



INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS Y TERRITORIALES
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS

"Entre el Mar y la Sal: Percepciones Comunitarias y Evidencia Científica sobre el Impacto de la Salmuera en Quintero"

Tesis presentada para obtener el grado académico de Magister en Asentamientos
Humanos y Medio Ambiente

Alejandra Rojas Estay
Profesor guía: Kay Bergamini
Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales
Pontificia Universidad Católica de Chile

28 Mayo 2025

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar este espacio para expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido parte de este proceso y que, de una forma u otra, me han acompañado en esta etapa tan importante de mi vida.

A mi hija, Amanda Valencia, quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes. Tu existencia es mi mayor motivación y mi más grande logro.

A mi madre, por su apoyo constante y su presencia incondicional.

A mi profesor guía, Kay Bergamini, por su paciencia, orientación y la confianza depositada en mis capacidades. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para culminar este proyecto.

Al Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales (IEUT), por el conocimiento adquirido y las oportunidades de aprendizaje que me permitieron explorar nuevas áreas y crecer profesionalmente.

Y finalmente, a mí misma, por haber tomado la valiente decisión, en esta etapa de mi vida, de dar un giro hacia una nueva área. He demostrado que nunca es tarde para aprender, para reinventarse y para perseguir nuevos sueños.

A todos ustedes, gracias por ser parte de esta transformación y de este logro que marca un antes y un después en mi vida.

RESUMEN

“Entre el Mar y la Sal” analiza la brecha entre las percepciones de riesgo de las comunidades de Quintero y Puchuncaví frente al vertido de salmuera de plantas desalinizadoras, y la evidencia científica sobre sus impactos ambientales. En contexto de la crisis hídrica en Chile, se aplicó una metodología que combinó revisión bibliográfica con 100 encuestas a la comunidad.

Primero, se comparó la experiencia chilena con casos internacionales como Carlsbad y Tampa Bay (EE.UU.), donde la aceptación social de plantas desalinizadoras fue posible con estrategias institucionales de participación, transparencia y generación de confianza. En contraste, en Quintero-Puchuncaví persiste una fuerte percepción de riesgo ambiental asociada a la salmuera, alimentada por una historia local de contaminación industrial, la falta de acceso a información técnica comprensible y una desconfianza estructural hacia actores públicos y privados. Esta comparación revela que la aceptación social no depende solo de condiciones técnicas, sino también del contexto sociohistórico y la legitimidad territorial de los proyectos.

Segundo, se identifica un vacío en la producción científica local: hasta septiembre de 2024, Chile y Sudamérica no contaban con estudios sobre los **efectos de la salmuera** en el mar. El único estudio nacional, Sola et al. (2024), demostró que, bajo ciertas condiciones tecnológicas, la dilución es efectiva y los impactos mínimos, por lo menos en la zona costera chilena. Según la única evidencia empírica disponible, en el litoral chileno no se han detectado impactos relevantes de la salmuera en variables como salinidad, temperatura, organismos bentónicos o niveles de metales. Esto contradice creencias ampliamente extendidas sobre sus efectos ambientales.

Para concluir, avanzar hacia una gobernanza hídrica inclusiva, con los stakeholders, requiere marcos regulatorios mínimos que integren eficiencia estatal, evidencia científica y participación ciudadana vinculante con pertenencia territorial, capaces de cerrar la brecha entre evidencia científica y percepción social.

PALABRAS CLAVES: Ósmosis inversa, Ro, Aceptación Social, Desalinización, Planta desalinizadora, Impacto ambiental, Vertido de Salmuera, dispersión, dilución, difusores, crisis hídrica, Percepción de riesgo, Crisis hídrica, Sostenibilidad, Bahía de Quintero, Ecosistemas marinos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
INDICE DE IMÁGENES.....	6
INDICE DE TABLAS.....	8
INDICE DE GRÁFICOS	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
I.1 Pregunta.....	17
I.2 Hipótesis.....	17
I.3 Objetivos.....	17
II. MARCO TEÓRICO	18
II.1 Proceso Desalinización	18
II.2 Salmuera	23
II.3 Percepción de Riesgos.....	25
II.4 Aceptación Social Plantas desalinizadoras internacionales.....	29
III. MARCO METODOLÓGICO	37
III.1 Enfoque Metodológico	37
III.2 Diseño Metodológico y Técnicas de Recolección de datos	37
III.3 Técnicas de recolección por objetivo	41
III.1 Objetivo Específico N° 1.....	41
III.2 Objetivo Específico N°2.....	43
III.3 Objetivo Específico N°3.....	45
III.4 Delimitación Ejes Temáticos.....	46
IV. RESULTADOS	47
IV.1 Resultado 1: Revisión de literatura científica sobre el vertido de salmuera al mar	47
IV.1 Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera	48
IV.2 Impacto del aumento de la temperatura producto de la descarga de la salmuera	56
IV.3 Impacto en los organismos bentónicos y planctónicos producto del vertido de salmuera	59
IV.4 Impacto de metales en el ecosistema marino, derivado de la descarga de Salmuera	63
IV.2 Resultado 2: Encuesta entre la sal y el mar	66
IV.1 Diseño Piloto, Aplicación y Caracterización de Encuestas en la Zona de Estudio	67
IV.2 Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera	73

IV.3	Impactos de aumento de la temperatura producto de la descarga de salmuera	78
IV.4	Impacto en los Organismos Bentónicos y planctónicos, producto de la salmuera	80
IV.5	Impacto de Metales en el ecosistema marino, derivado de la descarga de salmuera	87
IV.6	Síntesis preguntas abiertas (Profundizar en anexo N°7)	90
IV.7	Resultados Visuales: Entorno social, nivel aceptación y conocimiento	92
IV.3	Resultado N°3: Relación en la percepción comunitaria del riesgo y la Literatura Científica Nacional e internacional.....	100
IV.1	Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera	100
IV.2	Impacto del aumento del aumento de temperatura producto de descarga de salmuera	101
IV.3	Impacto en los Organismos Bentónicos y Planctónicos producto de la	102
	salmuera	102
IV.4	Impacto de metales en el ecosistema marino derivado de la descarga de salmuera	104
V.	RECOMENDACIONES RELACIONAMIENTO COMUNITARIO	107
VI.	CONCLUSION	109
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	114
VIII.	ANEXOS.....	122
VIII.1	Anexo 1: Tabla Variables Dimensiones y preguntas	122
VIII.2	Anexo 2 : Consentimiento y participación de encuesta	123
VIII.3	Anexo 3: Clasificaciones.....	124
VIII.4	Anexo 4: Ejes Analíticos	125
VIII.5	Anexo 5: Herramientas AHP FCE.....	126
VIII.6	Anexo 6: Percepción respecto a los captadores	127
VIII.7	Anexo 7: Preguntas abiertas encuestas	128
VIII.8	Anexo 8: Fotos del área de Estudio	133

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Área de Estudio.....	10
Imagen 2: Mapa Industrial Bahía Quintero	11
Imagen 3: Percepciones Comunitarias-PRAS	12

Imagen 4: Proyecto Aconcagua.....	13
Imagen 5: Cobertura periodística local del Conflicto Ambiental.....	14
Imagen 6: Cronología del Conflicto Ambiental.....	14
Imagen 7: Planta en tierra Desaladora, Proyecto Aconcagua	15
Imagen 8: Playa donde se ubica la instalación marina proyecto Aconcagua	15
Imagen 9: Historia Desalinización	19
Imagen 10: Proceso desalinización RO	20
Imagen 11: Gobernanza en Desalinización	22
Imagen 12: Escala práctica de salinidad.....	23
Imagen 13: Conceptos de riesgo	25
Imagen 14: Percepción y Construcción social del Riesgo	26
Imagen 15: Variables concepto de riesgo	27
Imagen 16: Sociedad del riesgo	28
Imagen 17: Aceptación Social Tainan	31
Imagen 18: Participación en proyectos de desalación.....	32
Imagen 19: Factores que influyen en la aceptación social	34
Imagen 20: Comparación Internacional	35
Imagen 21: Trabajo de Campo	38
Imagen 22: Estudios Científicos Vertido Salmuera Analizados en el Resultado 1	42
Imagen 23: Pasos realizados Objetivo 1	43
Imagen 24: Proceso realizado en Objetivo 2.....	44
Imagen 25: Validez del estudio	45
Imagen 26: Vertidos de salmuera en el mundo	50
Imagen 27: Estudio Insitu vertido Salmuera	51
Imagen 28: Impacto salmuera/ temperatura	57
Imagen 29: Impacto Negativo/ Positivo.....	59
Imagen 30: Impactos Organismos Bentónicos y planctónicos	60
Imagen 31: Estudios internacionales sobre el vertido salmuera.....	63
Imagen 32: Respuestas encuesta piloto	67
Imagen 33: Opiniones respecto a la salmuera	76
Imagen 34: Opiniones Medidas regulatorias	77
Imagen 35: Recomendaciones relacionamiento comunitario desalación RRD	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnica e instrumentos	40
Tabla 2: Salinidad natural del mar	49
Tabla 3: Alta dispersión.....	53
Tabla 4: Baja Dispersión	54
Tabla 5: Dispersión No especificada	55
Tabla 6: Temperatura/ Dispersión	58
Tabla 7: Organismos Bentónicos y planctónicos	61
Tabla 8: Metales.....	64
Tabla 9: Síntesis percepciones	86
Tabla 10: Resultados de encuesta sobre percepción ambiental del vertido de salmuera	89
Tabla 11: Recomendación desde la Aceptación social internacional (evidencia científica)	107

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Respuestas por género	69
Gráfico 2: Respuestas por oficio/profesión	70
Gráfico 3: Respuesta sobre participación medio ambiente	71
Gráfico 4: Antigüedad de residencia en la zona	72
Gráfico 5: Vínculo Residencial con el Territorio de Quintero-Puchuncaví.....	72
Gráfico 6: Percepciones - vertido de salmuera en la calidad del agua de mar.....	74
Gráfico 7: Opinión por género	74
Gráfico 8: Percepción sobre la presencia de sal en la salmuera	75
Gráfico 9: Opiniones respecto al incremento de la temperatura por salmuera	78
Gráfico 10: Opinión impactos salmuera por profesión	79
Gráfico 11: Opinión vida marina en el fondo del mar por residencia.....	80
Gráfico 12: Vida marina en fondo del mar por Género	81
Gráfico 13: Impacto en pequeños organismos marinos	81
Gráfico 14: Percepción de la salmuera	82
Gráfico 15: Percepciones con relación a la fauna Marina	83
Gráfico 16: Percepción de impacto en los peces marinos	84
Gráfico 17: Percepción salmuera en bosque de algas	84
Gráfico 18: Residencia / Bosque de algas	85
Gráfico 19: Percepción sobre metales y químicos en la salmuera	87
Gráfico 20: Percepción de impacto de metales	88

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua, antes considerada un recurso ilimitado y renovable, enfrenta una crisis debido a su alta contaminación, sobreexplotación y disponibilidad limitada para consumo humano. Aunque existe en gran cantidad, la mayor parte corresponde a agua salada, mientras que el agua dulce se encuentra en una situación crítica. Esta escasez ha intensificado la competencia global, generando tensiones internacionales relacionadas con su uso, propiedad y derechos, lo que aumenta la probabilidad de conflictos a corto plazo. En América Latina, y particularmente en el Cono Sur, los desafíos relacionados con la escasez de agua se agravan por la creciente interdependencia global (Graf Rey, 2006)

En Chile, la disponibilidad de agua en zonas áridas es un factor crítico que limita tanto el desarrollo económico como el urbano. La aridez del territorio se caracteriza por precipitaciones concentradas en los meses de invierno, mientras que los períodos cálidos, que coinciden con el crecimiento vegetal, presentan alta evapotranspiración, lo que agrava la escasez hídrica. Esta situación exige la implementación de sistemas de riego tecnificados y el aprovechamiento de los recursos hídricos almacenados en la cordillera de los Andes, donde la acumulación nival y glaciar proporciona un suministro esencial durante los meses secos. Sin embargo, la competencia por el agua en estas zonas, junto con el aumento de la demanda urbana, ha generado desafíos en la gestión y distribución de este recurso limitado, destacando la necesidad de soluciones que consideren las especificidades locales para garantizar un uso sostenible y equitativo (Astaburuaga G., 2004).

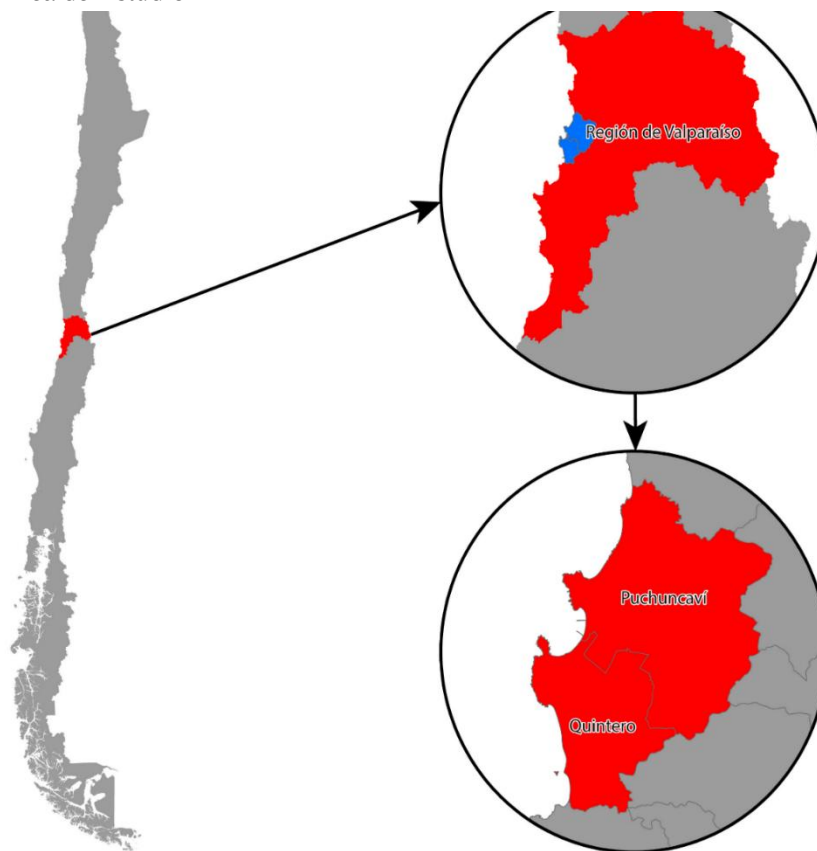
La crisis hídrica en Chile constituye un desafío ambiental significativo para el sector empresarial, especialmente en industrias intensivas en el uso de agua, como la minería, la agricultura y la energía.(Sepúlveda, 2023). Las empresas han tenido que adaptarse implementando tecnologías como la desalinización, sistemas de reciclaje de agua y prácticas de eficiencia hídrica para garantizar la continuidad de sus operaciones. Sin embargo, estas acciones, han generado tensiones con comunidades locales y actores sociales debido a la percepción de una distribución desigual del recurso y los posibles impactos ambientales. Esto evidencia la necesidad de que el sector privado adopte modelos de gestión hídrica basados en la sostenibilidad, la innovación tecnológica y un enfoque colaborativo con las comunidades y el Estado (Melo et al., 2022).

En las comunas de Quintero y Puchuncaví, ubicadas en la región central de Chile, la crisis hídrica se ha combinado con un proceso de industrialización que ha impactado negativamente los recursos naturales desde mediados del siglo XX, aproximadamente en la Bahía de Quintero se ha constituido como una zona industrial desde la instalación del Complejo Industrial Ventanas en la década de 1960. Así, con la construcción de la primera fundición y refinería de cobre de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), Quintero y Puchuncaví comenzaron a convertirse en una zona clave para la actividad industrial en Chile. A lo largo de los años, este complejo industrial se expandió, albergando más de 17 empresas, incluidas termoeléctricas, refinerías, plantas de almacenamiento de químicos y otras actividades industriales (Bolados García et al., 2017).

Estas condiciones han contribuido a la contaminación intensiva del aire, la tierra y las fuentes hídricas, implicando un deterioro ambiental intensivo y un aumento de tensiones sociales en una zona reconocida internacionalmente por los graves efectos de la desertificación y la explotación de recursos hídricos, generando desafíos significativos para las comunidades locales (Manzano Esparguel et al., 2021).

A continuación, se mostrará un mapa del área de Estudio

Imagen 1: Área de Estudio

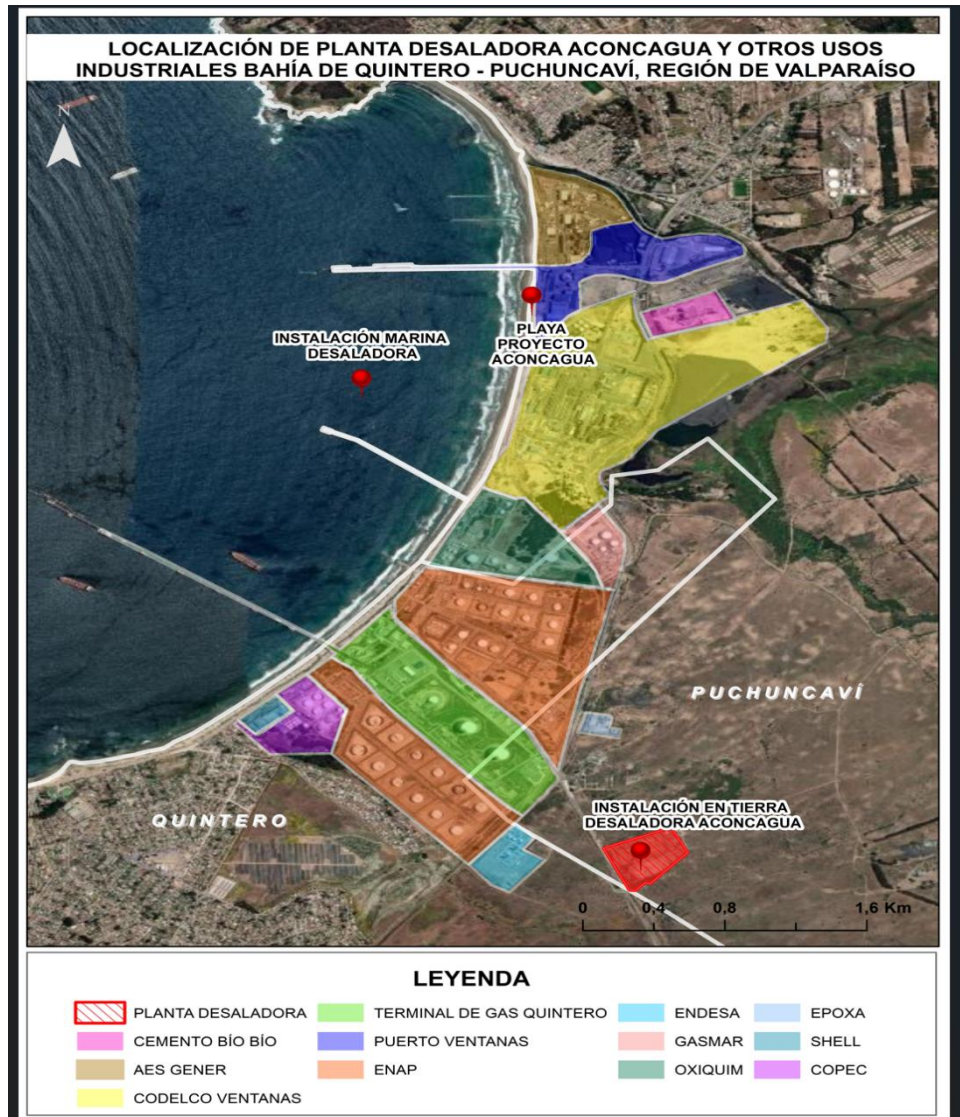


Fuente: Adaptado de Fernández, V. (en elaboración), con autorización.

En el área de estudio, desde mediados de los años 70, la agricultura local empezó a declinar y la pesca artesanal se vio gravemente afectada, especialmente en la década de los 90, debido a la contaminación provocada por la acumulación de metales pesados y emisiones tóxicas. Estos problemas ambientales también han tenido serias consecuencias en la salud de los residentes, con estudios que revelan graves daños respiratorios y afectaciones cognitivas, principalmente en niños expuestos a estos contaminantes (Bolados García et al., 2017). Por otro lado, la falta de regulación ambiental efectiva ha exacerbado esta crisis (Bolados García et al., 2021).

Actualmente, la zona de Quintero y Puchuncaví mantiene alrededor de 20 empresas activas en el territorio. A pesar de los esfuerzos de las organizaciones locales y del estado, la situación sigue siendo crítica y la contaminación persiste afectando la vida de personas que habitan en estas áreas contaminadas ((Bolados García et al., 2021). A continuación, se presenta mapa con empresas en la Bahía de Quintero (véase imagen N°2).

Imagen 2: Mapa Industrial Bahía Quintero



Fuente: Elaboración Propia

Es importante mencionar, que frente a lo anterior existe el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Quintero y Puchuncaví. Fue diseñado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) como una política pública multisectorial que busca responder de manera integral a los problemas ambientales y sociales de este territorio, históricamente afectado por la alta concentración de actividades industriales contaminantes. Este programa se basa en un modelo participativo, donde la comunidad, las autoridades y el sector privado elaboran diagnósticos compartidos, definen objetivos y diseñan soluciones consensuadas. En la Imagen N°3 se sintetizan las percepciones comunitarias recogidas en 2 documentos de la zona, las cuales reflejan la desconfianza acumulada hacia nuevas iniciativas industriales y la preferencia por modelos de desarrollo sustentables.

Imagen 3: Percepciones Comunitarias-PRAS

✳ Informe PRAS – Ministerio del Medio Ambiente (2017)

- Se reconoce que existe desconfianza de las comunidades hacia el Estado y las empresas, debido a décadas de contaminación acumulada y escasa fiscalización ambiental.
- El PRAS se plantea como respuesta a una zona históricamente afectada por conflictividad social y ambiental, lo que ha dejado una huella de desconfianza estructural en la ciudadanía hacia nuevos proyectos industriales.
- Se indica que “el territorio se transformó en un ejemplo de la complejidad de conciliar diversos intereses”, refiriéndose a los impactos del polo industrial en la calidad de vida.
- En la construcción del PRAS, la ciudadanía expresó la necesidad de diversificar e impulsar nuevos sectores económicos, lo cual indica un deseo de alternativas no industriales, como parte de los 25 objetivos territoriales definidos en conjunto con el CRAS.

✳ Informe Final del Programa de Capacitación PRAS – Fundación Tierra Viva (2022)

- En talleres participativos y jornadas de diagnóstico, los participantes expresaron que no desean más industrias contaminantes y manifestaron su preocupación por el impacto acumulado.
- Se documenta que “los jóvenes no quieren trabajar en el parque industrial, pues no están dispuestos a sacrificar su salud en actividades contaminantes”, lo que refleja una baja aceptación social hacia el crecimiento de la actividad industrial existente.
- Existe una alta valoración por proyectos vinculados a educación ambiental, biodiversidad, reciclaje y agua, lo cual refuerza una visión preferente por modelos de desarrollo sustentables y no extractivos.

📌 Conclusión

Los informes PRAS y su implementación confirman que, aunque existen instancias participativas como el CRAS, la comunidad de Quintero y Puchuncaví: Tiene una actitud mayoritariamente crítica y desconfiada hacia nuevas empresas industriales. Manifiesta un rechazo a seguir profundizando el modelo industrial extractivo. Prefiere alternativas de desarrollo basadas en sostenibilidad, salud y empleos seguros.

Fuente: (MINISTERIO MEDIO AMBIENTE, 2017; Paredes Letelier, 2024)

También existe el Consejo para la Recuperación Ambiental y Social (CRAS), una instancia de gobernanza creada para garantizar una representación equitativa de la sociedad civil, las empresas, y el Estado. Este consejo funciona como espacio de diálogo democrático permanente, sesionando mensualmente, y se rige por consensos. Está compuesto por 25 consejeros provenientes de los diferentes sectores, incluyendo organizaciones ambientales, sindicatos, alcaldías, empresas y servicios públicos.

La comunidad presenta percepciones negativas respecto al ingreso de nuevas empresas. Quintero ha sido catalogada con el nombre de zona de sacrificio (Bolados García et al., 2021), por una gran cantidad de empresas, con generación de impacto ambiental negativo. Es en este contexto, donde se enmarca la necesidad de estudiar un nuevo proyecto industrial denominado “Proyecto Aconcagua” es una desaladora en construcción, que sacará agua de mar y la convertirá en agua dulce, la Planta está

ubicada en la Bahía de Quintero. A raíz de esta nueva empresa se ha generado un nuevo conflicto ambiental que tuvo lugar el 2023. En las **Imágenes 4 a 8** se presentan los principales elementos asociados al proyecto de desalinización en la Bahía de Quintero y al conflicto socioambiental que este ha generado. Se incluye una descripción del Proyecto Aconcagua (Imagen N°4), la cobertura mediática local del conflicto (Imagen N°5), la cronología del conflicto (Imagen N°6), finalmente las fotografías de la infraestructura en tierra (Imagen N°7) y la playa donde esta emplaza la instalación marina (Imagen 8).

Imagen 4: Proyecto Aconcagua

El Proyecto Aconcagua, desarrollado por Aguas Pacífico, consiste en la construcción y operación de una planta desalinizadora de agua de mar ubicada en la Bahía de Quintero, en la Región de Valparaíso. Esta infraestructura está orientada a la producción y distribución de agua desalinizada para usos industriales, mineros, agrícolas y de consumo humano, constituyéndose como una fuente no continental, permanente y sustentable.

La planta contará con una capacidad inicial autorizada para producir hasta 1.000 litros por segundo (L/s) de agua desalinizada. Se solicitará ampliar el caudal en 1.000 L/s adicionales para incorporar a población de la comunas de Puchuncaví, esta agua será entregada mediante convenios Servicios Sanitarios Rurales (SSR).

El proceso de desalinización se realizará mediante ósmosis inversa (RO), una tecnología ampliamente validada a nivel internacional, que consiste en aplicar presión al agua de mar para forzar su paso por membranas semipermeables que retienen las sales y otras impurezas. Antes de este proceso, el agua será sometida a ultrafiltración como pretratamiento, y luego será remineralizada para cumplir con los estándares de calidad del agua potable o para uso productivo. Todo el proceso será energizado mediante una línea eléctrica, además se asegura una operación con energía proveniente de fuentes renovables y sin emisiones atmosféricas.

La captación de agua de mar se realizará desde dos torres ubicadas a 1 kilómetro mar adentro y a 17,5 metros de profundidad, diseñadas para operar por gravedad y sin succión directa, minimizando el riesgo de arrastre de organismos marinos. Desde allí, el agua será conducida a tierra para su tratamiento. Una vez desalinizada, será transportada a través de un acueducto de 105 kilómetros de longitud, que incluye cinco estanques de distribución y atraviesa varias comunas, incluyendo Quillota, Limache, Olmué y Tiltil, hasta llegar al sector de Quilapilún, en la Región Metropolitana. Parte del trazado se ejecutará mediante un túnel de 6 kilómetros, diseñado para evitar la intervención directa en la Reserva Nacional La Campana, protegiendo así su valor ecológico.

La salmuera generada en el proceso de desalinización será devuelta al mar mediante un emisario submarino de 696,7 metros de longitud, el cual cuenta con 18 difusores ubicados en su tramo final. Esta configuración permite una rápida dilución de la salmuera, alcanzando niveles de salinidad equivalentes a los del océano en menos de 6 metros desde el punto de descarga. Esta solución técnica evita impactos negativos sobre el ecosistema marino y asegura que no haya recaptación de la salmuera por el sistema de captación.

El proyecto cuenta con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable y ha sido evaluado en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Como parte de su componente de monitoreo y validación científica, la Universidad de Valparaíso participará en el seguimiento ambiental del funcionamiento de la planta.

