022).

como: Fósforo, Cesio, Indio, Rubidio, Magnesio, Cloruro de Sodio y Cloruro de potasio, cuya extracción podría ser técnica y económicamente viable. También, hay estudios sobre la extracción de Litio de la salmuera. En general, varias de estas tecnologías de *brine mining* están en fase de desarrollo para hacerlas técnica y económicamente viables, existiendo grandes expectativas[22] [23].

Referencias

Aladyr (2023). Preocupación por proyecto de ley que podría afectar a la desalinización en Chile: la salmuera no es agua residual. Disponible en: https://bcn.cl/3kn9y (junio 2024)

Asociación Española de Desalación y Reutilización, AEDYR (2022). Jornada sobre valorización en desalación: recuperación de energía y productos. Disponible en: https://bcn.cl/3fpa5 (junio 2024)

BBC (2017). ¿Puede la desalinización ser la solución para la crisis mundial del agua?. Disponible en: https://bcn.cl/2oztu (junio 2024)

Biblioteca del Congreso Nacional (2017). Impacto Ambiental de Desalinización de Agua de Mar. Informe elaborado por Enrique Vivanco (mayo de 2017).Disponible en: https://bcn.cl/3eg7j (junio 2024)

Biblioteca del Congreso Nacional (2017). Nuevas tecnologías para hacer más eficientes las plantas desalinizadoras. Informe elaborado por Eduardo Baeza. Disponible en: https://bcn.cl/3eg7u (junio 2024)

Boletín N° 11608-09. Disponible en: https://bcn.cl/2cstq (junio 2024)

Decreto 90. Disponible en: https://bcn.cl/2f7i3 (junio 2024)

Echeverría, K. (2017). La desalinización del agua de mar ante el Derecho chileno (Tesis de Magister en Derecho, Universidad de Concepción). Disponible en: https://bcn.cl/3knb2 (junio 2024)

Environment Effects Act. Disponible en: https://bcn.cl/30q32 (junio 2024)

Environment Protection Regulations (Scheduled Premises and Exemptions). Disponible en: https://bcn.cl/30q3a (junio 2024)

Environmental Protection Act. Disponible en: https://bcn.cl/30q3l (junio 2024)

Jones, E.; Qadir, M. et al (2019). *The state of Desalination and brine production: A global Outlook. Science of the Total Environment, Volume* 657. Disponible en: https://bcn.cl/2ozto (junio 2024)

Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental de España. Disponible en: https://bcn.cl/30q2a (junio 2024)

Ley de Costas de España de 1988. Disponible en: https://bcn.cl/30q1x (junio 2024)

Ley de Protección del Medio Marino, España. Disponible en: https://bcn.cl/30q26 (junio 2024)

Nature (2022). *Seawater desalination concentrate:a new frontier for sustainable mining of valuable minerals*. Disponible en: https://bcn.cl/3fpa9 (junio 2024)

País Circular (2024). Plantas desalinizadoras en Chile: radiografía a la situación actual y la proyección esperada. Disponible en: https://bcn.cl/3kn9q (junio 2024)

[22] SACYR (s/f).
[23] *Nature* (2022).

Planning and Environment Act. Disponible en: https://bcn.cl/30q36 (junio 2024)

SACYR (s/f). Minería de salmuera: aprovechar al máximo los procesos de desalinización. Disponible en: https://bcn.cl/3fpa8 (junio 2024)

SEA (2023). Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA. Disponible en: https://bcn.cl/3kna4 (junio 2024)

State Environment Protection Policy (Waters of Victoria). Disponible en: https://bcn.cl/30q3n (junio 2024)

Voutchkov, N. and Kaiser, G. (2019). *Sustainable management of desalination plant concentrate - Desalination industry position paper - Energy and Environment Committee of the International Desalination Association (IDA) Presenter.* Disponible en: https://bcn.cl/2ozut (junio 2024)

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.

Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)