Fuente: Elaboración propia a partir de *Capítulo Uno: Proyecto Aguas Pacífico* (2018) y del sitio oficial de Aguas Pacífico <https://www.aguaspacifico.cl>

Imagen 5: Cobertura periodística local del Conflicto Ambiental



Fuente: Diario La Quinta (2023)

Imagen 6: Cronología del Conflicto Ambiental

Fecha	Evento	Medio	Cita APA 7ª edición
Abril 2023	Pescadores y buzos se toman el terreno de la futura planta desalinizadora en Puchuncaví, acusando posible daño ambiental.	Radio Bío-Bío	Radio Bío-Bío. (2023, abril 17). <i>Pescadores se toman obras de planta desalinizadora en Puchuncaví: acusan futuro daño ambiental.</i> https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2023/04/17/pescadores-se-toman-obras-de-planta-desalinizadora-en-puchuncavi-acusan-futuro-dano-ambiental.shtml
Agosto 2023	Carabineros ejecuta el desalojo del terreno ocupado por pescadores tras casi tres meses de toma.	Radio Cooperativa	Cooperativa. (2023, agosto 3). <i>Desalojan toma de desaladora Aconcagua tras casi tres meses.</i> https://cooperativa.cl/noticias/pais/trabajo/desalojan-toma-de-desaladora-aconcagua-tras-casi-tres-meses/2023-08-03/123708.html
Septiembre 2023	Aguas Pacífico informa la firma de un acuerdo con los pescadores tras meses de conflicto y toma del terreno.	Aguas Pacífico	Aguas Pacífico. (2023, septiembre 25). <i>Acuerdo con pescadores.</i> https://www.aguaspacifico.cl/comunidad/es/acuerdo-con-pescadores

Fuente: Radio Bío-Bío (2023), Cooperativa (2023) y Aguas Pacífico (2023).

Imagen 7: Planta en tierra Desaladora, Proyecto Aconcagua



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 8: Playa donde se ubica la instalación marina proyecto Aconcagua



Fuente: Elaboración Propia

Con relación al conflicto, aunque se han logrado acuerdos compensatorios con los pescadores, es necesario conocer las percepciones de la comunidad, respecto de la devolución de la salmuera al mar, y contrastarlos con estudios científicos sobre los efectos del vertido de salmuera en los ecosistemas costeros internacionales y nacionales. Se busca determinar hasta qué punto las percepciones de los residentes reflejan o divergen de la evidencia científica sobre el impacto de la descarga de salmuera, con el fin de contribuir a una mejor comprensión del caso de estudio.

Es importante mencionar que la industria de la desalación ha proliferado globalmente, especialmente en el Medio Oriente y en las costas del Mediterráneo, con una expansión reciente en Australia, Estados Unidos. Se proyecta que esta tendencia continuará en aumento en las próximas décadas (Ai et al., 2022). La desalinización del agua de mar se ha consolidado como una alternativa para enfrentar la escasez hídrica, aunque presenta desafíos asociados a la generación de salmuera y al alto consumo energético. A nivel global, se estima que hacia 2030 la capacidad instalada alcanzará unos 54.000 millones de m³ de agua desalinizada al año, lo que incrementará de manera significativa los volúmenes de efluentes hipersalinos (Saleh & Mezher, 2021). Estos vertidos no solo elevan la salinidad, sino que también incorporan productos químicos usados en el pretratamiento y limpieza de membranas. La evidencia científica muestra que, en ambientes con baja capacidad de mezcla, los descargos continuos pueden alterar comunidades bentónicas y arrecifales, generando impactos acumulativos sobre la biodiversidad marina (Einav et al., 2003; Lattemann & Höpner, 2008; Petersen et al., 2018; Roberts et al., 2010). En el Golfo de Aqaba, por ejemplo, se observaron efectos adversos sobre bacterias y simbiontes de corales, además de blanqueamiento parcial, cuando la salinidad y los antincrustantes se combinaron (Petersen et al., 2018).

Los impactos de la desalinización en el entorno marino pueden clasificarse en dos categorías principales: los efectos de la extracción de agua de mar, que afectan a los organismos marinos al ser succionados y atrapados, y los efectos del vertido de efluentes concentrados, que provocan estrés osmótico y alteraciones en los ecosistemas costeros (Ihsanullah et al., 2021).

El propósito de este estudio es, precisamente, cuestionar y analizar los dos supuestos mencionados a continuación. Por un lado, se desea investigar hasta qué punto la comunidad entiende el funcionamiento de las plantas desalinizadoras y los efectos de la salmuera en los ecosistemas, dado que esta percepción puede estar basada en información incompleta o puede deberse a las experiencias previas de contaminación en la zona, lo que se llevara a cabo aplicando una encuesta a la comunidad. Por otro lado, se pretende revisar la evidencia científica disponible para determinar si realmente existe un consenso claro sobre los efectos de la salmuera. Esta investigación se propone, entonces, llenar el vacío existente entre la percepción de la comunidad y la evidencia científica, identificando las condiciones bajo las cuales los impactos de la salmuera son más o menos significativos en un contexto como el de Quintero. Finalmente, se realizará una comparación entre los hallazgos obtenidos en el análisis bibliográfico y las percepciones locales recopiladas en la encuesta. Este estudio busca llegar a conclusiones que aporten al debate sobre la desalinización en Chile y que contribuyan a una mejor comprensión del impacto de la salmuera, así como a la toma de decisiones informadas en zonas de alta vulnerabilidad ambiental.

I.1 Pregunta

¿Qué percepciones de riesgo tienen los residentes de la Bahía de Quintero respecto al impacto de la planta desaladora, en relación con la devolución de la salmuera al mar, y cómo se relacionan estas con los hallazgos científicos disponibles?

I.2 Hipótesis

A modo de hipótesis, se plantea la existencia de una discrepancia significativa entre las percepciones de riesgo de los residentes de Quintero y Puchuncaví, la evidencia científica sobre el impacto de las plantas desalinizadoras y la devolución de la salmuera al mar, en lo que respecta a los efectos ambientales en el mar y la biodiversidad marina.

En particular, se espera que los residentes perciban mayores riesgos ambientales en comparación con lo indicado en los diferentes estudios científicos. Esta discrepancia podría estar influenciada por la experiencia histórica de la comunidad con la contaminación constante en la bahía, lo que ha generado desconfianza hacia cualquier proyecto industrial, incluidas la planta desalinizadora.

En síntesis, se plantea que existe una discrepancia significativa entre la percepción ciudadana del riesgo ambiental asociado a las plantas desalinizadoras marinas y la evidencia técnica y científica disponible sobre su impacto, particularmente en relación con el vertido de salmuera al mar y sus efectos en la biodiversidad marina. Específicamente, se espera que los residentes de la bahía de Quintero y Puchuncaví perciban mayores niveles de riesgo ambiental en comparación con lo que señalan estudios científicos.

I.3 Objetivos

Objetivo General

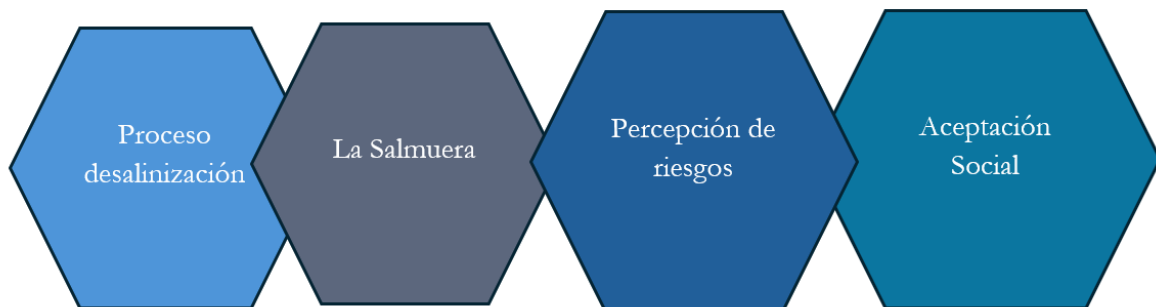
- Contrastar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero, Región de Valparaíso, Chile, con la evidencia científica internacional sobre los impactos en los ecosistemas marinos asociados al vertido de salmuera

Objetivos Específicos

- (1) Categorizar el riesgo ambiental asociado a los efectos en los ecosistemas marinos, mediante una revisión científica a nivel nacional e internacional sobre el vertido de salmuera.
- (2) Identificar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero, sobre el impacto del proceso de desalación, específicamente en lo que respecta a la devolución de la salmuera al mar.
- (3) Explorar en qué aspectos convergen o difieren las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero respecto a la evidencia científica internacional sobre el vertido de salmuera al mar.

II. MARCO TEÓRICO

El presente marco teórico se organiza en 4 ejes fundamentales que abordan aspectos claves en el estudio de la desalinización, los que a continuación se presentan:



Estos 4 ejes están interrelacionados y proporcionan una visión integral sobre la desalinización. La articulación de estos aspectos busca contribuir a una comprensión más profunda de los elementos técnicos, sociales y ambientales que rodean a las tecnologías de desalinización y su implementación.

II.1 Proceso Desalinización

El proceso de desalación constituye un aspecto esencial para comprender tanto los beneficios como los posibles impactos ambientales de las plantas desalinizadoras.

La mayor parte del agua presente en la Tierra es salada, representando aproximadamente el 97,5 % del total. Solo cerca del 2,5 % corresponde a agua dulce, y de esta fracción, menos del 1 % se encuentra disponible para consumo humano, ya que el resto está contenido en glaciares, capas de hielo o en aguas subterráneas profundas de difícil acceso (US EPA, 2017; U.S. Geological Survey, 2019). Este marcado desequilibrio en la distribución del agua dulce accesible ha sido uno de los principales impulsores del desarrollo de tecnologías de desalinización, particularmente en regiones con estrés hídrico creciente. En la imagen N°9 se presenta la evolución histórica de la desalinización, desde los procesos evaporativos hasta la actual predominancia de la ósmosis inversa.

Imagen 9: Historia Desalinización

HISTORIA

Desde tiempos de Aristóteles, se reconoció que la evaporación podía transformar el agua salada en dulce, y aunque hoy en día hay múltiples tecnologías disponibles o en desarrollo, los procesos evaporativos siguen siendo importantes para la producción de agua dulce a partir del agua de mar (Theodore, 2022a).

En regiones áridas como Medio Oriente o el norte de África, la desalación ofrece una fuente confiable de agua potable, lo que ha motivado a otros países a invertir en plantas desaladoras, a pesar de los elevados costos de inversión y operación asociados (Kress, 2020). Asimismo, la desalinización se ha consolidado como una solución clave para enfrentar la creciente crisis hídrica en diversas regiones del mundo, especialmente en áreas costeras con recursos limitados de agua dulce. Así, la concentración de plantas desalinizadoras ha tenido lugar en el Medio Oriente y el norte de África, donde el agua de mar es la fuente principal para su funcionamiento (Vicuña et al., 2022). Comprender el proceso de desalinización y los avances tecnológicos recientes es fundamental para explorar soluciones que minimicen los riesgos ambientales asociados a su instalación y puesta en marcha. Sin embargo, en primer lugar, cabe preguntarnos de qué manera se llevan a cabo estos procesos.

Durante el siglo pasado, la desalinización se centró en métodos térmicos como la destilación multietapa (MSF, por sus siglas en inglés de Multi-Stage Flash) y la destilación multiefectos (MED, por sus siglas en inglés de Multi-Effect Distillation), especialmente en el Medio Oriente. Sin embargo, estos procesos requerían de mucha energía para su consecución. Tras la crisis del petróleo en los años 70, la ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés de Reverse Osmosis) se volvió la tecnología más popular. Esto pues en el RO, el agua salina pasa a través de una membrana semipermeable que retiene las sales y produce agua dulce. Los avances en materiales y recuperación de energía han mejorado su eficiencia y se han reducido los costos de implementación. Para el 2021, la RO representaba el 68,7 % de la capacidad global de desalinización, seguida por MSF con 17,6 % y MED con 6,9 % (Vicuña et al., 2022).

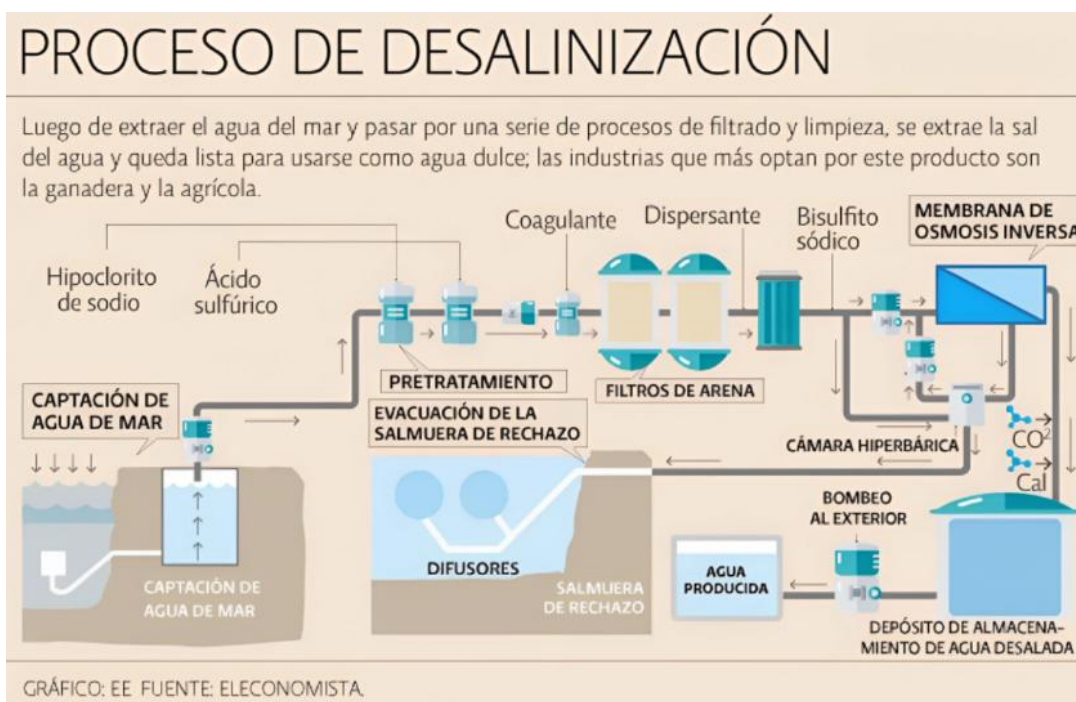
El proceso de desalación ya sea por ósmosis inversa (RO) o por destilación en múltiples etapas (MSF), requiere de un pretratamiento riguroso del agua de mar para eliminar sólidos suspendidos, coloides y sales disueltas. Estos contaminantes, si no se controlan, pueden obstruir las membranas y los conductos de flujo, reduciendo la eficiencia del sistema y aumentando los costos operativos. El pretratamiento incluye procesos como la filtración, la coagulación y la cloración, diseñados para proteger el equipo y garantizar que el proceso de desalación funcione de manera óptima. La efectividad del pretratamiento es crucial para evitar la formación de incrustaciones y otros problemas que podrían afectar la transferencia de calor y la permeabilidad en los sistemas de membranas (Mujtaba & Sowgath, 2022).

Fuente: (Kress et al., 2020; Mujtaba & Sowgath, 2022; Theodore, 2022a; Vicuña et al., 2022)

El futuro de la desalinización está marcado por el desarrollo de tecnologías más eficientes y rentables. A medida que la demanda de agua potable crece, se espera que las plantas desalinizadoras, tanto grandes como pequeñas, se vuelvan más comunes en áreas con escasez de agua, como una solución sostenible a largo plazo (Theodore, 2022b). Las tecnologías de desalinización, y, en particular la ósmosis inversa (RO), han avanzado significativamente en las últimas décadas, permitiendo que se utilice agua de mar y agua salobre para consumo humano y usos industriales (Loutatidou et al., 2017).

La ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés) es una tecnología ampliamente utilizada para la desalinización de agua, especialmente en el tratamiento de agua de mar y agua salobre. Este proceso se compone de varias etapas fundamentales: captación, pretratamiento, filtración mediante membranas de ósmosis inversa y postratamiento del agua producto. Una etapa crítica del sistema es la presurización del agua de alimentación pretratada, la cual debe superar la presión osmótica natural del medio para permitir el paso del solvente (agua) a través de la membrana semipermeable, mientras se retienen sales disueltas, compuestos orgánicos, microorganismos y otras impurezas. El resultado es la generación de un flujo de permeado (agua dulce) y un flujo de salmuera concentrada. El agua dulce obtenida requiere un tratamiento posterior para ajustarse a los estándares de calidad específicos para consumo humano, uso agrícola o industrial. Para optimizar la eficiencia energética del proceso, se implementan dispositivos de recuperación de energía que aprovechan la alta presión residual de la salmuera, reduciendo significativamente el consumo energético total de la planta (Mujtaba, I. M. & Sowgath, M. A., 2022). En la Imagen N°10 se muestra un esquema simplificado de las principales fases del proceso de desalinización.

Imagen 10: Proceso desalinización RO



Fuente: www.eleconomista.com.mx

Después de que el agua ha sido desalinizada, es necesario un postratamiento para hacerla apta para el consumo humano. En el proceso de ósmosis inversa, por ejemplo, el agua resultante aún contiene ciertos niveles de sales que deben ser ajustados mediante remineralización y desinfección. Este paso es esencial no solo para cumplir con los estándares de calidad del agua potable, sino también para prevenir la corrosión en las tuberías y otros sistemas de transporte del agua. La efectividad del

postratamiento es un factor clave en la aceptación de la desalación como una fuente confiable de agua potable (Mujtaba, I. M. & Sowgath, M. A., 2022).

En relación al vertido de la salmuera, una de las preocupaciones es el uso de productos químicos en el proceso de desalación, como biocidas y antiespumantes, dado que podrían estos compuestos resultar tóxicos para la vida marina si no se gestionan adecuadamente, lo que subraya la importancia de adoptar prácticas más sostenibles en su manejo. Asimismo, los avances tecnológicos, como el uso de energías renovables, podrían contribuir a reducir el impacto energético y financiero, haciendo que la desalación sea más accesible para países en desarrollo (Kress, 2019a). Otra de las preocupaciones, es la temperatura, el impacto térmico que podría generar en el mar al liberarse la salmuera, la cita próxima muestra que se habrían encontrado mayores temperaturas, es un estudio que se llevó a cabo en Israel, en las plantas desalinizadoras de Hadera y Ashkelon, en la costa del Mar Mediterráneo:

“Solo dentro de un radio de 200 metros desde los emisarios, en presencia de salmuera, la temperatura del agua de mar era entre 0,3 y 0,7 °C más alta que la temperatura ambiente” (Kress et al., 2020, pp.5).

Lo anterior, demuestra que efectivamente existen plantas desaladoras que vierten salmuera a una temperatura que incrementa la temperatura natural.

Por otro lado, el alto consumo energético sigue siendo un desafío clave para la desalación, aunque el uso de energías renovables podría mitigar este impacto (Loutatidou et al., 2017). Durante la operación de las plantas desalinizadoras, los impactos en el medio marino pueden originarse tanto por la captación de agua de mar como por el vertido de salmuera. La forma en que se diseñan los sistemas de captación y descarga determina en gran medida el nivel de afectación ambiental. Por ejemplo, las captaciones abiertas o mal posicionadas pueden alterar comunidades biológicas locales, mientras que los vertidos de salmuera sin dilución adecuada pueden generar aumentos de salinidad o temperatura perjudiciales para los ecosistemas receptores (Kress, 2019c).

Es clave contar con regulaciones ambientales que garanticen la sostenibilidad de las plantas desalinizadoras, limitando su impacto marino y promoviendo el uso de tecnologías limpias. Los estudios de impacto ambiental deben formar parte esencial del diseño y planificación de los proyectos, permitiendo prever y mitigar riesgos ecológicos desde las primeras etapas (Kress, 2019b).

La desalinización marina debe evaluarse por sus beneficios y por sus impactos ecológicos,. De ahí la importancia de mejorar las prácticas de manejo de efluentes para reducir los daños (Kress, 2019c). Es importante indicar que la ósmosis inversa (RO) sigue siendo el proceso más utilizado, aunque el desafío sigue siendo la salmuera. No obstante, métodos como los difusores pueden mitigar los impactos negativos (Vicuña et al., 2022). En la Imagen N°11 se presentan desafíos para la gobernanza ambiental de la desalinización en Chile, considerando aspectos de gestión hídrica, participación ciudadana y protección de los ecosistemas.

Imagen 11: Gobernanza en Desalinización

Claves para la Gobernanza Ambiental de la Desalinización en Chile
En Chile se ha señalado que la desalinización debe integrarse en la gestión hídrica a nivel de cuenca como complemento a estrategias de reducción de demanda. Es fundamental incorporarla en los planes estratégicos y de adaptación de recursos hídricos, así como en una Política Nacional de Desalinización. Además, puede aportar a la mitigación del cambio climático mediante su vínculo con iniciativas como el desarrollo del hidrógeno verde (Vicuña et al., 2022). La expansión de la desalinización, especialmente en la minería, exige ajustes institucionales y una política pública que integre sus impactos y beneficios a las comunidades locales. Chile cuenta con 20 plantas operativas y 20 en desarrollo, concentradas en el norte, la minería utiliza el 72 % del agua desalada. Existen ejemplos notables como las plantas de Antofagasta y Atacama, pero, la normativa actual presenta vacíos en relación con los proyectos de desalinización a pequeña escala, lo que resalta la necesidad de actualizar el marco regulatorio y fortalecer la participación ciudadana. Esto permitiría una planificación más sostenible que armonice la seguridad hídrica con la protección ambiental (Morel et al., 2023). Para mitigar los impactos ambientales asociados a la desalación, es crucial implementar una gestión efectiva de las salmueras, lo que exige desarrollar políticas públicas que integren aspectos ambientales. Los Planes de Manejo Ambiental (PMA) son herramientas clave que aseguran un desarrollo responsable, minimizando el impacto ambiental y protegiendo los ecosistemas. Por lo tanto, es indispensable llevar a cabo estudios de control medioambiental en los ecosistemas marinos cercanos para prevenir alteraciones. Esto implica establecer una política gubernamental que regule y proteja el ecosistema marino, lo que es aún más relevante en las zonas del norte y centro del país, donde las plantas desalinizadoras son una solución clave para enfrentar la crisis hídrica. A su vez, los PMA garantizan que los proyectos se desarrollen de manera sostenible, minimizando el daño ambiental y protegiendo tanto los ecosistemas terrestres como marinos (Sola, 2019).

Fuente: (Sola, 2019a; Vicuña et al., 2022)

Las plantas desalinizadoras requieren protocolos de mantenimiento y monitoreo constantes, ya que las fallas en bombas o membranas reducen la eficiencia operativa y aumentan los costos. Es fundamental implementar medidas de prevención frente a la formación de incrustaciones o biofouling en las membranas, con el fin de prolongar su vida útil y disminuir el consumo energético (Mujtaba & Sowgath, 2022).

II.2 Salmuera

En el contexto del crecimiento sostenido de la desalinización como estrategia frente a la crisis hídrica en Chile, el manejo de la salmuera —residuo líquido hipersalino resultante del proceso de ósmosis inversa— se ha convertido en uno de los temas más debatidos dentro de la comunidad científica nacional. La discusión se ha centrado en los efectos que este efluente puede generar sobre los ecosistemas marinos y costeros, considerando tanto su composición fisicoquímica como la forma en que es descargado al medio ambiente. Este debate ha sido abordado en profundidad por el Comité Científico de Cambio Climático (2022), que advierte sobre la necesidad de considerar múltiples variables al momento de evaluar los impactos del vertido de salmuera, tales como el volumen descargado, las condiciones oceanográficas locales, el diseño de los emisarios submarinos y la sensibilidad ecológica de las zonas receptoras.

La salmuera es un residuo hipersalino que debe ser monitoreado de manera constante, y su concentración puede evaluarse mediante la Escala Práctica de Salinidad (PSU), utilizada en oceanografía para estandarizar las mediciones. En la Imagen N°12 se presenta su aplicación y relevancia para el análisis de la salmuera generada por procesos de desalinización.

Imagen 12: Escala práctica de salinidad

Escala Practica Salinidad
La Practical Salinity Unit, es una medida estándar utilizada en oceanografía para cuantificar la salinidad del agua de mar, introducida en 1978 por la UNESCO para estandarizar los estudios oceanográficos. Esta métrica se basa en la conductividad eléctrica del agua, la que varía según la concentración de sales disueltas, la temperatura y la presión. Aunque carece de unidades físicas, se define en relación con una solución estándar de cloruro de potasio, lo que permite obtener resultados consistentes y comparables.
Su aplicación es fundamental en monitoreos ambientales, como en las plantas desalinizadoras, para evaluar el impacto de la salmuera en los ecosistemas marinos, siendo además particularmente relevante en estudios sobre las propiedades químicas y físicas del agua de mar, así como en el análisis de la salmuera generada por procesos de desalinización, proporcionando una base práctica para monitorear sus posibles impactos ambientales.

Fuente: (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2009)

Según el Comité Científico de Cambio Climático (2022), uno de los principales desafíos asociados a la desalinización es el impacto potencial de la descarga de salmuera sobre el medio físico y los sistemas socioecológicos marinos. En plantas de mediana y gran escala, se emplean emisarios submarinos, cuya “área de influencia” (AI) corresponde a zonas donde se superan los límites permisibles de salinidad, temperatura u otras variables. La interacción entre el efluente y el mar ocurre en el “campo cercano”, zona donde predominan dinámicas de flotabilidad y velocidad inicial del vertido. La dilución de la salmuera depende del diseño del emisario, la disposición de difusores, el caudal y las condiciones oceanográficas. Para mitigar el impacto y limitar la AI, se utilizan emisarios con boquillas múltiples orientadas estratégicamente y monitoreo ambiental constante. Altas concentraciones de sal y aditivos

pueden provocar estrés osmótico y alterar comunidades bentónicas. La magnitud del impacto depende de factores técnicos, ecológicos y del contexto local, y puede intensificarse por presiones como la sobreexplotación y el cambio climático (Vicuña et al., 2022).

En los seguimientos realizados en España, se observó que la implementación de un sistema de descarga eficiente, como el difusor Venturi, generó un incremento significativo en la abundancia de peces en el área de influencia. Este resultado se relacionó con la óptima dispersión del efluente, que redujo la salinidad en el entorno inmediato y creó condiciones propicias para la atracción de organismos y el aumento de la disponibilidad trófica. De esta forma, la tecnología de desalación y la configuración del sistema de descarga demostraron ser **determinantes clave**, no solo en la composición química de la salmuera, sino también en su capacidad para favorecer la concentración de recursos pesqueros en el sector (Sola, 2019a).

En el contexto del océano Pacífico suroriental, frente a las costas chilenas, se ha identificado una tensión científica relevante. Por una parte, estudios recientes como el de Solá et al. (2024) señalan que las condiciones oceanográficas locales —caracterizadas por una pendiente abrupta del fondo marino y corrientes costeras dinámicas— favorecen una rápida dilución de la salmuera, reduciendo su impacto sobre la salinidad y, por ende, el riesgo ambiental. Por otra, el Comité Científico de Cambio Climático (2022) advierte que la mayoría de las evidencias provienen de contextos, como el Mediterráneo, el Golfo Pérsico, Australia o EE.UU., sin contar con estudios específicos para el litoral chileno, lo que impide una evaluación objetiva y completa. Esta ausencia de datos locales motiva una postura precautoria que exige establecer líneas de base, indicadores biológicos y sistemas de monitoreo adaptados a la realidad nacional.

II.3 Percepción de Riesgos

El tercer tema es la percepción de riesgos, que emerge como un factor determinante en la implementación de proyectos de desalinización. Este tema considera los mecanismos mediante los cuales las percepciones se forman, de cómo estas afectan las dinámicas sociales y políticas en torno a los proyectos. En la Imagen N°13 se presentan los principales enfoques conceptuales de la percepción del riesgo, los cuales permiten comprender cómo este factor influye en la gestión e implementación de proyectos de desalinización.

Imagen 13: Conceptos de riesgo

Conceptualización del Riesgo
Existen diversos conceptos de riesgos con distintos enfoques. Desde las antiguas civilizaciones desarrollaron prácticas iniciales de gestión del riesgo, y estrategias para enfrentar fenómenos naturales. El riesgo definido como el resultado de la interacción entre la amenaza, entendida como la probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad, que es la predisposición de un sistema o elemento expuesto a sufrir daños. Existen distintas perspectivas disciplinarias que han abordado el riesgo, desde las ciencias naturales, que se enfocan en las amenazas, hasta las ciencias aplicadas, que analizan los daños potenciales, y las ciencias sociales, que consideran la vulnerabilidad social como un factor clave. Existe una fragmentación de estos enfoques y sería esencial que exista una visión integral para comprender el riesgo de manera completa y desarrollar estrategias efectivas de prevención y mitigación. En síntesis, es necesario un enfoque multidisciplinario y holístico para abordar los desafíos asociados a la gestión del riesgo (Cardona Arboleda, 2001). En este sentido, el riesgo natural hace referencia a la pérdida potencial debida a fenómenos naturales específicos, cuyo impacto depende tanto de la magnitud del peligro como de la vulnerabilidad existente en una determinada población o área geográfica (UNDRO, 1979). No obstante, es importante destacar que la percepción del riesgo no debe ser entendida como un proceso pasivo, sino más bien como un proceso activo y encarnado. Es por esto, que el concepto de percepción de riesgo se ha vuelto un elemento clave en la gestión de riesgos, pues es el factor que desencadena la implementación de medidas preventivas y correctivas. Aunque los riesgos puedan existir de manera latente, solo se activan en el momento en que se perciben, lo cual puede ocurrir a través de diversas vías, como accidentes o eventos traumáticos. Este descubrimiento del riesgo es esencial para iniciar el proceso de mitigación y, de esta forma, reducir o eliminar las consecuencias negativas potenciales (Bonin & Stevenson, 1989). Por otra parte, hay que también exponer que las decisiones políticas y económicas relacionadas con el uso del espacio han influido en cómo los espacios afectados (como comunidades o ecosistemas) se convierten en escenarios de tensiones entre actores humanos y procesos naturales (Schlögel, 2007). A medida que la región enfrenta una creciente preocupación por los impactos ambientales, las percepciones del riesgo están profundamente vinculadas con la experiencia de los residentes y la transformación del espacio. Estudios sobre la percepción del riesgo destacan la influencia de factores psicológicos, psicosociales, sociológicos, culturales y contextuales, además de las características específicas del riesgo, es por esto que en los últimos años, se ha enfatizado en la consideración del riesgo como una construcción social (Cid Ortiz et al., 2012).

Fuente: (Bonin & Stevenson, 1989; Cardona Arboleda, 2001; Cid Ortiz et al., 2012; UNDRO, 1979)

En términos generales, el riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que ocurra un evento y las consecuencias negativas que de él se derivan (Bonin & Stevenson, 1989). García (2005), nos habla que la percepción del riesgo es un proceso social y en sí mismo, una construcción cultural, a la vez que menciona:

“La percepción del riesgo es en sí una construcción social, culturalmente determinada, que no es lo mismo que construir socialmente riesgos. No son los riesgos los que se construyen culturalmente, sino su percepción. La construcción social de riesgos remite a la producción y reproducción de las condiciones de vulnerabilidad que definen y determinan la magnitud de los efectos ante la presencia de una amenaza natural; es por ello la principal responsable de los procesos de desastre” (García, 2005).

En la Imagen N°14 se presentan enfoques conceptuales de la percepción del riesgo, los cuales permiten comprender cómo este factor influye en la gestión e implementación de proyectos de desalinización.

Imagen 14: Percepción y Construcción social del Riesgo

Percepción del riesgo	Construcción social del riesgo
La percepción del riesgo es una construcción social, lo que significa que las personas interpretan los riesgos según sus creencias, valores, experiencias previas, nivel de información y el contexto sociocultural en el que viven. Por ejemplo, una comunidad que ha vivido experiencias negativas con industrias contaminantes puede percibir un proyecto como una amenaza ambiental seria, incluso si los estudios técnicos indican que los impactos son mínimos (García, 2005)	Esta percepción no es arbitraria, sino que responde a procesos sociales que dan forma a cómo se comprende el riesgo. Por otro lado, cuando se habla de construcción social del riesgo (o del desastre), se hace referencia a otro proceso: a cómo las condiciones estructurales de una sociedad —como la pobreza, la falta de planificación urbana, el acceso desigual a recursos, o la debilidad institucional— hacen que ciertos grupos sean más vulnerables a los efectos de amenazas naturales o antrópicas. En este sentido, no es el riesgo en sí el que se construye, sino las condiciones que determinan qué tan expuesta y desprotegida está una población frente a ese riesgo. Esta idea es central en los estudios de riesgo y desastre, (García, 2005)
En resumen, la percepción del riesgo se refiere a cómo se interpreta el peligro	mientras que la construcción social del riesgo se refiere a cómo ciertas condiciones sociales hacen que ese peligro tenga consecuencias más graves para unas poblaciones que para otras
Distinguir ambos conceptos es fundamental para un análisis riguroso, ya que permite entender tanto la dimensión simbólica como estructural del riesgo en contextos socioambientales complejos.	

Fuente: (García, 2005)

La percepción del riesgo no es homogénea entre los diferentes actores involucrados en un contexto específico. Grupos como trabajadores, comunidades afectadas y autoridades reguladoras suelen tener percepciones divergentes sobre la gravedad de los riesgos. Estas diferencias en la percepción pueden estar basadas en sus experiencias, valores y roles dentro de la sociedad, lo que influye directamente en las decisiones que toman sobre cómo gestionar los riesgos. Como resultado, estas discrepancias pueden llevar a desacuerdos sobre las acciones a seguir y, en algunos casos, a demoras en la implementación de las medidas necesarias para mitigar los riesgos (Bonin & Stevenson, 1989).

Existen múltiples factores que influyen en la percepción del riesgo. Diversos estudios, han demostrado que las percepciones de riesgo pueden variar significativamente entre diferentes culturas y grupos

demográficos. Esto, puede explicarse debido a que las diferencias culturales y socioeconómicas influyen en la forma en que las personas valoran y gestionan los riesgos en sus respectivos contextos (Bonin & Stevenson, 1989). El arraigo al lugar, el sentido de pertenencia (Del Acebo Ibáñez, 1996) y la historia son otros de los ámbitos que podrían influir significativamente en cómo las comunidades locales interpretan los riesgos y las diferentes amenazas ambientales. En la Imagen N°15 se sintetizan las principales diferencias entre la evaluación científica del riesgo y la percepción pública, destacando además el rol central de la comunicación en reducir estas brechas y favorecer una mejor comprensión de los impactos.

Imagen 15: Variables concepto de riesgo



Fuente: (Bonin & Stevenson, 1989)

La percepción del riesgo se entiende como la interpretación subjetiva que las personas hacen frente a amenazas potenciales. Esta no depende únicamente de datos técnicos, sino de factores psicológicos y culturales que influyen en cómo los riesgos son comprendidos y evaluados. Desde la psicología del riesgo, se han identificado variables como la experiencia previa, la familiaridad, el control percibido, la voluntariedad de la exposición y la confianza institucional como determinantes en la valoración de los riesgos. Estos factores pueden provocar una percepción pública desproporcionada frente a riesgos técnicamente controlables. (Slovic, 1987). Por otro lado, el enfoque sociocultural, la percepción del riesgo es una construcción social influida por marcos culturales, estructuras de poder y valores compartidos. Así, los riesgos no se jerarquizan únicamente por su probabilidad objetiva, sino también por su carga simbólica y su relación con la visión del mundo de cada comunidad. (Douglas & Wildavsky, 1982). En la Imagen N°16 se presenta una síntesis del concepto de *sociedad del riesgo*, propuesto por Beck y colaboradores, donde se explica cómo los avances científicos y tecnológicos, además de generar beneficios, han dado lugar a nuevas amenazas y peligros que deben ser gestionados políticamente y desde la ciencia.

Imagen 16: Sociedad del riesgo

Sociedad del riesgo
En la sociedad moderna, la producción de riqueza está estrechamente vinculada a la producción de riesgos (Beck et al., 1998). Estos riesgos emergen principalmente como resultado de los avances científicos y tecnológicos, que, aunque beneficiosos, generan también nuevas amenazas y peligros. Este cambio es el resultado de dos factores clave: primero, el crecimiento exponencial de las capacidades productivas, el que ha permitido reducir la miseria material; y en segundo lugar, las innovaciones tecnológicas que han dado lugar a la liberación de riesgos y amenazas que antes no existían. En la sociedad del riesgo, como han denominado autores como Beck, el énfasis suele ponerse en cómo gestionar los riesgos y peligros que surgen del proceso de modernización. Este nuevo enfoque requiere una gestión política y científica de los riesgos tecnológicos, para minimizar y distribuir estos riesgos de manera equitativa para evitar que obstaculicen el desarrollo o excedan los límites aceptables desde el punto de vista ecológico, médico, psicológico y social (Beck et al., 1998).

Fuente: (Beck, 1986)

Un enfoque integrador que considere tanto los elementos psicológicos como los socioculturales resulta clave para comprender la resistencia social frente a proyectos de infraestructura. Incluso si estos cuentan con aval técnico y regulatorio, una percepción de riesgo mal gestionada puede convertirse en un obstáculo significativo para su implementación.

En síntesis, la percepción del riesgo es un proceso complejo influido por múltiples dimensiones: objetivas, subjetivas y contextuales. Por ello, la gestión ambiental no debe limitarse a lo técnico, sino incorporar mecanismos de comunicación y participación social que aborden las preocupaciones de las comunidades. Solo a través de una gobernanza inclusiva, sensible a las distintas percepciones, será posible avanzar hacia un desarrollo sustentable equilibrado entre progreso humano y protección ecológica.

II.4 Aceptación Social Plantas desalinizadoras internacionales

El análisis de experiencias internacionales sobre la aceptación social de plantas desalinizadoras ofrece un marco comparativo. Examinar casos de países que han enfrentado retos similares permite identificar lecciones aprendidas y estrategias exitosas para gestionar conflictos, promover la participación comunitaria y garantizar la sostenibilidad de los proyectos de esta índole.

La crisis hídrica global ha incentivado el desarrollo de tecnologías como la desalinización para asegurar el suministro de agua potable en zonas con escasez. No obstante, su implementación ha generado debates debido a los impactos ambientales y sociales asociados. Estudios internacionales en contextos como España, Australia, Taiwán y California han explorado las percepciones públicas y la aceptación social de estas plantas, identificando factores como preocupaciones ambientales, efectos sociales y acceso a información como determinantes en la opinión pública. Asimismo, se destaca la relación entre percepción de riesgos, confianza en las instituciones y participación ciudadana, aspectos esenciales para entender el apoyo o rechazo a estos proyectos. La evaluación de proyectos de desalinización no debe limitarse a los aspectos técnicos y operativos, sino que debe incorporar explícitamente elementos de sostenibilidad social, incluyendo la participación pública, la confianza en el suministro de agua desalinizada y los posibles impactos sobre el uso costero y actividades recreativas (Kress, 2019b).

La percepción pública hacia las plantas desalinizadoras varió significativamente según el contexto local. En Carlsbad (California), la comunidad mostró un alto nivel de aceptación (más del 70 %) gracias a su ubicación en una zona industrial y la percepción de bajo impacto adicional. Por el contrario, en Santa Cruz (California), el proyecto enfrentó una fuerte oposición vecinal bajo el fenómeno NIMBY, debido a su cercanía con residencias costeras de alto valor. En Tampa Bay (Florida), la planta desalinizadora fue bien recibida por la comunidad debido a su ubicación junto a una central termoeléctrica ya existente. Dicha central generaba impactos ambientales y visuales significativamente mayores, por lo que la incorporación de la desalinizadora no se percibió como un aumento sustancial del impacto en la zona. En este contexto, la población consideró que el nuevo proyecto no alteraba de forma relevante la calidad ambiental del lugar, lo que favoreció su aceptación social (Haddad et al., 2018)

Durante la etapa de construcción o planificación de una planta desalinizadora, la percepción pública puede ejercer una influencia determinante en la viabilidad del proyecto. La falta de participación ciudadana temprana en el diseño y la toma de decisiones genera desconfianza, especialmente cuando las comunidades sienten que las decisiones ya han sido tomadas sin un proceso deliberativo abierto. Este patrón fue evidente en Santa Cruz, California (EE. UU.), donde el proyecto propuesto para instalar una planta desalinizadora en un barrio costero de alto valor fue rechazado fuertemente por la comunidad. Los residentes manifestaron su preocupación por el ruido potencial de las bombas, el impacto visual y la pérdida de valor de sus propiedades, a pesar de que se trataba de una medida frente a la escasez hídrica local. En contraste, en Carlsbad, California, la construcción de la planta desalinizadora se llevó a cabo junto a la antigua planta termoeléctrica Encina y separada de zonas residenciales por la “Stinking Water Lagoon”. Esta ubicación estratégica, en un entorno

predominantemente industrial y alejado de viviendas, generó una percepción menos conflictiva del proyecto. Como resultado, más del 70 % de los residentes de la comunidad costera expresaron su apoyo a la planta durante la fase de construcción. El caso de Carlsbad demuestra que la localización con infraestructura existente y la elección cuidadosa del sitio pueden facilitar la aceptación pública (Haddad et al., 2018)

Una situación similar se presentó en Tampa Bay, Florida, donde la planta desalinizadora fue colocada junto a la central termoeléctrica Big Bend, en una zona ya transformada industrialmente. Dado que el impacto visual y acústico del complejo energético era mucho mayor que el de la planta desalinizadora, la comunidad local —en particular el vecindario de Apollo Beach— no manifestó una oposición significativa. Este caso pone en evidencia cómo la percepción del impacto puede relativizarse cuando la desaladora representa una adición menor dentro de un paisaje ya alterado. Por su parte, en Perth, Australia, las plantas desalinizadoras ya operativas no solo han logrado aceptación, sino que han alcanzado un papel central en el suministro de agua, aportando aproximadamente el 47 % del total consumido en la ciudad. Incluso durante las fases de expansión, los niveles de apoyo se han mantenido altos, superando el 74 %. Esto indica que en contextos donde la desalinización es percibida como esencial para garantizar la seguridad hídrica frente a sequías prolongadas, la percepción pública tiende a ser favorable, aún durante las obras de ampliación (Haddad et al., 2018). En resumen, los casos de Santa Cruz, Carlsbad, Tampa Bay y Perth demuestran que la aceptación o rechazo de plantas desalinizadoras en construcción depende tanto de factores técnicos como sociales. La localización, la integración con infraestructuras existentes, la percepción del riesgo hídrico y el grado de participación comunitaria son variables claves para anticipar la respuesta social frente a nuevos proyectos de desalinización.

Un estudio en la planta desalinizadora en Tainan, Taiwán, se enfocó en la aceptación social de proyectos de desalinización, abordando las percepciones de los residentes locales y de los grupos de interés. Utilizando un enfoque metodológico mixto, los investigadores lograron una comprensión integral de las actitudes hacia la planta desalinizadora, analizando factores como la percepción de riesgos ambientales, los beneficios percibidos, la confianza en las instituciones y la participación pública. Estos aspectos resultaron ser determinantes en la aceptación o rechazo de proyectos de infraestructura hídrica, como las plantas desalinizadoras, lo que ofrece lecciones valiosas para otros contextos similares. Uno de los hallazgos centrales en Tainan, fue la influencia de la percepción de riesgos ambientales en la aceptación social de las plantas desalinizadoras. Los residentes de Tainan expresaron preocupación por los impactos negativos de la salmuera en los ecosistemas marinos locales, un tema recurrente en las discusiones sobre desalinización. Además, el alto consumo de energía de las plantas desalinizadoras y su potencial contribución al cambio climático también se mencionaron como riesgos importantes que podían influir en la oposición al proyecto. Estas percepciones de riesgo reflejan una tendencia general en la que los aspectos ambientales, especialmente los relacionados con los recursos marinos, juegan un rol fundamental en las decisiones de la comunidad sobre la aceptación de nuevos proyectos industriales (Liu et al., 2022). A continuación la Imagen N°17 presenta los principales elementos que influyen en la aceptación social de la planta desalinizadora de Tainan. Este ejemplo resulta relevante para la investigación, ya que permite

comprender cómo los beneficios percibidos, la confianza en las instituciones y la participación comunitaria inciden en la disposición de las comunidades a apoyar proyectos de desalinización.

Imagen 17: Aceptación Social Tainan

Aceptación social en la planta desalinizadora de Tainan: elementos influyentes
Por otro lado, el estudio también reveló que el apoyo a los proyectos de desalinización aumenta cuando las comunidades perciben beneficios tangibles. En Tainan, uno de los principales beneficios identificados fue la solución a la escasez de agua, especialmente en una región vulnerable a la variabilidad climática. Además, la creación de empleos y el desarrollo económico local fueron considerados beneficios adicionales que ayudaron a incrementar el apoyo a la planta desalinizadora. Estos factores sugieren que, aunque los riesgos ambientales generan resistencia, los beneficios percibidos pueden contrarrestar dicha oposición cuando las comunidades sienten que el proyecto mejorará sus condiciones de vida de manera significativa (Liu et al., 2022). La confianza en las instituciones fue otro de los factores clave identificados. La aceptación social de la planta desalinizadora en Tainan estuvo estrechamente ligada a la percepción de transparencia y responsabilidad por parte de las autoridades locales y las empresas involucradas. Cuando las comunidades confían en que las decisiones relacionadas con el proyecto se toman de manera transparente y responsable, la probabilidad de apoyo aumenta considerablemente. Por el contrario, la desconfianza hacia las instituciones lleva a un mayor escepticismo y rechazo, incluso cuando los proyectos son técnicamente beneficiosos. Este aspecto subraya la importancia de una gestión comunicativa eficaz y de la construcción de confianza a través de la participación comunitaria (Liu et al., 2022). En este sentido, la participación ciudadana se destacó como un factor crucial para mejorar la aceptación social. El estudio mostró que los ciudadanos que participaron activamente en las etapas iniciales del proyecto tendían a tener una mayor predisposición a apoyar la planta desalinizadora. Las consultas públicas y los mecanismos para la participación comunitaria permiten a las personas expresar sus preocupaciones y ser escuchadas por los responsables del proyecto, lo que refuerza el sentido de pertenencia y legitimidad. De esta forma, la participación no solo reduce las tensiones, sino que también permite a los promotores del proyecto adaptar las decisiones para responder mejor a las necesidades y expectativas locales. (Liu et al., 2022)

Fuente: (Liu et al., 2022)

Las estrategias de mitigación también fueron identificadas como un elemento central en la aceptación de los proyectos de desalinización. El estudio recomienda la implementación de programas educativos que expliquen los beneficios del proyecto y las medidas diseñadas para minimizar los impactos ambientales, como el uso de energías renovables en las plantas desalinizadoras. Además, se destacó la importancia de establecer plataformas de diálogo continuo con la comunidad, así como auditorías ambientales públicas que refuercen la confianza en la gestión del proyecto. Estas medidas pueden ayudar a mitigar la percepción de riesgos y generar un mayor apoyo social (Liu et al., 2022).

Por un lado, también, se observaron factores que alimentaron la oposición como la preocupación sobre los impactos ambientales percibidos, como los efectos de la toma de agua marina y la descarga de salmuera en los ecosistemas costeros, así como en las emisiones de CO₂ derivadas del alto consumo energético de la planta. Estos aspectos evidencian la necesidad de abordar tempranamente las inquietudes ambientales a través de estudios de impacto y estrategias de mitigación adecuadas. Por otra parte, el aumento en el costo del agua no influyó de manera significativa en el apoyo ciudadano, lo cual se atribuye al perfil socioeconómico relativamente acomodado de la comunidad. Se detectó una menor aceptación entre los usuarios que ocupan el entorno marino, como surfistas y pescadores, quienes temían afectaciones en sus actividades. Este hallazgo resalta la importancia de considerar los usos sociales y económicos del territorio costero al momento de planificar y comunicar proyectos de desalinización (Heck et al., 2016). En la próxima imagen N°18 expone los principales factores vinculados a la participación ciudadana en proyectos de desalación, destacando cómo la falta de instancias tempranas y efectivas puede afectar la confianza pública y generar resistencia comunitaria. Este ejemplo permite comprender que la inclusión o exclusión de las comunidades en el proceso de toma de decisiones influye directamente en la aceptación social y en la percepción de legitimidad de los proyectos.

Imagen 18: Participación en proyectos de desalación

PARTICIPACIÓN
En el contexto de los proyectos de desalación, la participación pública es frecuentemente percibida como insuficiente, especialmente cuando las audiencias y consultas se realizan en etapas avanzadas del desarrollo. Esto genera una percepción de que las opiniones de las comunidades locales no tienen un impacto real en las decisiones finales, lo que a menudo conduce a la desconfianza hacia las autoridades y los desarrolladores del proyecto (Liu et al., 2022). Además, en muchas ocasiones, las autoridades utilizan un lenguaje técnico que dificulta la comprensión de los impactos y beneficios por parte del público general, agravando aún más esta desconexión (Liu et al., 2022). Por otro lado, la falta de participación temprana y continua en los proyectos de desalación también ha sido identificada como un factor que erosiona la confianza pública en las agencias responsables. Las comunidades locales perciben estas consultas como un simple trámite, lo que refuerza la sensación de exclusión en el proceso de toma de decisiones. Para abordar este problema, se recomienda involucrar a los residentes desde las primeras etapas del desarrollo del proyecto y priorizar el uso de un lenguaje accesible y comprensible para todos (Haddad et al., 2018). Asimismo, el horario y la ubicación de las audiencias públicas suelen no considerar adecuadamente las necesidades de los residentes locales, lo que limita la participación efectiva. Estudios han demostrado que, incluso en contextos donde se realizan estas consultas, los residentes expresan su deseo de que las reuniones se adapten mejor a sus circunstancias, como se evidencia en proyectos de desalación en Taiwán (Liu et al., 2022). Estas limitaciones subrayan la necesidad de un enfoque más inclusivo y adaptado a las realidades de las comunidades afectadas. El estudio sobre la planta desalinizadora en Carlsbad, California, identificó que uno de los principales factores que explican el alto nivel de apoyo ciudadano fue la percepción de escasez hídrica. En un contexto de sequía severa, los residentes consideraron la planta como una solución necesaria para garantizar el suministro de agua potable.

Fuente: (Haddad et al., 2018; Liu et al., 2022)

Un estudio realizado, analiza tres plantas de desalinización a gran escala en China: el Proyecto A (MED), para suministro municipal en Tianjin; el Proyecto B (RO), para uso industrial en Dagang; y el Proyecto C (RO), en la isla Yongxing, que abastece instalaciones residenciales y militares. Se centra en la identificación y evaluación de riesgos en proyectos de desalinización a gran escala mediante el uso de dos metodologías analíticas avanzadas: la Evaluación Exhaustiva Difusa (FCE) y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Estas herramientas permiten una evaluación integral de los riesgos asociados a las plantas desalinizadoras, lo que resulta esencial para la toma de decisiones informadas y la gestión eficaz de estos proyectos (véase Anexo). El estudio abarca una variedad de riesgos, incluyendo financieros, operacionales y ambientales, lo que ofrece una visión holística de los desafíos que enfrentan estas plantas. (Zhang et al., 2020)

El estudio identifica cuatro categorías clave de riesgos en proyectos de desalinización: toma y descarga de agua, procesos técnicos, riesgos financieros y riesgos ambientales. La primera categoría, relacionada con la toma y descarga de agua, resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente los sitios de captación y eliminación de salmuera, dado que estos pueden tener efectos perjudiciales sobre los organismos marinos y los ecosistemas cercanos. Para mitigar estos riesgos, es fundamental que las plantas desalinizadoras no interfieran en áreas sensibles desde el punto de vista ecológico, lo que requiere una planificación estratégica y detallada. (Zhang et al., 2020).

Los riesgos asociados a las plantas desalinizadoras varían según el contexto en el que se desarrollen los proyectos. En áreas industriales o con limitaciones energéticas, los riesgos tienden a ser mayores debido a la contaminación y la falta de recursos energéticos confiables. Por otro lado, los proyectos en zonas más rurales o menos desarrolladas enfrentan un menor nivel de riesgos financieros y ambientales. Por último, el estudio resalta la importancia de que los gobiernos implementen políticas estables y a largo plazo que respalden los proyectos de desalinización. Estas políticas deben ser coherentes y bien estructuradas para asegurar la sostenibilidad tanto económica como ambiental de las plantas. (Zhang et al., 2020).

En síntesis, en los casos analizados, se observa que un alto nivel de aceptación social suele coincidir con la presencia de un entorno industrializado, mientras que un bajo nivel de aceptación se relaciona con zonas de alto valor inmobiliario. Esto confirma que la aceptación social de las plantas desalinizadoras no depende únicamente del nivel de industrialización. Aunque en entornos industriales como Carlsbad o Tampa Bay (EE. UU.) se registran niveles de aceptación superiores al 70 %, estos resultados responden también a otros factores, como la percepción de necesidad hídrica, la ubicación estratégica del proyecto y una gestión institucional moderadamente confiable. En cambio, en zonas residenciales, factores simbólicos y económicos adquieren mayor relevancia. Casos como el de Santa Cruz (EE. UU.) muestran cómo el valor inmobiliario y la percepción de riesgo ambiental pueden generar rechazo social, incluso frente a tecnologías sostenibles como la desalinización.

Uno de los principales hallazgos de esta investigación es que la aceptación social de las plantas desalinizadoras no depende exclusivamente del nivel de industrialización del territorio. Casos como Carlsbad y Tampa Bay (Estados Unidos) evidencian altos niveles de aceptación, incluso en contextos industriales, debido a factores como la percepción de necesidad hídrica, la confianza institucional y

una adecuada ubicación del proyecto. No obstante, la aceptación está fuertemente mediada por experiencias pasadas y percepciones de equidad. En comunidades que han enfrentado conflictos ambientales previos, como Quintero en Chile o Santa Cruz en EE. UU., predomina la desconfianza hacia nuevas infraestructuras, aun cuando estas sean ambientalmente sostenibles. En estos contextos, la ciudadanía demanda participación temprana, transparencia en la toma de decisiones y un reparto justo de los beneficios del proyecto. Esto demuestra que la legitimidad social no se obtiene únicamente a través de argumentos técnicos, sino mediante procesos participativos e inclusivos que respondan a las expectativas y memorias colectivas del territorio (Véase Imágenes 19 y 20).

Imagen 19: Factores que influyen en la aceptación social

País / Ciudad	Proyecto desalinizador	Nivel de aceptación	Factores clave de aceptación / rechazo	Fuente
Carlsbad (EE. UU.)	Planta junto a planta térmica	Alta (>70 %)	Crisis hídrica, ubicación industrial, confianza institucional moderada	Haddad et al., 2018; Heck et al., 2016
Santa Cruz (EE. UU.)	Propuesta en zona costera	Muy baja	NIMBY, valor inmobiliario, percepción de riesgo ambiental	Haddad et al., 2018
Tampa Bay (EE. UU.)	Planta junto a central eléctrica	Media / alta	Entorno ya industrializado, impacto visual/acústico reducido	Haddad et al., 2018
Perth (Australia)	Dos plantas en operación	Muy alta (>74 %)	Percepción de necesidad frente a sequías, gestión institucional positiva	Haddad et al., 2018
Tainan (Taiwán)	Planta proyectada	Mixta	Preocupación por impactos marinos y CO ₂ ; mayor aceptación si hay beneficios percibidos	Liu et al., 2022
Tianjin / Dagang / Yongxing (China)	Tres plantas (MED y RO)	No aplica (evaluación técnica)	Riesgos técnicos, financieros y ambientales evaluados	Zhang et al., 2020

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 20: Comparación Internacional

Lugar	¿Zona con complejo industrial?	Complejo industrial cercano	Número de industrias relevantes	Nivel de aceptación pública
Carlsbad (EE.UU.)	Sí	Central termoeléctrica + acuicultura	2	Alto (>70 %)
Santa Cruz (EE. UU.)	No	No	0	Bajo (rechazo)
Tampa Bay (EE. UU.)	Sí	Central térmica + puerto	2	Moderado
Perth (Australia)	Sí	Zona industrial consolidada	5+	Alto (>74 %)
Alkimos (Australia)	Sí	Zona industrial en expansión	3+	Alto (en evaluación)
Tianjin (China)	Sí	Zona industrial municipal	3+	Media (uso municipal, mejor evaluación de riesgos)
Dagang (China)	Sí	Zona industrial petrolera	3+	Baja (uso industrial, riesgos elevados)
Yongxing (China)	Sí	Base militar e instalaciones residenciales	3+	Moderada (infraestructura estratégica, poco acceso)

Fuente: Elaboración Propia

En síntesis, la aceptación social de las plantas desalinizadoras a nivel internacional está determinada por una compleja interacción entre factores ambientales, institucionales, económicos y socioculturales. Los estudios revisados muestran que la percepción pública no depende únicamente de la tecnología en sí, sino de cómo se comunican sus riesgos y beneficios, del contexto territorial en que se inserta, y del historial de las comunidades, las autoridades y otros proyectos industriales previos. Casos como Carlsbad, Perth y Tainan evidencian que el respaldo ciudadano aumenta cuando se percibe una necesidad urgente de agua, se genera confianza institucional y se promueve una participación comunitaria temprana, informada y sostenida. En cambio, cuando estas condiciones no se cumplen —como en Santa Cruz o en algunos contextos de China—, emergen resistencias asociadas a la desconfianza, el temor a los impactos ambientales y la exclusión en la toma de decisiones. Estos hallazgos subrayan la importancia de diseñar estrategias de gobernanza y comunicación adaptadas al contexto local para facilitar la implementación de proyectos de desalinización socialmente aceptados y ambientalmente sostenibles.

La aceptación de proyectos como las plantas desalinizadoras debe entenderse en función del territorio donde se implementan. Esto implica considerar aspectos como la historia local, la estructura institucional presente y la forma en que se toman las decisiones. En zonas donde existen antecedentes de conflicto o desconfianza, como Quintero-Puchuncaví, es fundamental que los proyectos refuercen la transparencia técnica, la trazabilidad de la información y la coordinación con actores relevantes del entorno. Este tipo de enfoque no busca detener el desarrollo, sino optimizar su inserción mediante una gestión adecuada de los factores contextuales (Fournis & Fortin, 2016)

En un estudio aplicado a proyectos hidroeléctricos en Suiza, se identificaron los factores que más influyen en la aceptación pública de infraestructuras hídricas. Entre ellos destacan el nivel de impacto ambiental percibido, la participación efectiva y la estructura de propiedad. El análisis muestra que cuando los proyectos se diseñan con tecnologías eficientes, medidas de control adecuadas y acceso claro a la información técnica, tienden a lograr mayores niveles de aceptación. Esto demuestra que el desempeño técnico y la gestión profesional del proyecto son determinantes para su legitimidad social, especialmente en entornos complejos o sensibles (Tabi & Wüstenhagen, 2017).

En conjunto, estos antecedentes permiten concluir que la aceptación social de las plantas desalinizadoras no es un obstáculo insalvable, sino una variable que puede ser gestionada de manera estratégica mediante un diseño institucional firme, tecnologías confiables y una comunicación clara. Las experiencias internacionales y los marcos analíticos revisados coinciden en que los proyectos con mayor legitimidad son aquellos que integran su componente técnico con una comprensión adecuada del entorno en el que operan. En este sentido, promover la trazabilidad de la información, garantizar estándares de desempeño ambiental verificables y establecer canales formales de interlocución con actores locales no solo refuerza la viabilidad del proyecto, sino que también contribuye a su sostenibilidad operativa en el largo plazo.

III. MARCO METODOLÓGICO

III.1 Enfoque Metodológico

La importancia de la integración de métodos cuantitativos y cualitativos radica en la necesidad de aproximarnos a una comprensión amplia e integral del fenómeno de la desalinización (Bryman, 2007), entendiendo que el contexto de este conflicto socioambiental es complejo y debe valerse de estrategias complementarias para su comprensión (Bericat, 1989).

Según la clasificación de Sampieri et al. (2022), esta investigación corresponde a un estudio con enfoque metodológico mixto, de tipo descriptivo-comparativo, con un diseño no experimental y de corte transversal.

III.2 Diseño Metodológico y Técnicas de Recolección de datos

El diseño metodológico de la presente investigación adoptó una estrategia de muestreo no probabilístico para abordar las dificultades de acceso a la comunidad y la reticencia inicial de los participantes a responder las encuestas.

En particular, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, caracterizado por la selección de sujetos accesibles y disponibles al momento de la recolección de datos. Esta técnica se fundamenta en la proximidad física o facilidad de acceso a los participantes, sin que todos los miembros de la población tengan la misma probabilidad de ser incluidos. Aunque presenta limitaciones en términos de representatividad y generalización, su aplicación resulta adecuada en contextos exploratorios o cuando existen restricciones logísticas, como limitaciones de tiempo, recursos o acceso geográfico (Otzen & Manterola, 2017). La Imagen N°21 describe el diseño y ejecución del trabajo de campo realizado entre septiembre y noviembre de 2024. Se detallan las etapas clave del proceso y metodología.

Imagen 21: Trabajo de Campo

Diseño y ejecución del trabajo de campo

Inicialmente, durante la fase de encuestas piloto iniciada en septiembre de 2024, se efectuó un trabajo exploratorio en terreno. Se planificaron cuatro entrevistas con actores clave: dos con ecologistas, una con un comerciante residente permanente y otra con un consejero regional. Sin embargo, solo una de estas se concretó, ya que los demás contactos no estaban disponibles, a pesar de haber confirmado previamente. Ante este escenario, se visitaron los sindicatos de pescadores de Quintero, donde se interactuó con aproximadamente 20 personas. Estas se negaron a participar argumentando que requerían autorización de sus dirigentes para entregar información. En la caleta El Manzano y otras zonas cercanas tampoco se obtuvo respuesta favorable. A raíz de esta situación, se recurrió a un contacto con un dirigente del Colegio de Profesores, quien facilitó la realización de una segunda encuesta piloto a través de un docente local. Posteriormente, se aplicaron dos encuestas adicionales mediante formularios online, completando así las actividades preliminares de esta primera jornada de campo de tipo piloto. Esta experiencia confirmó la pertinencia de adoptar un enfoque no probabilístico.

A partir de octubre de 2024, se inició la aplicación de la encuesta definitiva, manteniendo el enfoque de muestreo por conveniencia, el cual permitió identificar y contactar a líderes comunitarios clave. Entre ellos se incluyeron presidentes de uniones comunales, dirigentes de juntas de vecinos, pescadores, ecologistas vinculados a Modatima, líderes del Colegio de Profesores, representantes de APR y del sindicato de salud CONFUSAM, así como líderes naturales. Estos actores cumplieron un rol fundamental en la legitimación del proceso y en la difusión de la encuesta en sus respectivas comunidades, lo cual amplió el alcance de la recolección de datos. Este tipo de muestreo resulta particularmente efectivo cuando los informantes seleccionados poseen conocimientos específicos que enriquecen la investigación (Otzen & Manterola, 2017). En este sentido, resultó especialmente valioso contar con la participación de residentes permanentes. Esto permitió captar percepciones profundamente arraigadas en el contexto local, las cuales difícilmente habrían emergido a través de mecanismos de participación institucional o formal.

Durante el mes de octubre se realizaron dos visitas adicionales, los días 18 y 21, con el objetivo de aplicar encuestas y fortalecer la participación comunitaria, especialmente con el sindicato de pescadores de Quintero y actores de Loncura. En el transcurso de estas jornadas, se identificaron y contactaron nuevos actores locales, quienes fueron informados acerca de los objetivos del estudio para fomentar su involucramiento. En total, se contabilizaron alrededor de ocho visitas a terreno. Las encuestas fueron inicialmente distribuidas a contactos facilitados por los líderes comunitarios, y posteriormente se extendieron a otros miembros de los mismos grupos, logrando una cobertura representativa. Para maximizar la participación, el enlace de la encuesta fue difundido ampliamente a través de redes sociales locales, ampliando así la diversidad de respuestas. Cabe señalar que las encuestas fueron desarrolladas en formato presencial y online.

Finalmente, la última jornada de recolección en terreno se llevó a cabo el 12 de noviembre de 2024. En esta ocasión, se intentó establecer contacto con representantes de la Municipalidad de Quintero y con el Cuerpo de Bomberos de Puchuncaví, con el objetivo de ampliar la diversidad de los sectores representados en la muestra. Esta visita consolidó los esfuerzos realizados durante toda la fase de terreno, culminando con la obtención de 100 encuestas válidas hacia finales de noviembre de 2024, las cuales constituyen una base robusta para el análisis. Por último, hay que señalar que se realizaron un total de 8 visitas a terreno.

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a las fuentes de información, se utilizaron tanto datos primarios como secundarios. Las fuentes primarias provinieron de las encuestas aplicadas en las comunas de Quintero y Puchuncaví, lo que permitió capturar una visión detallada de las actitudes, preocupaciones y propuestas percibidas por la comunidad frente al vertido de salmuera.

Las fuentes secundarias derivaron de una exhaustiva revisión bibliográfica de artículos científicos y documentos técnicos, utilizando bases de datos como Web of Science y otras plataformas académicas. Esta revisión se orientó a identificar los impactos ambientales y sociales vinculados al vertido de salmuera, así como a analizar experiencias internacionales relevantes que pudieran ofrecer estrategias transferibles al contexto chileno. Se incluyeron estudios empíricos, informes técnicos y literatura conceptual que sirvieron para construir un marco comparativo amplio y riguroso. Desde un enfoque multiescalar, el análisis fue desarrollado en dos niveles complementarios. En la escala local, se analizaron las percepciones recogidas a través de las encuestas, lo que permitió comprender cómo las comunidades afectadas interpretan los impactos asociados a la salmuera en sus territorios. En paralelo, en la escala global, se contextualizaron dichos resultados mediante la revisión de literatura científica internacional sobre gestión de salmuera en otras zonas costeras, identificando lecciones y buenas prácticas. En conjunto, este diseño metodológico permitió articular evidencia local y global para abordar de forma integrada el complejo problema ambiental del vertido de salmuera en la Bahía de Quintero y Puchuncaví, considerando tanto las percepciones comunitarias como el conocimiento técnico-científico disponible. El desglose de fuentes, técnicas e instrumentos específicos puede observarse en la tabla N°1 a continuación:

Tabla 1: Técnica e instrumentos

OBJETIVO GENERAL: Contrastar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero, Región de Valparaíso, Chile, con la evidencia científica internacional sobre los impactos en los ecosistemas marinos asociados al vertido de salmuera			
Objetivo específico	Fuente de datos	Técnica de recolección	Técnica de análisis
Categorizar el riesgo ambiental asociado a los efectos en los ecosistemas marinos, mediante una revisión científica internacional sobre el vertido de salmuera al mar.	Secundaria: Web of Science (WoS)	Revisión científica internacional	Excel: creación de categorías, clasificaciones, esquema preliminar, cuadros finales
Identificar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero (Región de Valparaíso, Chile) sobre el impacto del proceso de desalinización, específicamente en lo que respecta a la devolución de la salmuera al mar.	Primarias: vecindad Quintero y Puchuncaví	Encuesta – Survey Monkey	Excel: frecuencias, porcentajes, cruces de datos, análisis de tendencias cualitativas
Explorar en qué aspectos convergen o difieren las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero respecto a la evidencia científica internacional sobre el vertido de salmuera al mar.	Secundaria y primaria: revisión científica + encuestas aplicadas	Comparación de categorías extraídas de la literatura científica y percepciones locales	Identificar coincidencias, divergencias y vacíos en los datos

Fuente: Elaboración propia

III.3 Técnicas de recolección por objetivo

III.1 Objetivo Específico N° 1

Para abordar el Objetivo Específico N.º 1, se realizó una revisión sistemática de literatura centrada en los impactos ambientales del vertido de salmuera en zonas costeras (véase documentos en la imagen 23 y 24). La búsqueda principal se llevó a cabo en la base de datos Web of Science (WOS), utilizando la fórmula: "*Desalination AND (environmental impact of brine on the coast)*". Esta búsqueda inicial arrojó un total de 52 artículos científicos, fue la siguiente: <https://www-webofscience-com.pucdechile.idm.oclc.org/wos/woscc/summary/951bf5a0-bc88-493c-a730-a40ec795017d-010bcbdd23/relevance/1>

Con el fin de acotar los resultados y garantizar la relevancia temporal de los documentos, se aplicó un filtro que restringió los textos a los publicados en los últimos seis años. Esta depuración redujo el conjunto a 29 artículos, la siguiente: <https://www-webofscience-com.pucdechile.idm.oclc.org/wos/woscc/summary/4412012d-e0c0-43da-8da0-3aa2094b8488-01101d7d89/relevance/1>

A continuación, se realizó una selección más específica, eliminando aquellos estudios que no vertían en el mar, lo que dejó un total de 18 documentos. A estos se sumaron dos textos complementarios centrados en casos de California, así como los capítulos 1 y 4 del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del PROYECTO ACONCAGUA EN CHILE, de Aguas Pacífico, sumando un total de 22 documentos analizados (véase Imagen N°22).

Imagen 22: Estudios Científicos Vertido Salmuera Analizados en el Resultado 1

Estudios Internacionales sobre Impactos Ambientales del Vertido de Salmuera (Objetivo 1)
1. Sola et al., 2024
2. Aljohani et al., 2022
3. Wood et al., 2020
4. Grossowicz et al., 2020
5. Sola et al., 2020
6. Kress et al., 2019
7. Kassouar y Abi-Ayad, 2024
8. Ibrahim y Eltahir, 2019
9. Noori et al., 2021
10. Al-Osaimi et al., 2019
11. Grossowicz et al., 2019
12. Saeed et al., 2019
13. Nada et al., 2024
14. Elsaie et al., 2022
15. Kenigsberg et al., 2020
16. Manríquez et al., 2024
17. Blanco-Murillo et al., 2023
18. Ali y Chidambaram, 2021
19. Haddad et al., 2018
20. Haddad et al., 2016
21. Soluciones en Gestión Ambiental (SGA), 2018
22. Soluciones en Gestión Ambiental (SGA), 2018

Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis de estos textos se elaboraron diversas matrices de sistematización en Excel, las cuales permitieron clasificar, organizar y sintetizar la información extraída. Estas matrices fueron fundamentales para construir cuadros analíticos que resumieran las características de cada caso, los tipos de impacto documentados y las estrategias de mitigación o monitoreo ambiental propuestas en las investigaciones. El proceso completo de búsqueda, lectura y sistematización de los documentos se extendió durante los meses de septiembre y octubre de 2024. Cabe destacar que, para completar la caracterización ambiental de los sitios estudiados, fue necesario incorporar bibliografía adicional sobre hidrografía, geomorfología, corrientes marinas y otros factores físicos asociados a las zonas costeras en las que operan las desaladoras. También se recurrió a normas técnicas internacionales con el fin de clasificar adecuadamente los impactos y medidas propuestas en cada caso. Las actividades realizadas para cumplir este objetivo se organizaron en distintas etapas: (véase Imagen N°23) Lectura de documentos científicos y técnicos; Clasificación por autor en matriz Excel; Organización de información por ciudad y tipo de planta desaladora Matriz Excel, Categorías y Criterios para la Clasificación Ambiental y Técnica de Zonas de Descarga de Salmuera en Word (vea anexo 2), Búsqueda de información faltante para completar datos ambientales por ciudad/desaladora; Esquema de Categorización de Variables Técnicas y Ambientales en Descargas de Salmuera Word Elaboración de los cuadros finales que integran los hallazgos clave del análisis en Excel.

Imagen 23: Pasos realizados Objetivo 1

Etapa	Descripción	Resultado
1. Recolección inicial	Búsqueda bibliográfica general sobre vertidos de salmuera en bases de datos científicas.	56 documentos encontrados
2. Filtro temporal	Selección de artículos de los últimos 6 años (2018–2024).	29 documentos
3. Filtro temático	Selección de estudios centrados específicamente en descargas marinas de salmuera.	18 documentos
4. Inclusión dirigida	Adición de 4 documentos claves no incluidos en bases generales: 2 casos (EE.UU.) y 2 Estudios de Impacto Ambiental (EIA) de la desaladora Aconcagua.	22 documentos finales
5. Matriz 1 – Revisión exploratoria	Registro general de autores, año, país, tipo de fuente y planta desaladora.	Organización preliminar
6. Matriz 2 – Categorización analítica	Incorporación de categorías como: tipo de tecnología, volumen descargado, método de descarga, sensibilidad ambiental, etc.	Facilitó agrupación temática
7. Matriz 3 – Análisis comparativo	Comparación entre casos según impacto observado, metodología científica empleada, mitigaciones aplicadas.	Identificación de patrones y vacíos
8. Integración final	Síntesis de hallazgos por categoría y selección de citas clave para resultados.	Base del Resultado 1 de la tesis

Fuente: Elaboración Propia

III.2 Objetivo Específico N°2

La encuesta fue el instrumento principal de recolección de datos, facilitando la obtención de información medible sobre las percepciones y características relacionadas con los vertidos de salmuera. Se fundó en una encuesta adaptada a partir del marco teórico y estudios previos realizados en Carlsbad, California (Heck et al., 2016). Para este propósito, se inició contacto con los investigadores responsables de dichos estudios, quienes proporcionaron el instrumento original, lo que permitió contar con una base comprobada. Este fue modificado para ajustarse a las características socio territoriales específicas de las comunas de Quintero y Puchuncaví.

Dado que la zona de Quintero Puchuncaví, esta caracterizada por altos niveles de contaminación y conflictos socioambientales. Las adaptaciones incluyen preguntas específicas sobre los impactos percibidos en la comunidad, la confianza en las instituciones responsables y la viabilidad de la tecnología en el contexto local. Asimismo, se ajustó el lenguaje para hacerlo accesible a una población diversa, desde pescadores y dirigentes sociales hasta residentes generales. La siguiente Imagen N°24

resume las etapas clave del trabajo de campo, incluyendo la encuesta piloto, la aplicación del cuestionario y los resguardos éticos considerados en el estudio.

Imagen 24: Proceso realizado en Objetivo 2

Etapa	Descripción
Encuestas piloto – septiembre 2024	• Se realizaron 4 encuestas piloto: 2 online (Forms) y 2 presenciales. • Objetivo: ajustar y optimizar el cuestionario. • Resultado: se corrigió el instrumento para adaptarlo al contexto local.
Aplicación de encuestas – octubre/noviembre 2024	• Se contactó a participantes a través de organizaciones de base y territoriales. • Se aplicaron 100 encuestas mediante SurveyMonkey: - 70 online, respondidas de forma autónoma y voluntaria. - 30 presenciales, distribuidas así: 26 en formulario físico (posteriormente digitalizadas), 4 respondidas con la investigadora frente al computador. • Algunas respuestas omitieron datos demográficos. Para el análisis, se realizaron ajustes por similitud a fin de preservar la integridad del análisis.
Consideraciones éticas	• El estudio cumplió con los estándares éticos mediante consentimiento informado y resguardo de la confidencialidad. • A cada participante, tanto en encuestas online como presenciales, se le presentó un formulario detallado sobre el propósito de la investigación, el uso previsto de los datos y el carácter voluntario de su participación. • Se garantizó la no utilización de los datos con fines distintos a los de la investigación y su almacenamiento bajo normas de seguridad vigentes.

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los datos cuantitativos se realizó a través de estadística descriptiva, utilizando Microsoft Excel. Se calcularon frecuencias absolutas y relativas, así como gráficos de barras y cruces simples de variables demográficas y percepciones. De un total de 100 encuestas se dejaron 98 encuestas respondidas.

En cuanto a las preguntas abiertas, se aplicó un análisis de contenido cualitativo, siguiendo los lineamientos de Bardin (2002). Las respuestas fueron revisadas de forma iterativa, identificando unidades de sentido y construyendo categorías emergentes, sistematizadas en matrices temáticas. Este procedimiento permitió identificar los temas predominantes en las percepciones de riesgo, representados luego mediante gráficos narrativos y citas seleccionadas. En la Imagen N°25 muestra la justificación del diseño muestral, destacando la validez estadística del estudio y la representatividad de los resultados frente a la población objetivo.

Imagen 25: Validez del estudio

Justificación del Diseño Muestral y Validez Estadística del Estudio
Con un total de 100 encuestas, se alcanzó un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, asegurando la representatividad de los resultados en relación con la población objetivo. Este diseño metodológico respalda la solidez estadística de los datos recopilados, facilitando el análisis de las percepciones de las comunidades sobre los riesgos asociados al vertido de salmuera en la Bahía de Quintero. Los resultados servirán como base para contrastar las perspectivas locales con la revisión científica internacional, fortaleciendo las conclusiones del estudio. Según los datos del Censo 2017 entregados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Quintero contaba con 31.923 habitantes y Puchuncaví con 18.546 habitantes al 2017. Sin embargo, para este estudio se utilizaron las proyecciones de población 2023 proporcionadas por la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), que estiman 35,727 habitantes en Quintero y 20,959 en Puchuncaví, totalizando 56,686 personas. Con base en esta población, se calculó el tamaño de muestra necesario utilizando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, lo que arrojó un tamaño mínimo de muestra de 96 encuestas. Para reforzar la solidez estadística, se realizaron 100 encuestas, superando el mínimo requerido, lo que garantiza una representación adecuada de la población objetivo. Este diseño metodológico permite analizar de manera confiable las percepciones de las comunidades sobre los riesgos asociados al vertido de salmuera en la Bahía de Quintero, proporcionando una base sólida para contrastar los hallazgos con referencias científicas y normativas internacionales.

Fuente: Elaboración propia.

III.3 Objetivo Específico N°3

El desarrollo del objetivo N°3 consistió en comparar las percepciones de riesgo de la comunidad de Quintero y Puchuncaví, recopiladas mediante encuestas en el objetivo N°2, con los resultados obtenidos de la revisión científica internacional realizada en el objetivo N°1. Este análisis permitió identificar coincidencias, divergencias y vacíos entre las perspectivas locales y los datos documentados a nivel internacional, ofreciendo una visión integral de la problemática asociada a los vertidos de salmuera.

Para lograr este contraste, los datos de ambos objetivos fueron organizados en matrices comparativas, estructuradas en categorías comunes como impactos ambientales. Estas categorías facilitan el análisis sistemático, permitiendo explorar cómo las percepciones locales se alinean o diferencian de los hallazgos científicos internacionales. Se realizaron finalmente matrices de Análisis del resultado 3 “Relación Entre Las Percepciones De Riesgo Comunitarias Y La Literatura Científica Internacional Sobre El Vertido De Salmuera”, quedando como temáticas finales de impacto ambiental de la salmuera las siguientes: dispersión Salina, Temperatura, organismos bentónicos y planctónicos y metales. En el desarrollo de esta investigación, se ha utilizado inteligencia artificial como herramienta de apoyo para la redacción y el análisis de documentos, así como para la elaboración de algunos mapas conceptuales. Estas herramientas han facilitado la organización de la información y la generación de contenidos estructurados, permitiendo una mayor eficiencia en la sistematización y presentación de los resultados. Cabe destacar que todo el contenido generado con el apoyo de inteligencia artificial fue revisado y validado por la investigadora para garantizar su precisión, relevancia y alineación con los objetivos del estudio.

III.4 Delimitación Ejes Temáticos

Aunque los objetivos específicos de esta investigación no enuncian de forma explícita las variables ambientales, en el desarrollo del Objetivo 1 —centrado en la revisión científica— permitió identificar y delimitar con mayor precisión los riesgos ambientales más recurrentes asociados al vertido de salmuera.

A partir de este análisis documental emergieron de manera inductiva cuatro ejes temáticos clave: **salinidad, temperatura, organismos bentónicos y planctónicos, y metales pesados**. Estos ejes fueron utilizados para estructurar tanto el diseño del instrumento de encuesta (Objetivo 2) como el contraste entre evidencia científica y percepción comunitaria (Objetivo 3), asegurando así la coherencia metodológica del estudio.

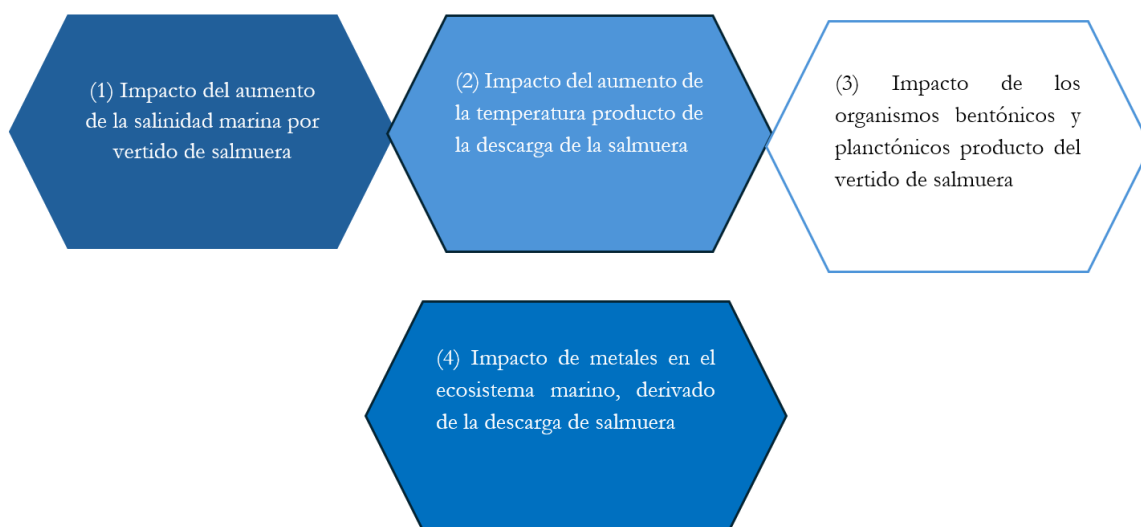
La integración de estos ejes (véase en Anexo N°3) como categorías analíticas permitió un abordaje más específico, ambientalmente fundado y relevante para el contexto de la Bahía de Quintero-Puchuncaví.

IV. RESULTADOS

IV.1 Resultado 1: Revisión de literatura científica sobre el vertido de salmuera al mar

En el presente apartado se exponen los resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica sobre el vertido de salmuera al medio marino, incorporando casos internacionales y nacionales. El análisis se centra en los principales parámetros ambientales potencialmente afectados por este efluente —salinidad, temperatura, comunidades bentónicas y planctónicas, y concentración de metales—, categorías definidas para estructurar la comparación y discusión de hallazgos.

La selección de estudios incluyó investigaciones desarrolladas en diversas regiones del mundo con condiciones oceanográficas y tecnológicas distintas, así como antecedentes recientes de la costa pacífica de Chile. Esta revisión busca establecer en qué medida las características locales podrían influir en la dispersión y atenuación de los posibles impactos, considerando tanto evidencias de efectos adversos como de ausencia de impactos significativos.



IV.1 Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera

El primer eje de análisis se centra en los efectos del aumento de la salinidad marina provocado por la descarga de salmuera, un aspecto documentado en la literatura científica. La salmuera constituye un efluente hipersalino que, al ser liberado en ambientes marinos, podría potencialmente generar impacto ambiental negativo en el mar y poner en riesgo el equilibrio osmótico de numerosas especies, en especial aquellas con baja tolerancia a fluctuaciones en la concentración de sales u otros productos que lleva la salmuera generada por plantas desaladoras. Esta sección revisa estudios empíricos realizados en distintas regiones del mundo para identificar cómo la variabilidad en las condiciones oceanográficas, como las corrientes, la morfología costera o la profundidad del difusor, y el tipo de tecnología empleada influyen en la dispersión de la salmuera. Estos factores son determinantes para evaluar el alcance espacial del impacto salino y su potencial efecto sobre la biodiversidad del entorno marino inmediato al punto de descarga.

Antes de iniciar el análisis documental, es fundamental considerar los niveles naturales de salinidad (expresados en PSU) de las distintas zonas geográficas incluidas en el estudio. Esta variable ambiental base es clave para interpretar correctamente los efectos del vertido de salmuera, ya que determina el umbral de alteración que podría generar impactos ecológicos en cada región. A continuación, se presenta una tabla comparativa que resume la salinidad natural registrada en los sitios analizados (vertido en el mar, de cada planta desaladora), tanto a nivel nacional como internacional. La Tabla N°2 presenta un resumen comparativo de los niveles de salinidad natural (en PSU) en diversas zonas costeras a nivel internacional, incluyendo Chile, España, Medio Oriente y Estados Unidos, con sus respectivas fuentes.

Tabla 2: Salinidad natural del mar

Región / País	Ubicación	Salinidad Natural (PSU)	Observaciones / Fuente
Chile	Quintero	34,4–35	Sola et al. 2024
Chile	Antofagasta	34,4–35	Sola et al. 2024
Chile	Caldera	34,4–35	Sola et al. 2024
Chile	Coquimbo	34,4–35	Sola et al. 2024
España	Jávea, Alicante, Murcia	37,5–38,7	Sola et al. 2020
Israel	Ashkelon, Hadera, Soreq	38–40	Grossowicz et al. 2020
Israel	Palmachim	38–40	Kress et al. 2020
Arabia Saudita	Yanbu, Jeddah, Jubail	39–40	Aljohani et al. 2022
Arabia Saudita	Shuqaiq, Haql	39–40 (estimado)	Estimación basada en Mar Rojo
Argelia	Bousfer	35,5	Benaissa et al. 2020
Bahréin	Al Dur	42–43	Osaimi et al. 2019
Emiratos Árabes	Abu Dhabi	40–42 (estimado)	Estimación para Golfo Pérsico
Egipto	Galalah	40–42	Ali Nada et al. 2024
Irán	Konarak (Chabahar Bay)	38	Nooti et al. 2021
EE.UU.	Carlsbad, California	35	Promedio océano Pacífico

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, la comparación entre experiencias nacionales e internacionales permite comprender cómo los factores oceanográficos y tecnológicos inciden directamente en la dispersión de la salmuera y su efecto sobre la salinidad marina. Tal como podemos observar en la tabla N°3, las plantas desalinizadoras en Chile emplean tecnología RO, al igual que el proyecto Aconcagua en Quintero, la desaladora de la Bahía de Quintero destaca, aunque en construcción, proyecta la implementación de difusores profundos y sistemas de alta dispersión, lo que favorece la gestión ambiental de las descargas de salmuera (Soluciones en Gestión Ambiental, 2018a, 2018b). Asimismo, es posible evidenciar que, en Chile, se posee un mar con corrientes hidrográficas rápidas, tal es el caso de Antofagasta, donde las corrientes presentan velocidades de 30 cm/s aproximadamente (Escribano & Hidalgo, 2001), lo que facilita la dispersión natural de la salmuera en el entorno marino. Por el contrario, en contextos internacionales como el de España, donde las corrientes hidrográficas son más lentas, como es el caso del mar mediterráneo con corrientes de 19,59 cm/s (Echeverría Cabodevilla, 2017).

Dentro de las experiencias revisadas destacan también las españolas, como es el caso de la desaladora San Pedro de Pinatar. Esta, consta de una tubería de vertido de 5 km de extensión, con un difusor a 34,9 m de profundidad, los que han logrado reducir significativamente la salinidad marina y favorecer la recuperación de comunidades bentónicas ubicadas en la zona (Sola et al., 2020a). En el caso de Alicante, por otro lado, se establecieron diluciones previas al vertido, acompañadas de programas de monitoreo que permitieron la recuperación de praderas de Posidonia oceánica y equinodermos existentes. Por su parte, en Jávea, se optó por descargar el efluente en un canal artificial anóxico, acompañado de sistemas de dilución y un monitoreo. Siendo estas estrategias altamente efectivas en la protección de los ecosistemas locales (Sola et al., 2020b). En la Imagen N°26 expone los efectos ecológicos del vertido de salmuera en ambientes marinos, destacando estudios realizados en el Golfo Pérsico e Israel.

Imagen 26: Vertidos de salmuera en el mundo

Efectos Ecológicos de la Salmuera y Estrategias de Vertido
En el Golfo Pérsico, en tanto, los resultados muestran que las descargas de salmuera de las plantas desalinizadoras aumentaron la salinidad promedio anual de la cuenca en 0,43 g/kg, con impactos regionales significativos en la región suroeste, donde la salinidad incrementó hasta 4,3 g/kg. Es decir, los 4,3 g/kg representan el aumento en la cantidad de sal disuelta en cada kilogramo de agua de mar causado por las descargas de salmuera. Este incremento afecta el equilibrio natural del ecosistema marino debido a la baja capacidad de recambio de aguas en esta zona. Estos hallazgos destacan la importancia de considerar la ubicación de las descargas para minimizar los impactos ambientales regionales (Ibrahim & Eltahir, 2019). Asimismo, en esta experiencia se releva la importancia de los difusores y de la profundidad o distancia de los mismos respecto de la costa. La distancia a la que se ubican los emisarios o difusores de salmuera desde la costa juega un rol crítico en la mitigación de impactos ambientales. Cuando los vertidos se realizan muy cerca del litoral, existe una mayor probabilidad de afectar negativamente a organismos bentónicos y macroalgas que habitan en zonas someras, especialmente debido a la exposición prolongada a condiciones de hipersalinidad (Vicuña et al., 2022). Este riesgo se incrementa cuando la salmuera no logra diluirse rápidamente y mantener los niveles de salinidad cercanos a los valores naturales. Por esta razón, diversas normativas internacionales, buscan garantizar que el vertido se produzca en zonas suficientemente profundas y dinámicas, donde las condiciones oceanográficas favorezcan una dilución eficiente y reduzcan el riesgo ecológico sobre la biodiversidad costera. Por otro lado, también se destaca el método de premezcla de salmuera con agua de enfriamiento, como se realiza en las plantas de Hadera y Ashkelon, en Israel. Este procedimiento, es más efectivo para minimizar el impacto en el ecosistema marino, ya que neutraliza la densidad de la salmuera, reduciendo significativamente su propagación y efectos en la circulación marina. En cambio, con los difusores submarinos, utilizados en plantas como Ashdod, Palmachim y Soreq, aunque diluyen la salmuera rápidamente en el área cercana, generan corrientes densas que pueden propagarse y afectar la dinámica costera y los ecosistemas marinos a mayores distancias. Por lo tanto, la premezcla es considerada una opción más sostenible y menos dañina para el medio ambiente marino en comparación con el uso de difusores submarinos (Wood et al., 2020).

Fuente: (Ibrahim & Eltahir, 2019; Vicuña et al., 2022; Wood et al., 2020)

Cabe mencionar que se realizaron investigaciones realizadas por Sola, et al. (2024) en las costas del pacífico chileno, en relación a los resultados, el artículo científico detalla:

"La línea costera de Chile se caracteriza por fuertes corrientes e hidrodinámismo Salinidad natural menor que otras regiones (salinidad natural promedio de 34,4 psu vs. 37,5 psu en el Mediterráneo o 40 psu en el Mar Rojo), y dinámica oceanográfica y geomorfológica (p. ej. Fondo marino con pendiente pronunciada y gran profundidad)" (p. 9).

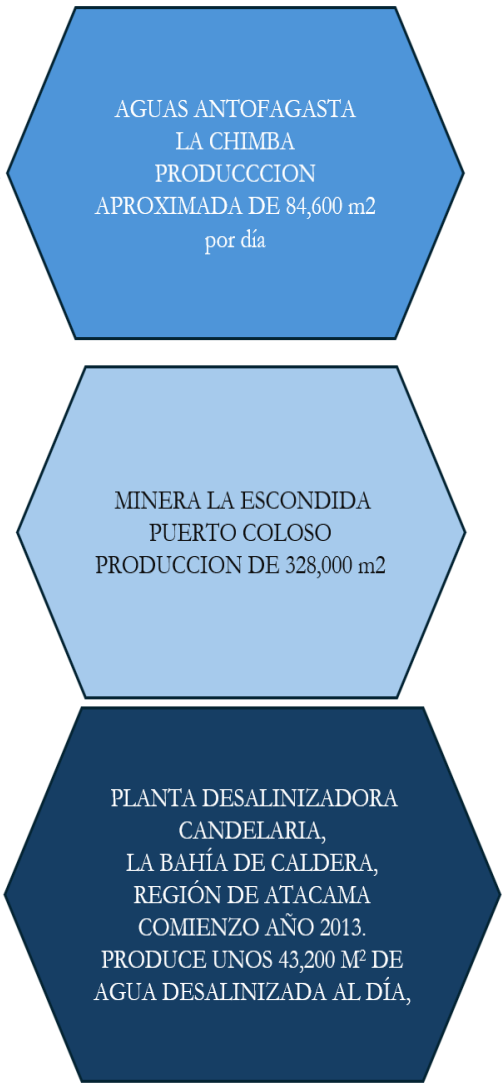
En la próxima Imagen N°27, se presenta el análisis de tres plantas desalinizadoras en el norte de Chile (Antofagasta, Minera Escondida y Candelaria), destacando sus niveles de producción y el comportamiento de la salmuera.

Imagen 27: Estudio Insitu vertido Salmuera

Fue investigar como la salmuera se dispersa en el mar, dentro de este estudio, el equivalente a la cantidad de agua potable consumida por una ciudad mediana. Los resultados mostraron que la salmuera se diluye rápidamente de ser descargada al mar, reduciendo su impacto ambiental a menos de 5% de aumento respecto del PSU natural, en un radio de 100 metros desde el punto de descarga (Sola et al., 2024)

Otra de las plantas estudiadas fue la Planta desalinizadora Minera Escondida, su principal finalidad es abastecer de agua a la industria minera de la región. A pesar de ser una planta considerablemente más grande, los investigadores encontraron que, para este caso, la salmuera también se diluye rápidamente, y el impacto en la salinidad del agua del océano es limitado. (Sola et al., 2024)

Por último, también se analizó la Planta desalinizadora Candelaria, ubicada en la Bahía de Caldera, región de Atacama y cuyo comienzo de operaciones data del año 2013. Candelaria produce unos 43,200 m² de agua desalinizada al día, utilizada principalmente en la minería. Al igual que en las otras plantas, se observó que la salmuera se diluye en el océano sin generar un aumento significativo de la salinidad en el agua cercana (Sola et al., 2024)



Fuente: (Sola et al., 2024)

De esta forma, los hallazgos claves del estudio indican, que, la salmuera se diluye rápidamente, con un incremento de la salinidad inferior al 5% (respecto al PSU natural) en un radio de menos de 100 metros desde el punto de descarga de salmuera. Esto sugiere que el impacto en los ecosistemas marinos cercanos es mínimo gracias a las condiciones oceanográficas locales, como la velocidad y fuerzas de las corrientes y la geomorfología del mar chileno. En comparación con otras áreas del mundo, como el Mediterráneo o el Golfo Pérsico, donde la salmuera tarda más en dispersarse, las plantas en Chile presentan una dilución mucho más rápida. También los investigadores postulan la necesidad de la implementación de tecnologías más avanzadas y monitoreos constantes para asegurar que los ecosistemas marinos no sufran daños a largo plazo. El estudio recomienda establecer regulaciones ambientales específicas que limiten el aumento de salinidad causado por las descargas de salmuera, que no se supere el 5% del PSU natural, en un radio de 100 metros, debido a que a esa distancia desde el punto de descarga, la salmuera debería volver a su PSU natural para no generar un impacto en el ecosistema marino (Sola et al., 2024).

El estudio de Sola et al 2024 nos explica entonces que la salmuera para el caso chileno no representa un peligro para las condiciones marinas naturales, debido a dos grandes causas: primero, porque Chile presenta condiciones oceanográficas con fuerza y velocidad de las corrientes, así como también, se cuenta con una pendiente marina abrupta, entre otras características, contribuyen a que naturalmente exista una dilución rápida de la salmuera, una segunda causa es que el mar chileno tiene un nivel de salinidad más bajo en comparación a otros océanos. Asimismo, las tecnologías implementadas en el caso chileno, al ser este un país que ha potenciado la desalinización de manera reciente, son de mejor calidad que las implementadas en otras experiencias internacionales, por lo que los impactos tienden a ser menores (Sola et al., 2024).

En la Tabla N°3 se observa que los difusores profundos juegan un rol fundamental al permitir que la salmuera se mezcle en capas más profundas de la columna de agua, donde la capacidad de dilución es mayor. Esta estrategia reduce significativamente la permanencia de concentraciones hipersalinas en el entorno inmediato del punto de vertido, disminuyendo así los riesgos sobre la biodiversidad bentónica. Un ejemplo actual es el proyecto en construcción en Quintero, Chile, el cual contempla emisarios con difusores ubicados a más de 20 metros de profundidad y una distancia adecuada desde la costa. Esta configuración, sumada a la presencia de corrientes marinas rápidas, favorecerá una dispersión eficiente y evitará la acumulación de salmuera en zonas sensibles. Además, se ha considerado el monitoreo continuo de salinidad y calidad del agua, lo cual permitirá detectar a tiempo cualquier anomalía y ajustar las operaciones para prevenir impactos ambientales. Asimismo, en casos ya operativos como Aguas Antofagasta, se ha demostrado que profundidades de descarga de al menos 15 metros permiten alcanzar una alta dispersión, lo que se traduce en un impacto ambiental acotado. En la tabla 3 se puede observar que en Chile (Bahía Caldera, La Chimba, Puerto Coloso) presentan las condiciones más favorables para una rápida dilución de la salmuera gracias a su geomorfología marina. En Konarak (Irán), aunque tiene tecnología RO, se encuentra en un entorno con capacidad de dispersión intermedia, por lo que los impactos podrían ser mayores si no se controla adecuadamente. Respecto a Yanbu (Arabia Saudita) con difusores superficiales y con corrientes intermedias.

Tabla 3: Alta dispersión

Dispersión: Alta				
SALINIDAD Variables del Entorno (Oceanografía, Hidrografía, Geomorfología)	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: Rápida	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: Rápida	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: Rápida
	Geomorfología Pendiente: Pronunciada Profundo y abrupta	Geomorfología Pendiente: Pronunciada Profundo y abrupta	Geomorfología Pendiente: Moderada	Geomorfología Pendiente: Pronunciada Profundo y abrupta
	Fondo: Arenoso Fangoso y rocoso	Fondo: Arenoso	Fondo: Arenoso Fangoso	Fondo: Arenoso Rocosos
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo	Quintero	Bahia Caldera		La Chimba; Puerto Coloso
RO / Difusor Superficial			Konarak	
MSF/ Difusor superficial				
MSF-MED-RO / Difusor Superficial			Yanbu	
MSF-RO / Difusor superficial				

Fuente: Elaboración propia

Nota: El caso de **Quintero** corresponde a una planta desalinizadora en etapa de construcción. La información incluida proviene de la modelación hidrodinámica y línea base del Estudio de Impacto Ambiental entre otros, no de monitoreo de operación, además de otros documentos de la zona (Centro de Información de Recursos Naturales, 2022; Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRINMAR), 2019; Escribano & Hidalgo, 2001; Soluciones en Gestión Ambiental, 2018a, 2018b; Superintendencia del Medio Ambiente, 2017)

En la Tabla N°4 se observa que los países categorizados con baja dispersión comparten ciertas condiciones oceanográficas y geomorfológicas comunes: en todos los casos predominan corrientes hidrográficas intermedias y pendientes costeras suaves o moderadas, con fondos arenosos o fangosos.

Esta situación contrasta con el caso de Chile, que presenta corrientes rápidas y pendientes marinas pronunciadas y abruptas, condiciones que favorecen una dispersión más eficiente de la salmuera descargada al medio marino.

Respecto a las Tablas 4 y 5, el análisis comparativo de casos permite evidenciar la importancia crítica de los difusores, especialmente en relación con su ubicación y profundidad. Como se ha señalado previamente (véase Imagen 12, categorías), los emisarios ubicados a mayor profundidad contribuyen significativamente a una rápida dilución de la salmuera, reduciendo su concentración antes de alcanzar áreas sensibles del ecosistema marino. Esta capacidad de dispersión es clave para minimizar los impactos negativos sobre la biodiversidad bentónica y planctónica en el entorno inmediato a las plantas desalinizadoras.

Tabla 4: Baja Dispersión

	Dispersión: baja					
SALINIDAD Variables del Entorno (Oceanografía, Hidrografía, Geomorfología)	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Suave Fondo: Arenoso Rocoso	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Suave Fondo: Arenoso	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Moderada Fondo: Arenoso	Corriente y Dinámica y hidrográfica: Intermedia Geomorfología Pendiente: Suave Fondo: Arenoso Fangoso	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: moderada Fondo: Arenoso Rocoso	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Pronunciada Fondo: Arenoso Rocoso
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo			Ashkelon/ Hadera	San Pedro Pinatar	Palmachin/ Soreq/ Galalah/ Carlsbad	
RO / Difusor Superficial	Javea	Alicante		Bousfer/Bathein		
MSF/ Difusor superficial					Shuqaiq	
MSF-MED-RO / Difusor Superficial	Abu Dabi					
MSF-RO / Difusor superficial						Jubail

Fuente: Elaboración Propia

Nota: En el caso de España, se revisó bibliografía adicional con el fin de obtener datos de la velocidad de la corriente del mar, expresada en centímetros por segundo (cm/s) (Echeverría Cabodevilla, 2017)

Tabla 5: Dispersión No especificada

Dispersión: No especifica		
SALINIDAD Variables del Entorno (Oceanografía, Hidrografía, Geomorfología)	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Moderada Fondo: Arenoso Rocoso fangoso	Corrientes y Dinámica Hidrográfica: intermedia Geomorfología Pendiente: Pronunciada Profundo y abrupta Fondo: Arenoso
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo		
RO / Difusor Superficial	Haql	Coquimbo la Higuera
MSF/ Difusor superficial		
MSF-MED-RO / Difusor Superficial		
MSF-RO / Difusor superficial		

Fuente: Elaboración Propia

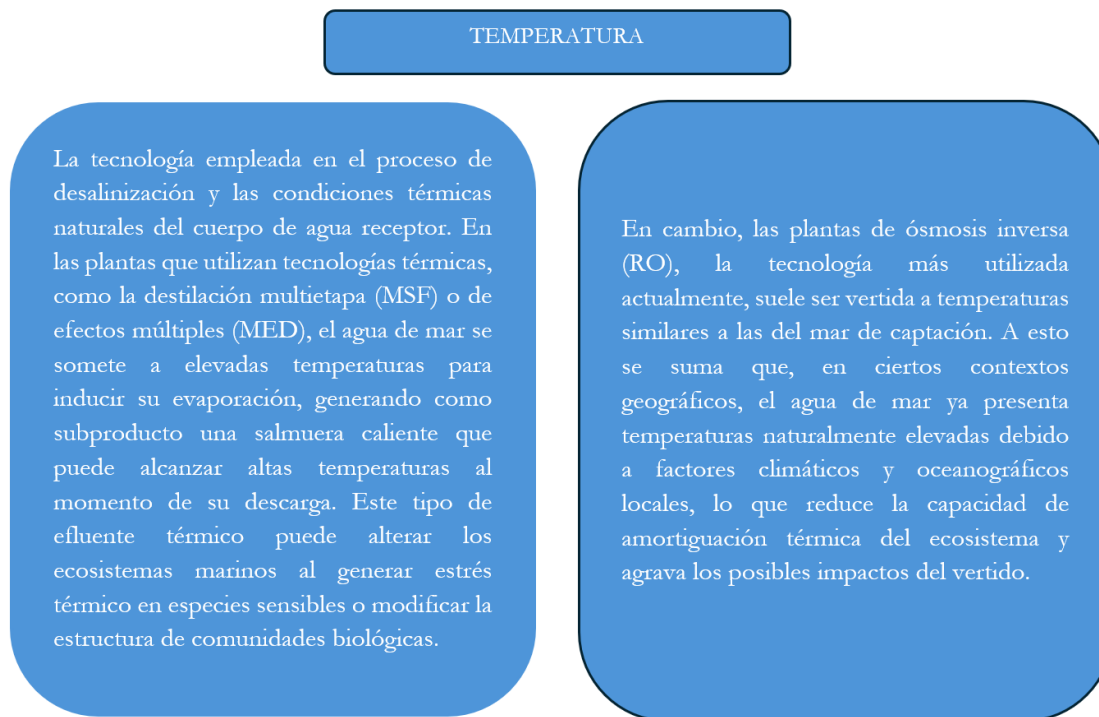
Para estimar la velocidad de las corrientes marinas en las áreas de emplazamiento de las plantas desalinizadoras se utilizaron tres fuentes principales: a) mediciones propias efectuadas en la etapa de recopilación de datos, b) datos obtenidos de informes técnicos y documentos oficiales revisados en la etapa de análisis, c) información complementaria proveniente de cuatro documentos específicos no incluidos en la revisión de literatura principal. Estos datos se consolidaron en estas tres tablas comparativas anteriores, expresando la velocidad promedio de la corriente en centímetros por segundo (cm/s) y sirviendo como insumo para el análisis comparativo de condiciones oceanográficas en cada ubicación.

En síntesis, la revisión de literatura científica evidencia que los impactos del aumento de salinidad marina por vertido de salmuera varían según las condiciones oceanográficas y tecnológicas de cada región. En Chile, estudios recientes como el de Solá et al. (2024) indican que plantas como La Chimba, Coloso y Caldera, que operan con tecnología de ósmosis inversa y emisarios profundos en zonas con corrientes rápidas (~30 cm/s), favorecen una dispersión eficiente de la salmuera. Estas condiciones contrastan con las observadas en España, donde las corrientes son más lentas (~19,6 cm/s) y requieren sistemas de dispersión más complejos. La costa chilena presenta un hidrodinamismo

elevado, salinidad natural más baja (34–35 PSU) y una morfología oceánica que potencia la dilución, a diferencia de otros mares como el Mediterráneo (37,5 PSU) o el Mar Rojo (40 PSU). Según la evidencia disponible, el incremento de salinidad en aguas chilenas asociado a la operación de plantas desalinizadoras es inferior al 5 % a 100 m del punto de descarga, por tanto, la dilución en el mar chileno logra que vuelva a su PSU natural rápidamente, no sobrepasando al 5% respecto del PSU natural, lo que demuestra un bajo impacto ambiental en el contexto nacional chileno, a diferencia de lo documentado en otros países.

IV.2 Impacto del aumento de la temperatura producto de la descarga de la salmuera

La temperatura de la salmuera descargada por las plantas desalinizadoras puede variar significativamente en función de dos factores:



En este contexto, se vuelve fundamental analizar el impacto térmico asociado a la devolución de salmuera al mar. La literatura técnica y ambiental ha identificado que aumentos locales de temperatura pueden generar efectos ecológicos importantes en especies sensibles, alterar tasas metabólicas y modificar los patrones de comportamiento de organismos marinos. En este apartado se sistematizan los estudios más relevantes que exploran los efectos térmicos sobre la biodiversidad, así como las estrategias de mitigación aplicadas, entre ellas el enfriamiento previo del efluente y la ubicación estratégica de los emisarios. La Imagen N°28 sintetiza hallazgos recientes sobre los impactos ambientales asociados a la descarga de salmuera, con énfasis en la temperatura,

Imagen 28: Impacto salmuera/ temperatura

IMPACTOS AMBIENTALES ASOCIADOS A LA DESCARGA DE SALMUERA EJE TEMPERATURA
En relación con la temperatura, por ejemplo, en Israel, se determinó que el impacto ambiental de las descargas de salmuera de plantas desalinizadoras, durante seis años de monitoreo, los efectos ambientales negativos fueron bajos. No obstante, en la temperatura del agua se estableció un incremento (hasta 0,7%). Por otra parte, no se encontraron cambios significativos en otros parámetros importantes como el oxígeno (Kress, 2019c). En la planta desalinizadora de Konarak, ubicada en la Bahía de Chabahar, la salmuera se mezcla con el agua cercana a la costa, pero provoca un aumento significativo en la salinidad y la temperatura del agua en el área de descarga, con una diferencia de hasta 2 °C con respecto al agua circundante. La zona de dilución inicial (el área donde la salmuera comienza a mezclarse con el agua) fue de menos de 50 m, lo que significa que el impacto de la salmuera puede sentirse rápidamente en las cercanías de la costa. Esto podría afectar a los organismos marinos locales, ya que los cambios en la salinidad, temperatura y acidez pueden ser perjudiciales para ellos (Noori et al., 2021). Estudio de vertidos de salmuera de las plantas desalinizadoras en la cuenca levantina del Mediterráneo, afectaron las redes tróficas marinas, como el plancton. Los resultados mostraron que el aumento de la salinidad como el de la temperatura pueden alterar el equilibrio de los ecosistemas marinos, pero la temperatura tuvo el impacto más negativo. Esto destaca la necesidad de realizar una gestión más cuidadosa de las plantas desalinizadoras, considerando no solo la salinidad del agua vertida, sino también la temperatura, para minimizar los daños a los ecosistemas marinos. (Grossowicz et al., 2020). En resumen, estos estudios muestran que las descargas de salmuera de las plantas desalinizadoras tienen un impacto ambiental que varía según la ubicación de la descarga, los patrones estacionales y otros factores locales. Por lo tanto, es fundamental realizar un monitoreo continuo y tomar decisiones de planificación estratégica para minimizar los efectos negativos sobre los ecosistemas marinos. En un estudio realizado en las costas de Arabia Saudita, se utilizó el software Delft3D para modelar la dispersión de salmuera y descargas térmicas provenientes de plantas desalinizadoras. Los resultados indican que la propagación de estos efluentes depende significativamente de factores como los patrones estacionales de circulación y la presencia de remolinos locales, los cuales influyen en la mezcla vertical y horizontal del agua. Asimismo, se concluyó que las descargas realizadas en zonas alejadas de la costa tienden a generar un menor impacto ambiental en comparación con las descargas costeras, lo que subraya la importancia de integrar evaluaciones estratégicas en la planificación de nuevas plantas desalinizadoras para mitigar los efectos ecológicos adversos. (Aljohani et al., 2022).

Fuentes: Noori et al. (2021), Grossowicz et al. (2020), Aljohani et al. (2022).

Para la explicación de la Tabla N°6, se utilizó como referencia la normativa establecida por la Environmental Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos. Según esta regulación, la temperatura del efluente no debe exceder los 2 °C por sobre la temperatura ambiental a una distancia de 100 metros del punto de descarga. Al analizar los datos presentados en la tabla, se observa que existe una alta dispersión térmica en plantas ubicadas en Chile, California, España, Bousfer, Palmachim, Hadera, Yanbu y Jeddah, lo que indica que en estas instalaciones no se genera un impacto térmico significativo. Este buen desempeño térmico suele estar asociado al uso de tecnologías avanzadas como la ósmosis inversa y la incorporación de difusores profundos, incluso en aquellos casos donde la dispersión salina no es elevada. Por otro lado, se identifican incumplimientos de la normativa de la EPA en algunas plantas, a pesar de registrar alta dispersión térmica, como es el caso

de Jubail. Asimismo, otras instalaciones presentan baja dispersión térmica y no cumplen con el estándar EPA, entre ellas Ashkelon, Baréin, Konarak, Shuqaiq y Abu Dabi. Estos casos sugieren que, más allá de la tecnología instalada, el diseño del sistema de descarga y las condiciones hidrodinámicas locales son factores determinantes para evitar impactos térmicos en el medio marino.

Tabla 6: Temperatura/ Dispersión

TEMPERATURA Variables (Dispersión)	☑ Cumple con el EPA		⚠ Incumplimiento EPA		Baja Dispersión Térmica / Dispersión no detalla	No detalla Temperatura / Baja Dispersión	No detalla Dispersión Térmica / Dispersión Alta
	Alta dispersión térmica /Alta Dispersión	Alta dispersión térmica/Baja Dispersión	Baja dispersión térmica /Alta Dispersión	Baja dispersión térmica /Baja Dispersión			
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo	Puerto Coloso /Bahía Caldera / La Chimba	San Pedro Pintatar/ Palmachin / Hadera /Carlsbad		Ashkelon		Soreq / Galalah	
RO / Difusor Superficial		Javea/ Alicante / Bousfer		Barhein / Konarak	Haql		La Higuera Coquimbo
MSF/ Difusor superficial				Shuqaiq			
MSF-MED-RO / Difusor Superficial	Yanbu			Abu Davi			
MSF-RO / Difusor superficial		Jeddad	Jubail				

Fuente: Elaboración propia

IV.3 Impacto en los organismos bentónicos y planctónicos producto del vertido de salmuera

Esta sección se concentra en evaluar cómo el vertido de salmuera afecta a los organismos bentónicos (que habitan el fondo marino) y planctónicos (que flotan en la columna de agua). Estos organismos son bioindicadores clave de la salud de los ecosistemas marinos y su respuesta a condiciones alteradas —como el aumento de salinidad, temperatura o presencia de químicos— permite identificar impactos ecológicos directos y acumulativos. Se presenta aquí una revisión comparativa de estudios internacionales que han medido la supervivencia, movilidad, fisiología y composición de comunidades biológicas expuestas a salmuera, con especial atención a aquellos más sensibles o endémicos. La Imagen N°29 presenta dos estudios de caso sobre el impacto de la salmuera en organismos marinos, abordando experiencias contrastantes en Chile y España.

Imagen 29: Impacto de la salmuera en organismos marinos

Impactos salmuera (-/+)
En un estudio experimental reciente se evaluaron los efectos fisiológicos subletales de la salinidad elevada sobre larvas de <i>Concholepas concholepas</i>, una especie de importancia ecológica y pesquera en el litoral chileno. Aunque el estudio se realizó en condiciones de laboratorio, las soluciones de salmuera fueron simuladas para reproducir concentraciones extremas asociadas a descargas desde plantas desaladoras. Las larvas expuestas a salinidades superiores a 38 PSU mostraron un aumento en el metabolismo, y por sobre los 48 PSU, una disminución significativa en su capacidad natatoria. Es decir, aunque las larvas no mueren, quedan funcionalmente afectadas, con un nivel de actividad tan bajo que limita su viabilidad ecológica (Manríquez et al., 2024). Sin embargo, al comparar estos resultados con estimaciones empíricas para la costa chilena —donde la salinidad promedio del mar es de 34 PSU—, y considerando que una descarga adecuadamente diluida no debería aumentar más de un 5% la salinidad del agua circundante (Sola et al., 2024), se calcula que el incremento real sería de solo 1,7 PSU. Esto implicaría un valor total de aproximadamente 35,7 PSU, muy por debajo de las concentraciones usadas en laboratorio. Por otro lado, un estudio de 17 años en España demostró que una gestión ambiental adecuada, implementada en conjunto entre científicos y operadores de plantas desalinizadoras, puede minimizar significativamente los impactos del vertido de salmuera. En dicho caso, se utilizó un canal artificial de bajo valor ecológico para facilitar la dilución previa al ingreso al mar. El seguimiento evidenció estabilidad en <i>Posidonia oceánica</i> y equinodermos, además de un aumento en la diversidad de peces (Sola, 2019). Asimismo, un estudio sobre <i>Zostera chilensis</i>, planta marina endémica del litoral centro-norte de Chile y en peligro de extinción, reveló que la exposición a salinidades elevadas (37 y 40 PSU) causó disminución en la capacidad fotosintética, estrés oxidativo y activación de mecanismos de defensa. Aunque no se observó mortalidad, el deterioro funcional fue evidente, por lo que se recomienda evitar cualquier vertido de salmuera en zonas donde existan praderas de esta especie, incluso si la exposición es breve (Blanco-Murillo et al., 2023).

Fuente: (Blanco-Murillo et al., 2023; Manríquez et al., 2024; Sola, 2019b; Sola et al., 2024)

Las plantas desalinizadoras de Chile destacan por utilizar (RO) con difusores profundos y sistemas de captación innovadores que minimizan el impacto ambiental que evitan la succión directa, protegiendo organismos marinos bentónicos y planctónicos. Es importante exponer la evidencia científica sobre los efectos de la descarga de salmuera en organismos bentónicos y planctónicos, los cuales representan componentes clave en la salud de los ecosistemas marinos, en la imagen N°30 se puede profundizar.

Imagen 30: Impactos Organismos Bentónicos y planctónicos

Impactos En Organismos Bentónicos Y Planctónicos
En España, la gestión de las descargas de salmuera ha permitido minimizar los impactos ambientales, particularmente en especies sensibles como <i>Posidonia oceánica</i>. Esto se logró con monitoreos ambientales y estrategias como la dilución previa del efluente y el uso de difusores. Se han reducido los efectos negativos en la biodiversidad marina y hábitats bentónicos; además, se han combinado con la colaboración entre científicos y la industria, lo que ha facilitado a plantas desaladoras mejorar su gestión ambiental, reduciendo los riesgos (Sola et al., 2020a). En un contexto internacional, la planta desaladora de Jávea, en España, ha adoptado una estrategia de captar agua de pozos antrópicos, lo que reduce significativamente el impacto directo sobre los ecosistemas marinos (Sola et al., 2020a). Otro estudio, en Bousfer, de la costa de Argelia, determinó impactos en organismos conocidos popularmente como “lapas”. Se evidenció que las descargas de salmuera generan impactos negativos, incluso durante el invierno, cuando la producción se reduce a 2.500 m³/día. Utilizando la <i>Patella rustica</i> como especie centinela, se detectaron altos niveles de estrés oxidativo y daño genotóxico en los organismos expuestos, asociado a cambios fisicoquímicos como el aumento de la salinidad y sólidos disueltos, junto con una disminución del oxígeno disuelto y el pH en las aguas cercanas al punto de descarga. Estos efectos se atribuyen a la exposición continua a contaminantes químicos presentes en la salmuera, evidenciando que el impacto de la planta persiste, aun en periodos de baja actividad (Benaissa et al., 2020). Las descargas de salmuera en Ashkelon impactaron principalmente a los organismos bentónicos (moluscos, invertebrados y plantas marinas) debido al aumento de nitrógeno en los sedimentos, alterando su hábitat y salud. Este nitrógeno también afectó a los peces carnívoros que se alimentan de estos organismos, mostrando un efecto en la cadena alimentaria. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el zooplancton, cuya abundancia y diversidad permanecieron estables. Los impactos negativos son más evidentes en organismos del fondo marino (Grossowicz et al., 2021). Por otro lado, se evidenciaron diferencias significativas entre las estaciones de descarga y control en tres plantas desalinizadoras ubicadas en la costa mediterránea de Israel: Ashkelon, Hadera y Soreq. Las comunidades de foraminíferos bentónicos mostraron una menor abundancia y riqueza en las áreas cercanas a los puntos de descarga de salmuera, siendo las especies orgánicas-aglutinadas las más afectadas debido a su alta sensibilidad a la salinidad elevada. Estos resultados subrayan la necesidad de mitigar las concentraciones de salmuera para reducir los impactos en los ecosistemas costeros (Kenigsberg et al., 2020).

Fuente: (Benaissa et al., 2020; Grossowicz et al., 2021; Kenigsberg et al., 2020; Sola et al., 2020b)

Un estudio que analizó los riesgos de instalar una planta desalinizadora en Bahía Chascos, Región de Atacama, en el hábitat de la *Zostera chilensis*, una planta marina en peligro de extinción. Las descargas de salmuera podrían aumentar la salinidad, esta especie no tolera un PSU por encima de los 37, siendo su límite tolerable, mayor a ese rango le generaría estrés osmótico y oxidativo que afecta su fotosíntesis y pone en riesgo su supervivencia. Este impacto amenaza el equilibrio del ecosistema costero, clave para actividades humanas como pesca y turismo, subrayando la importancia de controlar las descargas

de salmuera para proteger la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental. (Blanco-Murillo et al., 2023). Este contexto refuerza la importancia de integrar evaluaciones ambientales rigurosas en el desarrollo de infraestructuras que intervengan en el ecosistema marino.

En la Tabla 7 se puede observar que ciertas plantas desaladoras presentan alteraciones en organismos planctónicos a pesar de contar con condiciones de dispersión consideradas altas o moderadas. Jeddah, que emplea tecnologías combinadas de MSF y RO con difusor superficial, también muestra impactos sobre plancton, lo que sugiere que la eficiencia de dispersión está comprometida por las características del vertido superficial. En un segundo grupo más crítico, conformado por Galalah, Carlsbad, Palmachim, Korarak y Abu Dabi, se observan impactos tanto en organismos planctónicos como bentónicos, acompañados de una baja capacidad de dispersión salina, lo que refuerza la gravedad ecológica de estos casos. Finalmente, en la categoría de baja dispersión con impacto en organismos bentónicos, destacan las plantas de San Pedro del Pinatar, Ashkelon, Hadera, Alicante, Bousfer y Barhein, donde los efectos acumulativos y el inadecuado diseño del sistema de vertido podrían estar generando un deterioro progresivo del hábitat bentónico. Estos hallazgos reafirman la necesidad de que la tecnología de tratamiento se complemente con sistemas de descarga eficientes y adaptados a las condiciones oceanográficas local de cada lugar.

Tabla 7: Organismos Bentónicos y planctónicos

ORGANISMOS BENTÓNICOS y PLANCTÓNICOS Variable Dispersión Salina	Organismos Bentónicos No específica / Planctónicos No Específica /Alta dispersión	Organismos Bentónicos No Alterado / Planctónicos Con Impacto /Alta dispersión	Organismos Bentónicos No Alterado / Planctónicos Sin Impacto /Alta dispersión	Organismos Bentónicos No Alterado / Planctónicos Sin Impacto /Baja Dispersión	Organismos Bentónicos No Alterado / Planctónico Sin Impacto /No Específica dispersión	Organismos Bentónicos Alterado / Planctónicos Con Impacto /Baja Dispersión	Organismos Bentónicos Alterado / /Baja dispersión
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo	Puerto Toloso/Bahía Caldera/ La Chimba Antofagasta			Soreq		Galalah /Carlsbad /Palmachim	San Pedro Pinatar / Ashkelon / Hadera
RO / Difusor Superficial			La Higuera	Javea	Haql	Korarak	Alicante/ Bousfer/ Barhein
MSF/ Difusor superficial				Shuqaiq			
MSF-MED-RO / Difusor Superficial			Yanbu			Abu Dabi	
MSF-RO / Difusor superficial		Jeddah		Jubail			

Fuente: Elaboración Propia

Como se ha evidenciado en los análisis anteriores, los impactos de la descarga de salmuera afectan tanto a comunidades bentónicas como planctónicas, tanto a nivel internacional como en Chile. En

este contexto, resulta fundamental adoptar normativas similares a las establecidas en California, donde se exige que la salinidad no exceda los 2 PSU (~6 % de aumento respecto a la PSU natural) en una radio de 100 metros desde el punto de descarga. De manera complementaria, los resultados de estudios recientes destacan que, para minimizar estos impactos, se recomienda que la salinidad de la salmuera descargada alcance niveles similares a los de la salinidad natural antes de los 100 metros. Desde el punto de descarga, asegurando que el incremento de salinidad no supere el 5 % respecto al nivel natural (PSU) en este rango (Sola et al., 2024). Estas medidas de gestión ambiental son esenciales para garantizar la sostenibilidad de las operaciones y mitigar los efectos adversos en los ecosistemas marinos.

IV.4 Impacto de metales en el ecosistema marino, derivado de la descarga de Salmuera

El análisis se enfoca en los impactos asociados a la presencia de metales pesados y compuestos químicos que pueden estar contenidos en la salmuera. Estos elementos provienen del pretratamiento químico del agua, la corrosión de infraestructuras, o residuos industriales integrados en el proceso. El potencial acumulativo y tóxico de estos compuestos en los sedimentos y organismos marinos representa una de las principales preocupaciones en torno a la sostenibilidad ambiental de las plantas desalinizadoras. Este apartado revisa investigaciones que han identificado presencia de metales como cobre, hierro, níquel y otros contaminantes en zonas cercanas a emisarios, analizando sus efectos ecológicos y su comportamiento en el ambiente marino. La imagen N°31 expone una serie de estudios internacionales sobre los impactos ambientales del vertido de salmuera de plantas desalinizadoras, centrándose en aspectos como la salinidad, los sólidos disueltos totales (TDS), la temperatura y la presencia de metales.

Imagen 31: Estudios internacionales sobre el vertido salmuera

El proceso de ósmosis inversa en plantas desalinizadoras, como en la planta de Bousfer, ha demostrado ser eficiente en la eliminación de impurezas, reduciendo parámetros como sólidos disueltos totales (TDS), cloruros y metales, cumpliendo con los estándares internacionales para agua potable. Sin embargo, el agua residual presenta alta salinidad y residuos químicos como antiespumantes, generando impactos en la costa cercana debido a la dilución mínima de la salmuera (Kassouar & Abi-Ayad, 2024).



En el Golfo y el Mar Rojo, las descargas de salmuera muestran impactos mínimos gracias a la dilución con grandes volúmenes de agua de enfriamiento. Sin embargo, se detecta acumulación de metales de corrosión en sedimentos cercanos, aunque dentro de los límites permitidos (Saeed et al., 2019). En Egipto, las plantas en el Mar Rojo y el Mediterráneo presentan salmuera con TDS 1,3-1,8 veces mayores que en el agua de alimentación, incrementos de turbidez y boro, superando límites normativos. Aunque metales como hierro y manganeso cumplen los estándares, los altos valores de TDS reflejan un impacto significativo en los ecosistemas marinos (Nada et al., 2024).



En el caso de la planta desalinizadora de Al-Dur, ubicada en Bahreín, se observó que las descargas de salmuera provocaron un aumento considerable de la salinidad y la temperatura en las aguas cercanas al punto de vertido, alcanzando valores de hasta 60 PSU y 38.8 °C. Estas condiciones extremas alteraron significativamente la estructura de las comunidades bentónicas, evidenciándose una disminución en la diversidad y abundancia de especies, particularmente en las estaciones de menor profundidad próximas al emisario. En estas zonas impactadas, el grupo de los poliquetos —especialmente la familia *Capitellidae*— fue dominante, lo que indica su potencial como bioindicadores del impacto ambiental asociado a la descarga de salmuera (Al-Osaimi et al., 2020).



La planta de El-Galalah, con tecnología de RO, enfrenta desafíos ambientales por el alto TDS en la salmuera, resaltando la necesidad de monitoreo continuo y cumplimiento normativo para proteger la biodiversidad (Elsaie et al., 2023). En Chile, en el proyecto en Quintero se realizará con un exhaustivo monitoreo de metales pesados, como arsénico, cadmio, mercurio y plomo, en el efluente, verificando que los niveles cumplan con la normativa chilena. Como parte de su compromiso ambiental, se reportará mensualmente a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), reforzando la protección de la biodiversidad marina (Soluciones en Gestión Ambiental, 2017).

Fuente: (Al-Osaimi et al., 2020; Elsaie et al., 2023; Kassouar & Abi-Ayad, 2024; Nada et al., 2024; Soluciones en Gestión Ambiental, 2018a)

En la **Tabla N°8 de Metales** se presenta un análisis comparativo de distintas plantas desalinizadoras considerando dos variables ambientales clave: la concentración de metales en el efluente y la capacidad de dispersión salina del sistema. Estos factores son esenciales para evaluar el riesgo potencial que las descargas de salmuera pueden representar para los ecosistemas marinos, en particular en zonas con baja capacidad de renovación de agua. Entre los casos más destacados, se encuentran las plantas de Puerto Coloso y Bahía Caldera (Chile), que operan con sistemas de ósmosis inversa y difusores profundos, mostrando bajos niveles de metales en sus descargas y una alta capacidad de dispersión salina. Estas condiciones representan un escenario favorable desde el punto de vista ambiental, dado que la rápida dilución reduce el riesgo de acumulación de metales y salinidad excesiva en el entorno cercano.

En contraste, instalaciones como Soreq (Israel) aparecen en la categoría de presencia de metales con baja dispersión salina, lo cual representa un escenario de mayor riesgo ecológico, especialmente en contextos con baja circulación de agua. Situaciones similares se observan en plantas como Boufer, Barhein y Konarak, donde la baja dispersión combinada con la falta de control detallado sobre metales incrementa la posibilidad de impactos en organismos marinos, particularmente bentónicos. Finalmente, algunas instalaciones como San Pedro Pinatar, Javea y Alicante no detallan explícitamente los niveles de metales, aunque operan en condiciones de baja dispersión. Esta falta de información evidencia la necesidad de mejorar los protocolos de monitoreo ambiental y estandarizar los reportes de calidad del efluente, especialmente en zonas costeras con alta biodiversidad.

Tabla 8: Metales

METALES	Bajos en metales / Alta Dispersión Salina	Presencia Metales / Baja Dispersión Salina	Bajo Metales/ Alta Dispersión Salina	Bajos en metales / Baja Dispersión Salina	Bajo Metales/ No detalla dispersión Salina	No Detalla / Baja Dispersión Salina
Ósmosis Inversas (RO)/ Difusor Profundo	Puerto Toloso /Bahía Caldera	Soreq		Ashkelon/ Palmachin/ Hadera /Galalah /Carlsbad		San Pedro Pinatar
RO / Difusor Superficial	La Chimba			Bousfer /Barhein /Konarak	Haql, La Higuera Coquimbo	Javea/ Alicante
MSF/ Difusor superficial			Shuqaiq			
MSF-MED-RO / Difusor		Abu Dabi	Yanbu			
MSF-RO / Difusor superficial				Jubail /Jeddad		

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se consideró como “bajo en metales” aquellos casos en que no se detectó presencia de metales, o bien su concentración estaba por debajo de los límites de preocupación ambiental.

Principales hallazgos:

Respecto al Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera:

La literatura científica señala que la descarga de salmuera puede provocar un aumento localizado de salinidad en cuerpos marinos costeros, lo cual podría afectar la estructura de las comunidades ecológicas, en particular aquellas menos tolerantes a variaciones osmóticas. Este impacto es más severo en ambientes con escasa circulación marina, donde la dilución es lenta y permite la acumulación de salinidad. No obstante, esto es solo en condiciones oceanográficas internacionales y no en Chile. En general los estudios resaltan que el uso de difusores profundos y descargas a gran profundidad puede reducir significativamente este efecto. En el caso chileno, especialmente en la costa norte y centro-norte, las condiciones oceanográficas como corrientes intensas y buena hidrodinámica favorecen una rápida dilución de la salmuera, mitigando los aumentos críticos de salinidad. Además, las plantas desalinizadoras en operación, como las de Mejillones y Tocopilla, han implementado sistemas de descarga con difusores profundos que dispersan el efluente. Esto contribuye a mantener los niveles de salinidad dentro de umbrales ecológicamente seguros para los ecosistemas marinos locales.

Impacto del aumento de la temperatura producto de la descarga de salmuera.

El aumento de la temperatura en los cuerpos marinos, asociado a la descarga de salmuera, depende principalmente del tipo de tecnología utilizada en las plantas desalinizadoras. A nivel internacional, en sistemas que emplean tecnologías térmicas, se han reportado incrementos significativos de temperatura en los efluentes, con impactos potenciales sobre las comunidades marinas. Sin embargo, en el contexto chileno, la mayoría de las plantas en operación utilizan tecnologías de ósmosis inversa (RO), que no generan aumentos de temperatura en

Impacto en los organismos bentónicos y planctónicos producto del vertido de salmuera:

Las investigaciones internacionales muestran que las salmueras concentradas pueden provocar impactos subletales en organismos marinos, incluyendo reducción en la movilidad, alteraciones en el metabolismo y disminución en tasas de crecimiento, especialmente en etapas larvales. La vulnerabilidad es mayor en organismos bentónicos y planctónicos, debido a su contacto directo con las capas de agua cercanas al fondo o a la superficie, donde puede acumularse la salmuera si no hay buena dispersión.

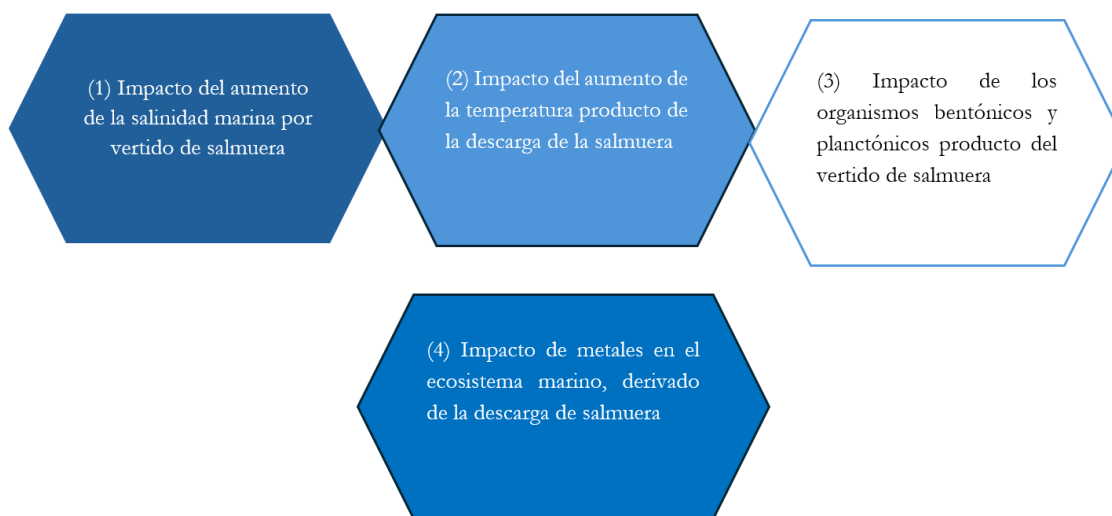
En Chile, estudios recientes han evaluado el efecto de salmueras en larvas de especies clave como *Concholepas concholepas*, evidenciando que, aunque no se observa mortalidad inmediata, sí existen efectos subletales a salinidades elevadas (>38 PSU). No obstante, al ubicarse las descargas en zonas de alta energía hidrodinámica y al utilizar difusores profundos, se ha observado que estos impactos pueden reducirse considerablemente. Esto destaca la importancia de las condiciones locales y del diseño técnico en la minimización del riesgo ecológico.

Impacto de metales en el ecosistema marino, derivado de la descarga de Salmuera: Los metales tienden a fijarse en los sedimentos marinos, particularmente en fondos fangosos, lo que representa un riesgo crónico para organismos bentónicos. A largo plazo, la acumulación de estos elementos puede generar efectos bioacumulativos y alterar la cadena trófica. En el contexto chileno, no se ha evidenciado una presencia significativa de metales en niveles tóxicos en salmueras provenientes de plantas desalinizadoras. Sin embargo, en zonas como Quintero-Puchuncaví, donde coexisten industrias contaminantes, existe preocupación por la interacción entre vertidos industriales históricos y nuevas fuentes como las salmueras. La existencia de fondos fangosos en la bahía podría actuar como reservorio de contaminantes, lo que refuerza la necesidad de monitoreo ambiental continuo y estrategias de manejo integradas para proteger la biodiversidad local.

IV.2 Resultado 2: Encuesta entre la sal y el mar

El segundo objetivo específico de esta investigación fue identificar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero, en relación con el impacto ambiental asociado a la devolución de la salmuera al mar. Para ello, se diseñó una encuesta denominada *Entre la Sal y el Mar*, orientada a conocer las opiniones y creencias de los residentes locales respecto a los posibles efectos ambientales de este proceso.

La encuesta fue estructurada en torno a cuatro dimensiones de análisis, alineadas con los ejes temáticos definidos en el Resultado N°1:



Estas dimensiones fueron seleccionadas por su relevancia tanto en la literatura científica como en las percepciones de las comunidades costeras afectadas.

La siguiente sección presenta los hallazgos derivados de la aplicación de la encuesta “Entre la Sal y el Mar”, instrumento diseñado para identificar y caracterizar las percepciones de riesgo ambiental de la comunidad de Quintero y Puchuncaví respecto al impacto de la devolución de salmuera al mar, generada por la futura operación de la planta desaladora del Proyecto Aconcagua.

IV.1 Diseño Piloto, Aplicación y Caracterización de Encuestas en la Zona de Estudio

Encuesta Piloto

Se inició el proceso con una encuesta piloto, y para dar comienzo al análisis se presenta el siguiente relato, el cual articula diversas percepciones recurrentes dentro de la comunidad respecto al proyecto de desalación y su relación con los impactos acumulativos en el ecosistema local. La Imagen N°32 recoge testimonios directos de habitantes de Quintero, quienes expresan sus percepciones sobre los efectos de la planta desalinizadora en el ecosistema marino y en la vida comunitaria.

Imagen 32: Respuestas encuesta piloto

Tiene algún comentario adicional o sugerencia sobre la planta desalinizadora y su impacto en el ecosistema marino en Quintero?

PERSONA 1

“Por un lado me preocupa el impacto en la biodiversidad marina que repercute directa o indirectamente en los habitantes de la zona, ya que la alta concentraciones de sal no permitirán el normal desarrollo de la biodiversidad, el plancton el kril, todo lo que necesita para que se vaya generando la vida no se puede desarrollar normalmente, muere y eso va a afectar el tema de la pesca artesanal y el paisaje. Los emisores están muy cerca de la bahía, están en primera línea del ecosistema marino y la experiencia del norte nos ha enseñado que se hace una costra de sal, aumenta la alcalinidad, terminarían de enterrar la Bahía. Por otra parte, no estoy de acuerdo porque más del 80 % va a la minera y no en beneficio de las personas de mi comunidad...”

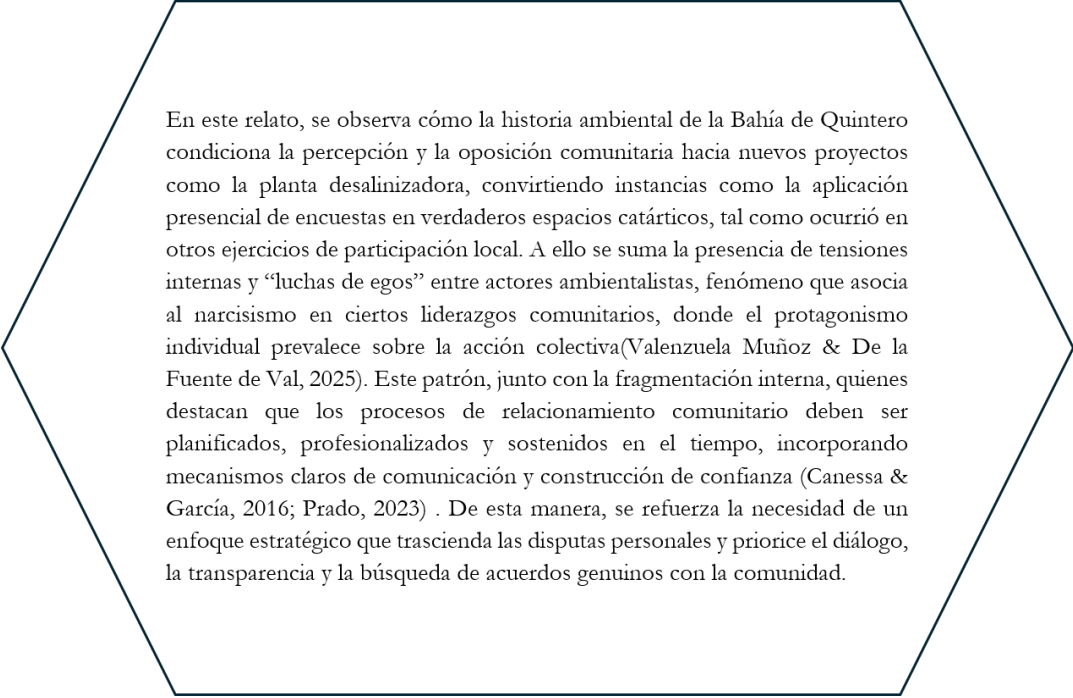
“La contaminación ambiental en la bahía continua, a pesar de que existen normativas vigentes ... no se cumplen ... yo participaba de las mesas ambientales ... deje de asistir no veía cambios de ninguna de las partes ... las compañeras mujeres se desviaron de la causa ambiental ... luchas de egos ... Había poca información disponible sobre los verdaderos impactos ... Los que deben trabajar por el medio ambiente, trabajan para las industrias y solo se preocupan por el desarrollo ... somos un número más para ellos ... un incremento en abortos espontáneos, así como casos de jóvenes que se enferman y mueren debido a la contaminación ... Es una vergüenza que, en las mesas de trabajo, el alcalde diga que somos una de las comunas más pobres de Chile, como vamos a hacer pobres si hay más de 20 empresas, que además contaminan ... la plata de estas industrias no se queda en la comuna sino que se va a las a las comunas donde están las oficinas principales, la plata no se queda acá ... Pintan una muralla ¿y hay que darles las gracias? ... lo que se necesita es un centro de salud bien equipado donde se puedan hacer exámenes a los niños y a toda la comunidad, que a los niños se les pueda tener mascarillas para protegerse en caso de derrames atmosféricos ... A pesar de las mesas de trabajo, se reúnen una vez al mes ... esta el PRAS y el CRAS... No participe más porque me aburrí... porque no se logra nada... Se toman los espacios, hay un camino de ventanas hacia quintero, pero se tomaron el camino, la empresa lo tiene ocupado y no se puede circular ... No confío en la municipalidad ni el alcalde, tampoco en ministerio del medio ambiente, mucho menos en las industrias...”

PERSONA 2

“Falta educar a la población, de manera responsable y objetiva sobre el objetivo real y las condiciones para la comunidad de la instalación de una planta desaladora”

“... he visto como los niños se caen al suelo desmayados por la contaminación ... el portal lqair dice que hay contaminación y el sinca indica que no hay contaminación ...”

Fuente: Elaboración propia



En este relato, se observa cómo la historia ambiental de la Bahía de Quintero condiciona la percepción y la oposición comunitaria hacia nuevos proyectos como la planta desalinizadora, convirtiendo instancias como la aplicación presencial de encuestas en verdaderos espacios catárticos, tal como ocurrió en otros ejercicios de participación local. A ello se suma la presencia de tensiones internas y “luchas de egos” entre actores ambientalistas, fenómeno que asocia al narcisismo en ciertos liderazgos comunitarios, donde el protagonismo individual prevalece sobre la acción colectiva (Valenzuela Muñoz & De la Fuente de Val, 2025). Este patrón, junto con la fragmentación interna, quienes destacan que los procesos de relacionamiento comunitario deben ser planificados, profesionalizados y sostenidos en el tiempo, incorporando mecanismos claros de comunicación y construcción de confianza (Canessa & García, 2016; Prado, 2023). De esta manera, se refuerza la necesidad de un enfoque estratégico que trascienda las disputas personales y priorice el diálogo, la transparencia y la búsqueda de acuerdos genuinos con la comunidad.

Fuente: (Canessa & García, 2016; Prado, 2023; Valenzuela Muñoz & De la Fuente de Val, 2025)

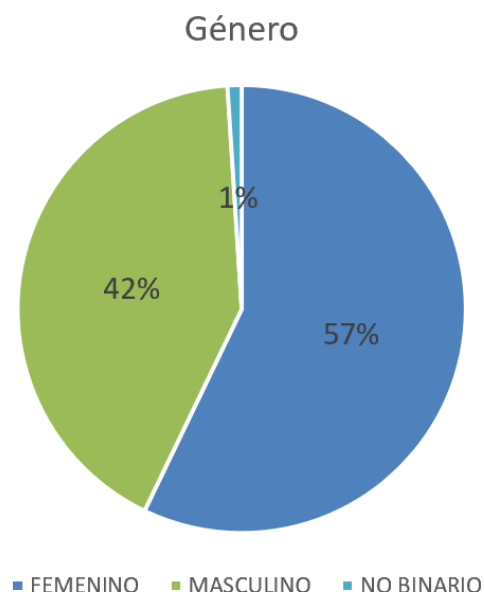
Encuesta “Entre la sal y el mar”

El presente análisis se basa en la aplicación de un instrumento compuesto por 26 preguntas, orientado a explorar las percepciones de la comunidad frente al impacto socioambiental asociado a la planta desalinizadora Aguas Pacífico. Del total de preguntas, 24 fueron formuladas en formato de escala tipo Likert, lo que permitió medir los niveles de acuerdo o desacuerdo respecto a diversas afirmaciones vinculadas al proyecto, mientras que 2 preguntas fueron de carácter abierto, con el objetivo de captar observaciones. El cuestionario fue respondido por un total de 100 personas, residentes del área de influencia del proyecto, lo que constituye la base empírica del presente estudio.

Caracterización de la muestra: ¿Quiénes responden la encuesta?

La muestra de personas encuestadas está compuesta mayoritariamente por mujeres (57%), seguidas por hombres (42%) y personas no binarias (1%). Para conocer mejor el perfil de las personas encuestadas, se analizó la variable género, en Gráfico N°1 presenta la distribución porcentual de las respuestas según género, permitiendo visualizar de forma clara la composición de la muestra.

Gráfico 1: Respuestas por género



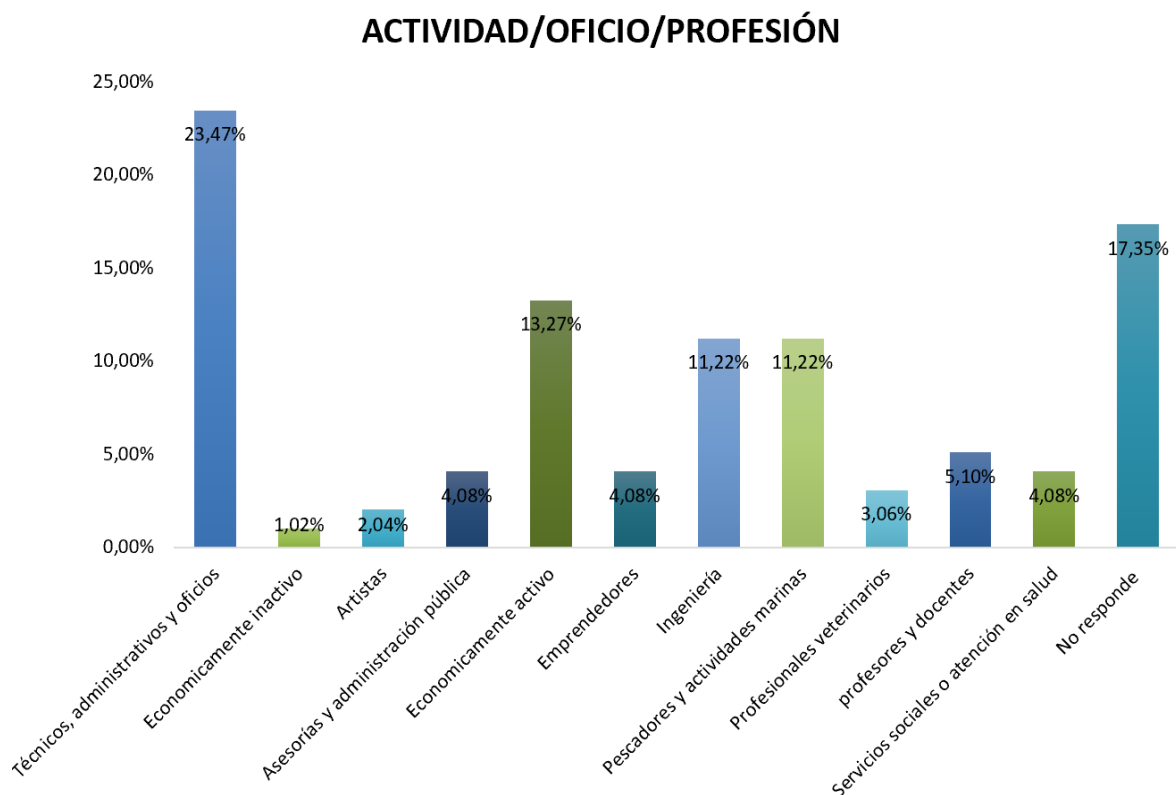
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la edad, más de la mitad de los participantes (53,06%) optó por no indicar su rango etario. Sin embargo, entre quienes sí proporcionaron esta información, el grupo más representado corresponde al de personas entre 46 y 55 años (16,33%), seguido del rango entre 36 y 45 años (11,22%). Los menores de 25 años constituyen el 9,18% de la muestra, mientras que los adultos mayores de 66 años representan solo el 3,06%.

En relación con el nivel educativo, se observa una distribución diversa. Un 22,45% de los encuestados reportó tener estudios universitarios completos, un 13,27% señaló haber completado la educación media, y un 11,22% declaró haber terminado estudios técnico-profesionales. No obstante, un 39,80% de la muestra no entregó información sobre su nivel de escolaridad. Respecto a la nacionalidad, el 46,94% de los encuestados se identificó como chileno, mientras que el 53,06% no respondió esta pregunta. En cuanto a la ocupación, se repite el patrón de alta omisión de datos, ya que el 48,98% de los participantes no declaró su situación laboral. Entre quienes sí lo hicieron, el grupo más representativo fue el de trabajadores dependientes (25,51%), seguido por trabajadores independientes (14,29%) y estudiantes (9,18%).

La encuesta fue aplicada a actores relevantes de la comunidad, tales como: Pescadores artesanales, Vecinos y residentes, Representantes de organizaciones sociales, Personas vinculadas a actividades turísticas y recreativas en la bahía. A continuación, se muestran los resultados por actividad/oficio/profesión (véase Gráfico N°2).

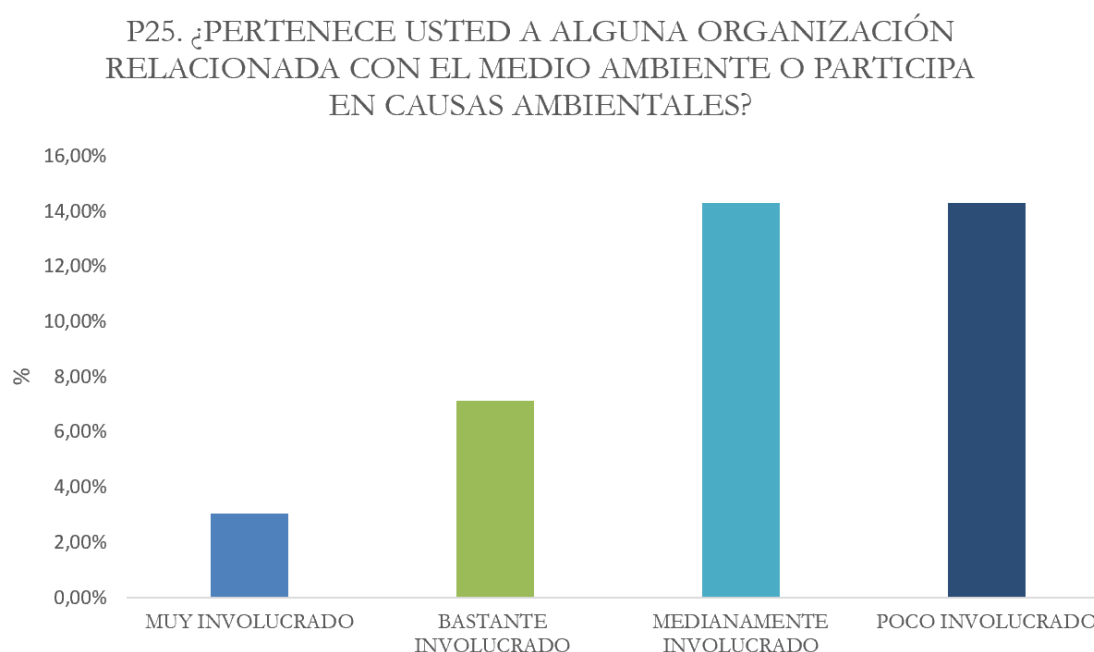
Gráfico 2: Respuestas por oficio/profesión



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la gran mayoría de los encuestados **no participa en organizaciones ni** en causas ambientales (61,22%), mientras que un 14,29% declara estar poco o medianamente involucrado. En contraste, solo un 7,14% se considera bastante involucrado y un 3,06% muy involucrado. Estos datos reflejan un bajo nivel de participación comunitaria en asuntos ambientales, lo que puede influir en la forma en que se perciben los riesgos y en la capacidad de las comunidades para incidir en la toma de decisiones relacionadas con la gestión ambiental del territorio. Con el objetivo de conocer el nivel de implicación de las personas encuestadas en temáticas ambientales, se les consultó sobre su participación en organizaciones o acciones relacionadas con el medio ambiente. El Gráfico N°3 muestra la distribución de respuestas, permitiendo evidenciar el bajo nivel de participación comunitaria en asuntos ambientales.

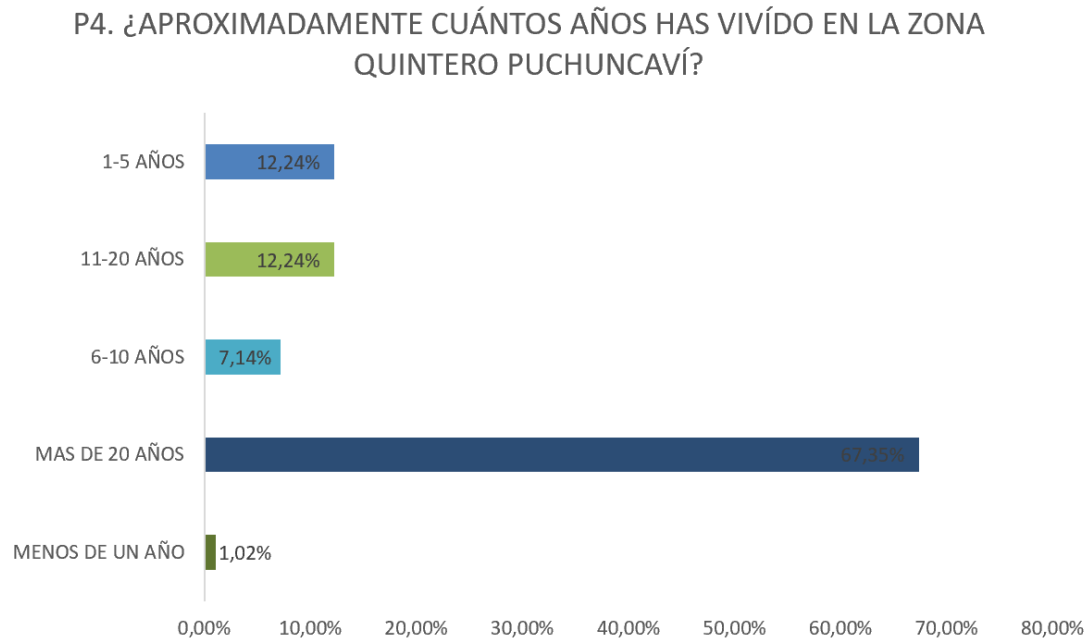
Gráfico 3: Respuesta sobre participación medio ambiente



Fuente: Elaboración propia

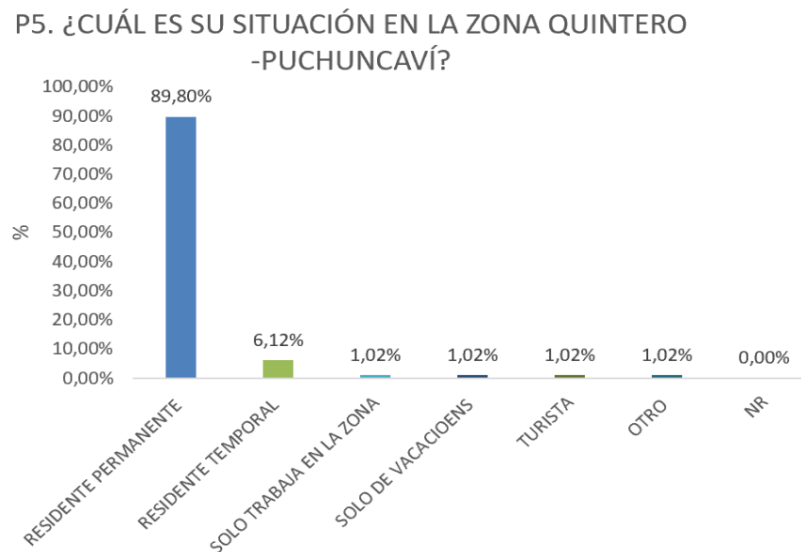
Un valor añadido de esta investigación es que en este estudio la gran mayoría de los participantes presenta un vínculo territorial sólido. En efecto, el 67,35 % de los encuestados ha vivido más **DE 20 AÑOS EN LA ZONA Y EL 89,80 % ES RESIDENTE PERMANENTE**. La experiencia profesional de la autora, desarrollada durante más de 25 años en trabajos de campo con las comunidades, permite sustentar que este aspecto otorga mayor validez y representatividad a los resultados, dado que las opiniones recogidas provienen principalmente de personas con un conocimiento directo y prolongado del contexto local. A continuación, se presentan dos gráficos que permiten conocer con mayor detalle el vínculo de las personas encuestadas con el territorio de Quintero–Puchuncaví. El primer gráfico (N°4) muestra el tiempo de residencia en la zona, mientras que el segundo (N°5) detalla la condición de permanencia (residente permanente, temporal, visitante, etc.). Esta información es clave para contextualizar las percepciones sobre el medio ambiente y los impactos locales.

Gráfico 4: Antigüedad de residencia en la zona



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5: Vínculo Residencial con el Territorio de Quintero-Puchuncaví



Fuente: Elaboración Propia

Es importante señalar que algunos ítems de la encuesta no fueron respondidos por ciertos participantes, lo cual puede interpretarse no únicamente como desinterés, sino como una manifestación de cautela o temor. Diversos relatos recogidos en terreno sugieren que existen tensiones

dentro de la misma comunidad, especialmente en relación con el posicionamiento frente a distintas empresas operando en el territorio. Esta polarización genera reticencia a expresar opiniones explícitas, por temor a posibles conflictos o represalias dentro del propio entorno local. A lo anterior se suma que había rechazado a responder la encuesta piloto, por lo mismo se debió contactar a actores claves en las comunas.

Como se señaló en la sección metodológica, se aplicaron 70 encuestas online y 30 encuestas presenciales. Para asegurar una muestra representativa e imparcial, se estableció contacto con distintos actores sociales: presidentes de organizaciones de base territorial, miembros de grupos ambientalistas, docentes, profesionales del área de la salud, habitantes del territorio local y profesional de relacionamiento comunitario de Proyecto Aconcagua.

Dado que al comienzo algunas personas manifestaron desconfianza o reticencia a responder, se enfatizó que el objetivo del estudio era recoger opiniones de manera equilibrada, sin favorecer ninguna postura. Esta explicación se entregó tanto a actores sociales críticos (como representantes ambientalistas). De este modo, se buscó garantizar pluralidad de perspectivas y evitar sesgos en la recolección de datos.

IV.2 Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera

La salinidad es la concentración total de sales disueltas en el agua de mar, expresada generalmente en gramos por kilogramo (g/kg) o en unidades prácticas de salinidad (PSU, *Practical Salinity Units*). En promedio, el agua de mar contiene aproximadamente 35 g de sales disueltas por cada kilogramo de agua (Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2009). La salinidad es un parámetro fisicoquímico fundamental que influye en la densidad, la circulación oceánica, la estratificación de masas de agua y la distribución de organismos marinos, ya que muchas especies tienen rangos de tolerancia específicos a la salinidad. En zonas costeras, puede variar debido a aportes fluviales, evaporación, precipitaciones o descargas industriales, como la salmuera proveniente de plantas desalinizadoras.

La salmuera es un efluente hipersalino generado por estas plantas, compuesto principalmente por sales disueltas, productos químicos residuales y, en algunos casos, trazas de metales pesados. En este contexto, el presente apartado examina las respuestas expresadas por la comunidad encuestada en relación con el aumento de la salinidad marina que podría producirse a partir del vertido de salmuera proveniente de la planta desalinizadora Aconcagua. A través de una serie de afirmaciones evaluadas mediante escala Likert, se buscó conocer el nivel de acuerdo o desacuerdo frente a diversos enunciados vinculados al posible impacto que este fenómeno podría generar sobre el ecosistema marino.

Respecto a la salinidad, en la **pregunta 16** de la encuesta, se consultó a las personas encuestadas sobre cómo perciben que la descarga de salmuera afectará distintos componentes del ecosistema marino. Uno de los ítems evaluados fue la **calidad del agua de mar**, cuyos resultados reflejan una clara tendencia hacia percepciones negativas. En términos generales, un 39,80% de los participantes

considera que el impacto será muy negativo, mientras que un 37,76% lo califica como negativo, totalizando así un 77,56% de percepción negativa. En contraste, solo un 3,06% cree que el impacto será muy positivo y un 2,04% lo percibe como positivo, sumando apenas un 5,10% de percepción positiva. Un 17,35% de los encuestados considera que la descarga no tendrá impacto en la calidad del agua. A continuación, se presenta el Gráfico 6, que muestra la percepción de las personas encuestadas respecto al impacto en la calidad del agua de mar.

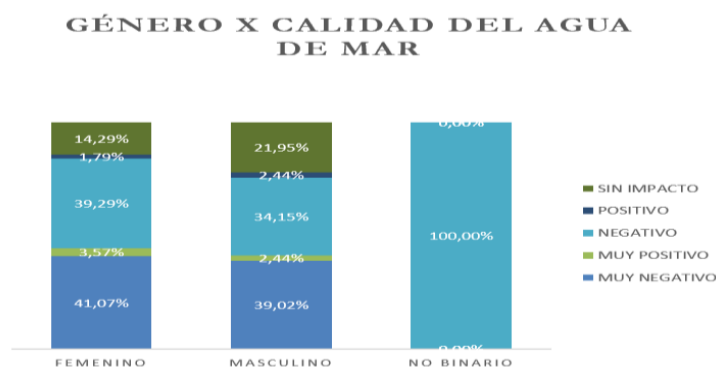
Gráfico 6: Percepciones - vertido de salmuera en la calidad del agua de mar



Fuente: Elaboración propia

En la próxima imagen se muestra una distribución que evidencia una preocupación ampliamente compartida por los posibles efectos de la salmuera en la calidad del agua marina, lo cual se refuerza cuando se observa el desglose por género (ver Gráfico N°7).

Gráfico 7: Opinión por género

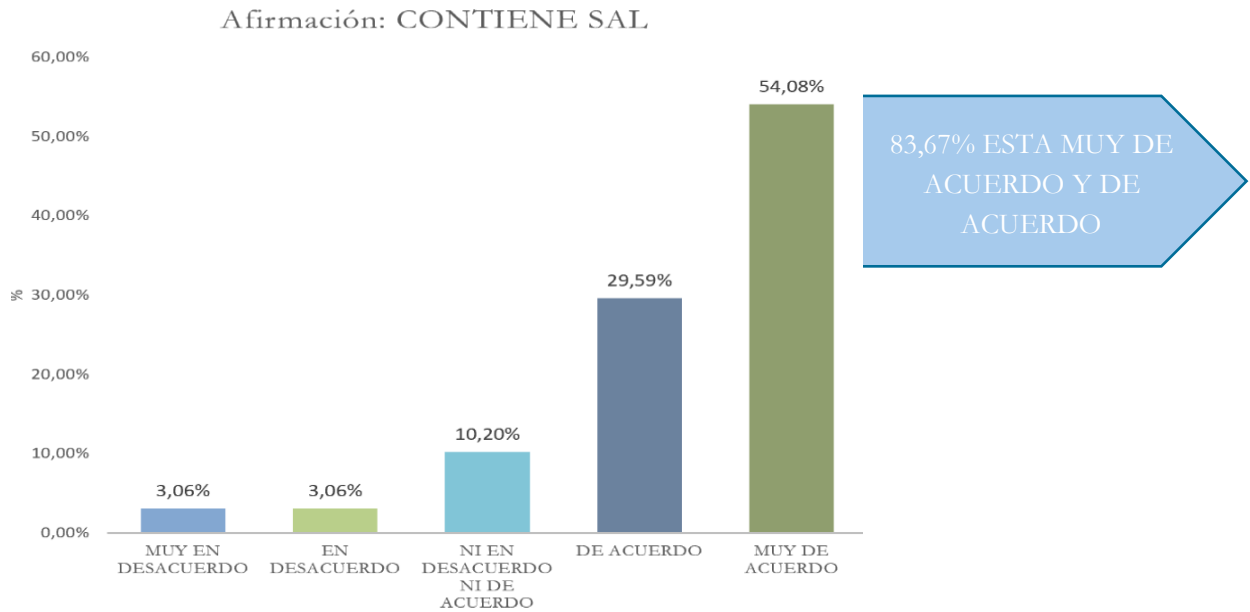


Fuente: Elaboración propia

La afirmación evaluada fue: "La salmuera descargada al mar contiene sal". Los resultados muestran que una amplia mayoría de las personas encuestadas está de acuerdo (29,59%) o muy de acuerdo (54,08%) con esta afirmación, sumando un 83,67% del total. Solo un 6,12% expresó desacuerdo, y un 10,20% se mantuvo neutral. Este resultado es relevante porque evidencia que la mayoría de los encuestados identifica correctamente la característica básica de la salmuera: su alta concentración de

sales, principalmente cloruro de sodio, además de otros minerales. El Gráfico 7 muestra las respuestas frente a la afirmación sobre la presencia de sal en la salmuera. La mayoría de las personas encuestadas está **de acuerdo** o **muy de acuerdo**, lo que refleja un conocimiento generalizado sobre la composición básica de la salmuera.

Gráfico 8: Percepción sobre la presencia de sal en la salmuera



Fuente: Elaboración propia

La pregunta 17 del cuestionario fue formulada con el propósito de conocer la percepción ciudadana respecto a la importancia de distintas estrategias orientadas a mitigar los impactos de la descarga de salmuera en el océano. La pregunta fue planteada del siguiente modo: **“En tu opinión, ¿qué tan importantes son las siguientes medidas para reducir los impactos en el océano debido a la descarga de salmuera?”** (véase la imagen siguiente).

Imagen 33: Opiniones respecto a la salmuera

Opiniones encuestadas respecto a la salmuera
En relación con la afirmación "La salmuera tiene menos sal que el agua del mar", predominó el desacuerdo: un 29,59% se manifestó en desacuerdo y un 25,51% muy en desacuerdo. En contraste, solo un 15,31% estuvo de acuerdo y un 8,16% muy de acuerdo, mientras que un 21,43% se mantuvo en una posición neutral. Este resultado sugiere una comprensión mayoritaria, aunque no unánime, de que la salmuera es más salina que el agua marina natural. Frente a la afirmación "La salmuera tiene el mismo porcentaje de sal que el agua del océano", el 31,63% indicó estar en desacuerdo y el 23,47% muy en desacuerdo, reafirmando la percepción general de que la salmuera tiene una concentración salina mayor. Solo un 10,20% estuvo de acuerdo y un 6,12% muy de acuerdo, mientras que un 24,49% no adoptó una posición definida (neutral), y un 4,08% no respondió. En cuanto a la afirmación "La salmuera será mezclada con más agua de mar antes de ser descargada", las respuestas fueron más dispersas. Un 40,82% prefirió una postura neutral, lo que podría indicar desconocimiento sobre los procesos técnicos de dilución. Un 16,33% se mostró de acuerdo y un 6,12% muy de acuerdo, mientras que un 23,47% estuvo en desacuerdo y un 11,22% muy en desacuerdo. Un 2,04% no entregó respuesta. Estas respuestas revelan un grado general de conciencia sobre la salinidad de la salmuera, aunque también se identifican confusiones o falta de información respecto a su comparación con el agua de mar y los procesos asociados a su descarga, como la mezcla previa con agua oceánica.

Fuente: Elaboración propia

En la Imagen N°34 se presentan los resultados obtenidos para las preguntas **P15**: *“¿Qué tan importante considera usted el establecimiento de estándares nacionales para la descarga de salmuera al mar?”*, y **P16**: *“¿Qué tan importante considera usted reducir la salinidad de la salmuera antes de su descarga al mar?”*. Ambas consultas apuntan a explorar la percepción de la comunidad sobre medidas regulatorias y tecnológicas destinadas a mitigar los efectos ambientales del vertido de salmuera

Imagen 34: Opiniones Medidas regulatorias

Valoración comunitaria de medidas regulatorias y tecnológicas frente a la descarga de salmuera

En relación con la medida vinculada al establecimiento de estándares nacionales para la descarga de salmuera, un 59,18% de las personas encuestadas la consideró como extremadamente importante, mientras que un 22,45% la calificó como algo importante. Asimismo, un 12,24% la definió como moderadamente importante, y solo un 4,08% indicó que era poco importante. Finalmente, un 2,04% de los participantes la percibió como ligeramente importante. Estos resultados reflejan una alta valoración por parte de la comunidad hacia el fortalecimiento normativo, evidenciando una expectativa de mayor regulación y control estatal en los procesos de vertido de salmuera.

Por su parte, respecto a la medida de reducir la salinidad de la salmuera antes de su descarga al mar, un 61,22% de las personas indicó que esta acción es extremadamente importante, un 18,37% la valoró como algo importante, y un 12,24% como moderadamente importante. Solo un 4,08% la consideró ligeramente importante y otro 4,08% estimó que es poco importante. La mayoría de las respuestas se concentró en las categorías de mayor relevancia, lo que indica una clara preocupación ciudadana por los efectos adversos del exceso de salinidad en el ecosistema marino y una disposición positiva hacia medidas tecnológicas que mitiguen dicho impacto.

Ambas medidas fueron altamente valoradas, superando el 80% de respuestas positivas en las categorías “extremadamente importante” y “algo importante”. Esto refuerza lo observado en las preguntas anteriores (P15 y P16), donde se evidenció un conocimiento básico por parte de la comunidad sobre la naturaleza de la salmuera, particularmente en relación con su alta concentración salina, y una percepción mayoritariamente negativa sobre su efecto en distintos componentes del

Fuente: Elaboración propia

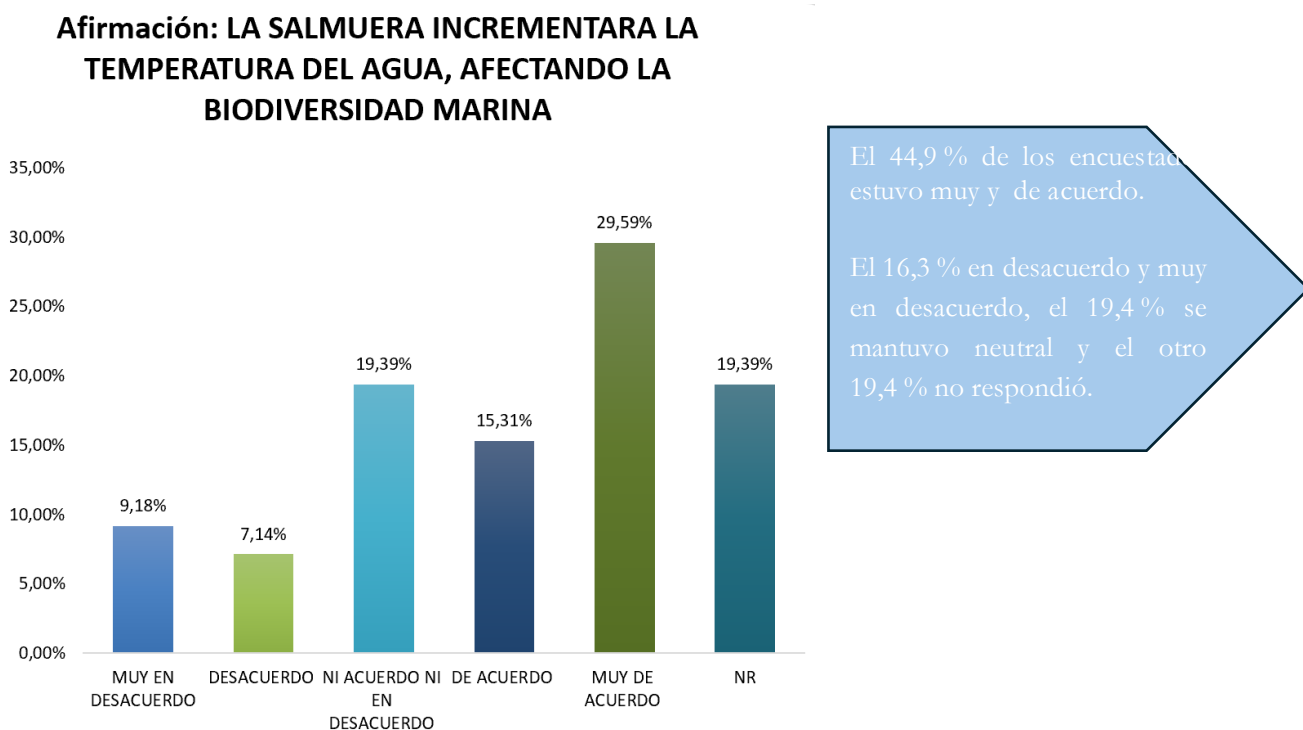
En conjunto, la información obtenida a partir de las preguntas 15, 16 y 17 permite evidenciar un conocimiento básico generalizado por parte de la comunidad respecto a la naturaleza de la salmuera. Asimismo, los resultados muestran una percepción mayoritariamente negativa sobre el impacto que la descarga de salmuera podría tener sobre distintos componentes del ecosistema marino, incluyendo la calidad del agua (P16). Estas preocupaciones se reflejan también en una alta valoración de medidas preventivas y regulatorias (P17), como la reducción de la salinidad antes del vertido y el establecimiento de estándares nacionales para la descarga. Esta brecha entre percepción social y conocimiento científico refuerza la necesidad de implementar estrategias de educación ambiental más eficaces y de promover la transparencia informativa por parte de las instituciones y empresas responsables de la operación de plantas desalinizadoras. Dado que la comunidad percibe que la salmuera afectará negativamente la biodiversidad marina, resulta fundamental mejorar los canales de comunicación y participación ciudadana en la gestión ambiental del proyecto.

IV.3 Impactos de aumento de la temperatura producto de la descarga de salmuera

En la pregunta 15 del instrumento: “**¿En qué medida está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la salmuera?**”. Se solicitó a los participantes que evaluaran su nivel de acuerdo o desacuerdo frente a una serie de afirmaciones específicas sobre las características e impactos de la salmuera. Una de estas afirmaciones fue: ***La salmuera incrementará la temperatura del agua, afectando la biodiversidad marina***. Esta formulación busca captar la percepción pública respecto a un potencial efecto térmico negativo asociado a las descargas de salmuera provenientes de plantas desalinizadoras.

La distribución de respuestas evidencia que, si bien existe una percepción significativa de riesgo térmico asociado a la salmuera, también coexiste un porcentaje considerable de desconocimiento o ambigüedad, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la difusión de información ambiental con respaldo científico sobre este tipo de impactos (véase gráfico N°9)

Gráfico 9: Opiniones respecto al incremento de la temperatura

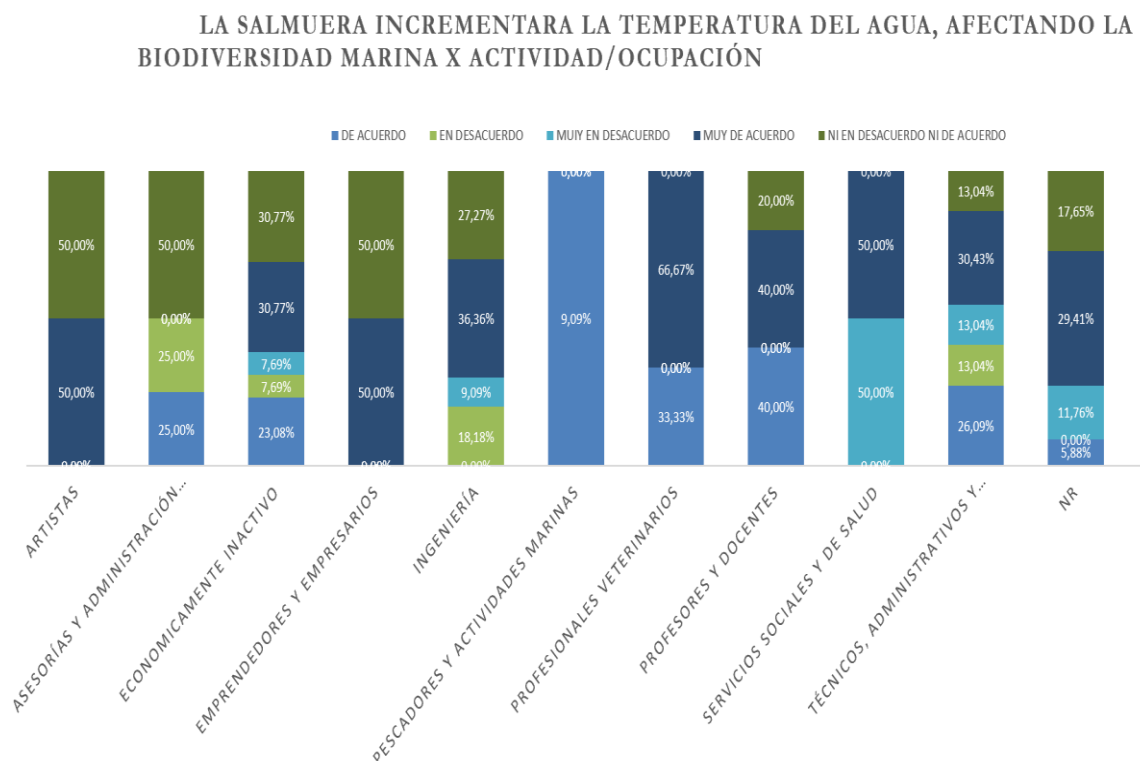


Fuente: Elaboración propia

En relación con la afirmación “*La salmuera incrementará la temperatura del agua, afectando la biodiversidad marina*”, los veterinarios (66,67 %) y profesores/docentes (40 %) registran los mayores niveles de acuerdo. En cambio, las personas económicamente inactivas se concentran en el desacuerdo (100 %). Artistas, emprendedores y personal de salud muestran posturas polarizadas, mientras que técnicos,

administrativos y oficios presentan una distribución más dispersa. Esto evidencia variaciones perceptivas según la ocupación. A continuación, se expone el Gráfico 8, que muestra cómo varía la percepción respecto a la afirmación sobre el aumento de temperatura del agua y su efecto en la biodiversidad marina, según la actividad u ocupación de los encuestados.

Gráfico 10: Opinión impactos salmuera por profesión



Fuente: Elaboración propia.

Por localidad: En cuanto a la distribución territorial de las percepciones, los resultados muestran diferencias notables:

- En Loncura, el 100% de los participantes está de acuerdo con que la salmuera incrementará la temperatura del mar.
- En Maitencillo, un 52% está entre “De acuerdo” y “Muy de acuerdo”.
- En Puchuncaví, un 53% se posiciona también entre “De acuerdo” y “Muy de acuerdo”.
- En Quintero, la percepción de impacto térmico alcanza el 69% en estas dos categorías.
- En Ventanas, las opiniones están polarizadas: un 50% se distribuye entre “De acuerdo” y “Muy en desacuerdo”.
- En Horcón, las respuestas se dividen equitativamente entre acuerdo y desacuerdo (50% cada uno).

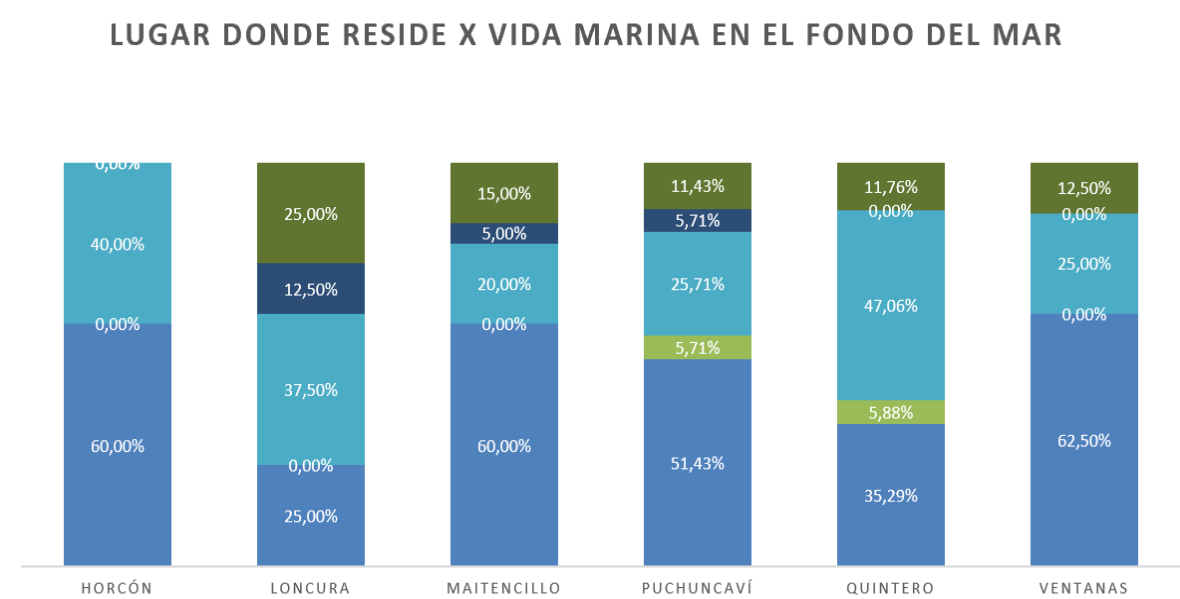
En general, los niveles de desacuerdo (sumando “En desacuerdo” y “Muy en desacuerdo”) fluctúan en torno al 20% en la mayoría de las localidades, salvo en los casos extremos ya señalados. Esta

tendencia indica que, en términos generales, la mayoría de los encuestados considera que la salmuera afecta negativamente la temperatura del agua marina y, por ende, a la biodiversidad.

IV.4 Impacto en los Organismos Bentónicos y planctónicos, producto de la salmuera

Los datos obtenidos en la encuesta en la pregunta 16. ¿Cómo se verá afectado cada uno de los siguientes elementos por la descarga de salmuera?, se consultó a los encuestados cómo percibían que la descarga de salmuera de una planta desalinizadora afectaría distintos componentes del ecosistema marino, a continuación, los resultados por localidad.

Gráfico 11: Opinión vida marina en el fondo del mar por residencia

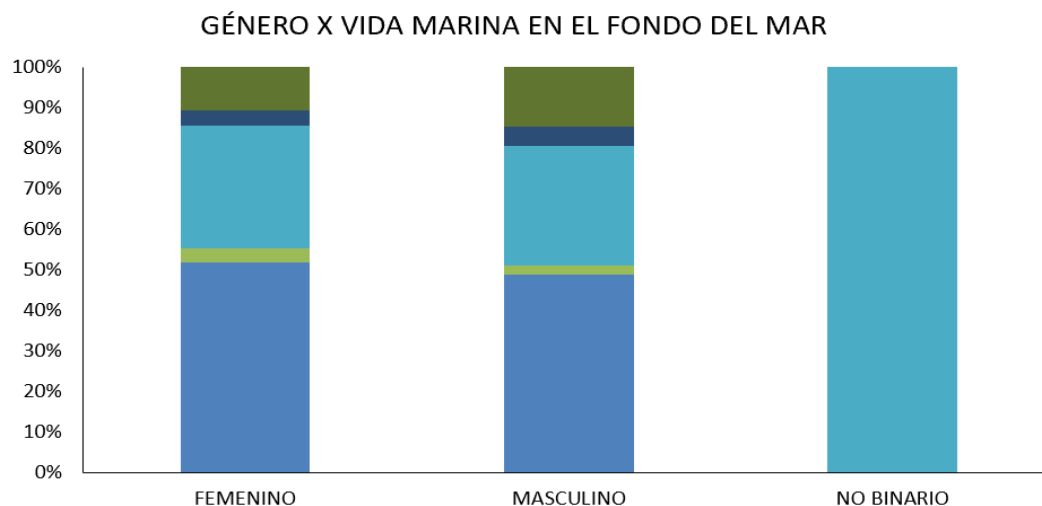


Fuente: Elaboración propia

En todas las localidades evaluadas predomina la percepción negativa (suma de “Muy negativo” y “Negativo”). Horcón presenta un 100% de percepciones negativas, seguido de Quintero (82,35%), Maitencillo (80,95%) y Puchuncaví (77,14%). En Loncura el valor negativo es menor (62,5%), aunque sigue siendo mayoritario. Las percepciones positivas (suma de “Muy positivo” y “Positivo”) son marginales en todas las localidades, con el valor más alto en Loncura (12,5%) y el más bajo en Horcón (0%). Las respuestas “Sin impacto” se registran principalmente en Loncura (25%), mientras que en el resto de localidades no superan el 14,29%. Estos resultados evidencian una alta sensibilidad comunitaria frente a los posibles efectos de la descarga de salmuera sobre la vida marina del fondo marino.

Respecto a la percepción según género, (véase gráfico 12) los datos indican que las mujeres tienden a mostrar una mayor preocupación ambiental frente al impacto de la salmuera. Ante la pregunta sobre cómo afecta la descarga de salmuera a la vida marina, el 82 % de las mujeres respondió que el impacto es “muy negativo” o “negativo”, mientras que entre los hombres esta cifra alcanzó el 78 %.

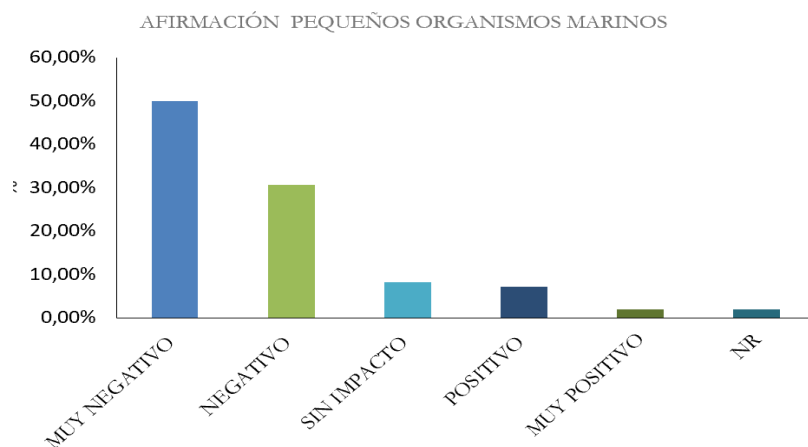
Gráfico 12: Vida marina en fondo del mar por Género



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los **organismos planctónicos** (Véase gráfico N°13) —principalmente pequeños organismos marinos en columna de agua—, el gráfico evidencia un patrón de percepción aún más pronunciado: más del 50% de los encuestados considera que el impacto es “Muy Negativo”, mientras que un porcentaje adicional relevante lo evalúa como “Negativo”. Las categorías “Sin impacto” o “Positivo” alcanzan porcentajes muy bajos, y la categoría “Muy Positivo” resulta prácticamente inexistente, un 2,04 no responde.

Gráfico 13: Impacto en pequeños organismos marinos



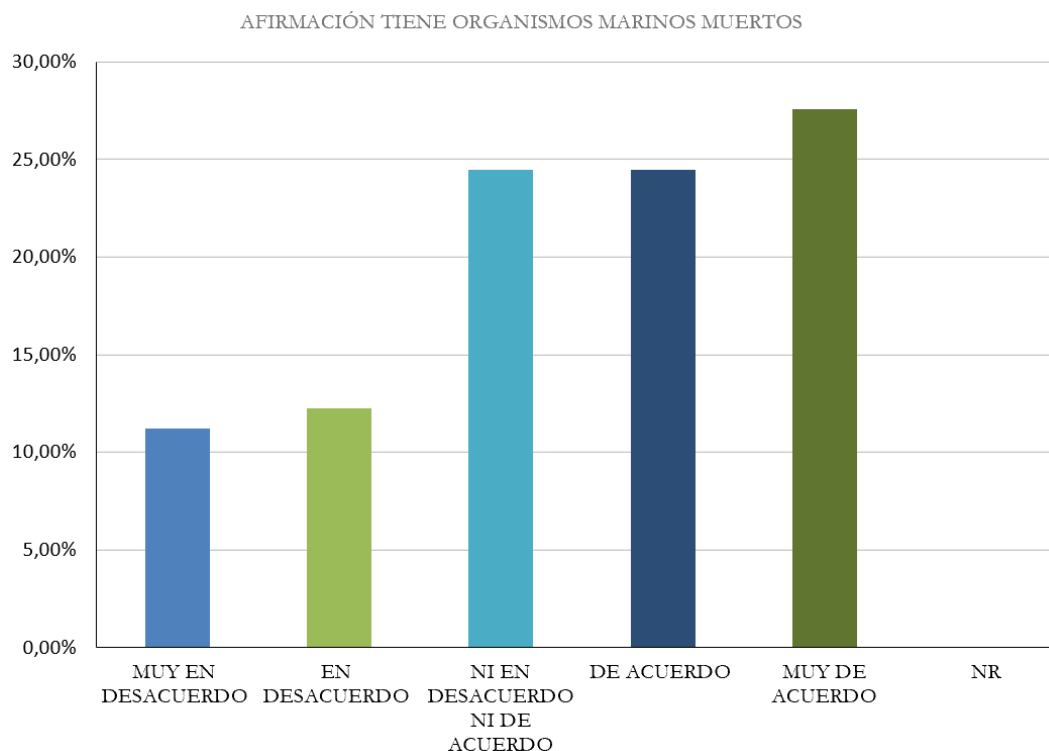
Fuente: Elaboración propia

Estos resultados reflejan una percepción comunitaria de alta preocupación por los efectos del vertido de salmuera en los organismos marinos, tanto en aquellos que residen en el fondo marino como en los pequeños organismos en columna de agua, sugiriendo la necesidad de profundizar en estudios ecológicos y estrategias de mitigación en el marco de estos proyectos.

PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE LA SALMUERA SOBRE DISTINTOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA MARINO

Es así como se consulta la siguiente pregunta: 15. ¿En qué medida está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la salmuera? (contiene químicos, sal, organismos muertos, etc.) Ante la afirmación: “*La salmuera contiene organismos marinos muertos*”, (véase Grafico N°14) las respuestas estuvieron distribuidas de la siguiente manera: Este resultado indica que más de la mitad de los encuestados alcanza un 52,04 % quienes consideran que la salmuera efectivamente contiene organismos muertos, mientras que una cuarta parte adopta una postura neutral y cerca del 23,5 % la descarta. Este dato refleja un nivel de incertidumbre y una posible asociación directa entre el vertido de salmuera y la mortalidad marina observable, lo cual puede estar influenciado por percepciones visuales, falta de información técnica o antecedentes de contaminación en la zona.

Gráfico 14: Percepción de la salmuera

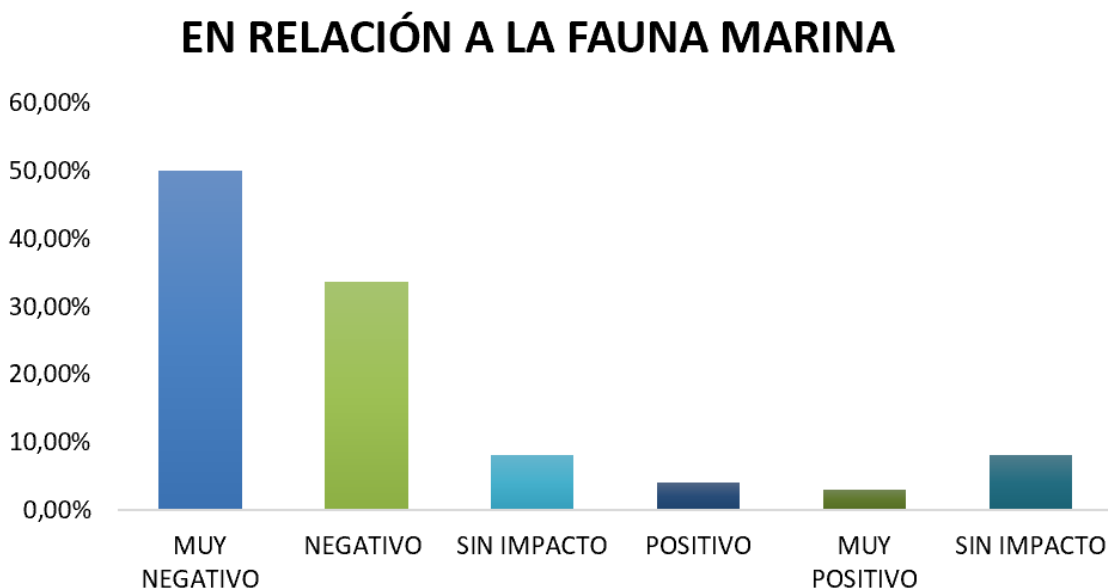


Fuente: Elaboración propia

En la pregunta 16: ¿Cómo se verá afectado cada uno de los siguientes elementos por la descarga de salmuera?

Respecto a la **FAUNA MARINA**, (véase gráfico N°15) en general, un **50 %** de las personas encuestadas indicó que el impacto sería “muy negativo”, mientras que un **33,67 %** adicional lo consideró “negativo”. Esto suma un **83,67 %** de percepción negativa, reflejando un amplio consenso sobre los efectos desfavorables de la salmuera en la biodiversidad marina global.

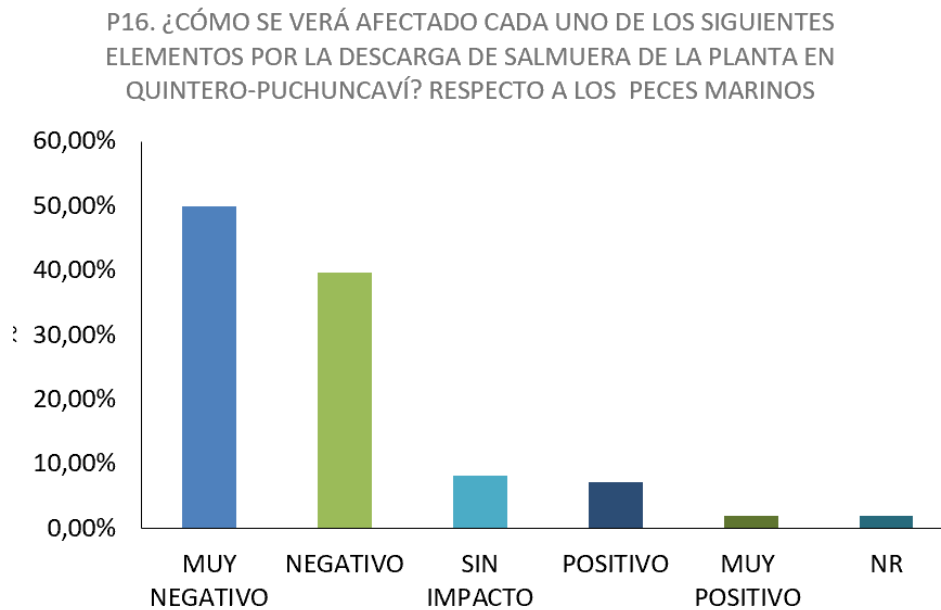
Gráfico 15: Percepciones con relación a la fauna Marina



Fuente: Elaboración propia

En la misma pregunta 16: ¿Cómo se verá afectado cada uno de los siguientes elementos por la descarga de salmuera? LOS PECES MARINOS (véase Gráfico N°16), fueron considerados altamente sensibles. Un **48,98 %** de los participantes indicó un efecto “muy negativo” y un **32,65 %** adicional lo percibió como “negativo”, alcanzando un **81,63 %** de percepción desfavorable. Aunque esta categoría mezcla organismos de distintos niveles tróficos y hábitats, las respuestas muestran preocupación generalizada por la supervivencia de estas especies.

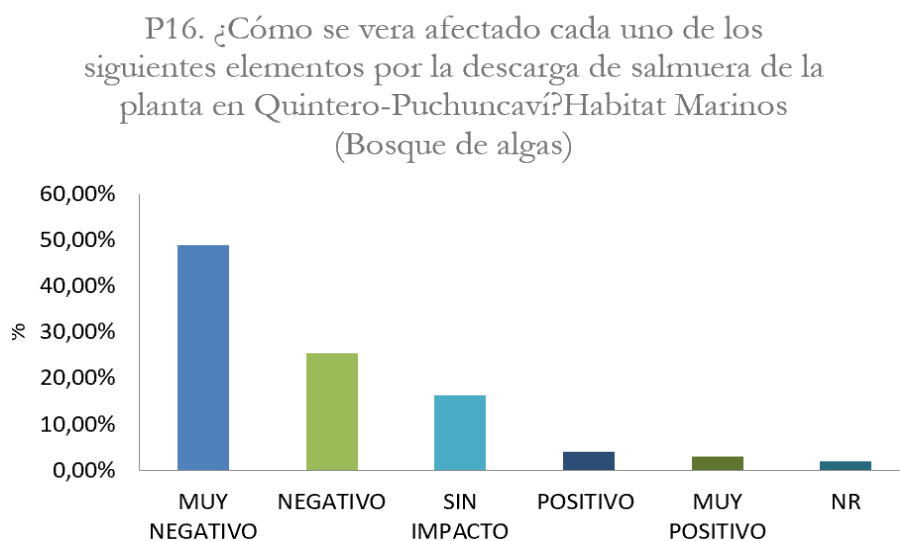
Gráfico 16: Percepción de impacto en los peces marinos



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la percepción del impacto de la salmuera en los **HÁBITATS MARINOS**. El gráfico N°17 muestra que la mayoría de los encuestados percibe un impacto negativo de la salmuera en los hábitats marinos, especialmente en los bosques de algas. Un 76% considera que el efecto será negativo o muy negativo. Solo un 8% visualiza un impacto positivo, y un 15% no percibe efectos. Estos resultados reflejan una alta preocupación por la biodiversidad marina en la zona.

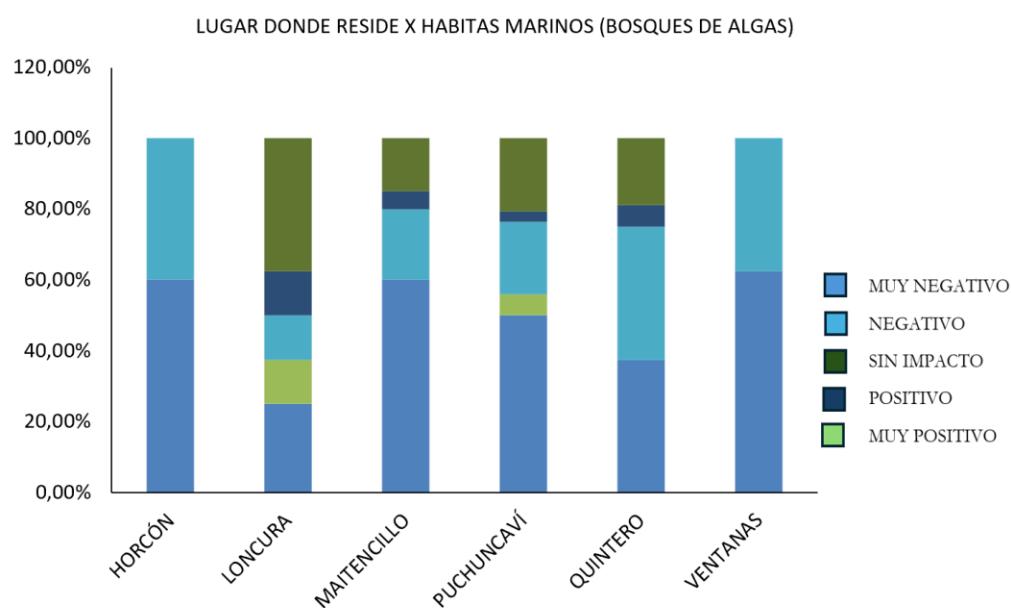
Gráfico 17: Percepción salmuera en bosque de algas



Fuente: Elaboración propia

Específicamente en los bosques de algas, el análisis por localidad (Véase Gráfico N°18) también revela tendencias consistentes con altos niveles de preocupación. En Horcón y Ventanas se registra un **100 % de respuestas** en las categorías “muy negativo” y “negativo”, lo que indica una percepción de daño unánime. Maitencillo muestra una proporción también elevada, con un **80 % de percepción negativa**, seguido por Quintero con un **75 %** y Puchuncaví con un **70 %**. Loncura destaca como caso atípico dentro de este conjunto: aunque presenta un **37 % de respuestas negativas**, también se observa un **37 %** que indicó que la salmuera no produce impacto, e incluso un **12 %** que consideró que tiene un impacto positivo. Esta percepción menos negativa puede estar influenciada por el perfil ocupacional de los encuestados en esta localidad, donde predomina el sector pesquero artesanal y actividades ligadas al mar.

Gráfico 18: Residencia / Bosque de algas



Fuente: Elaboración propia

SINTESIS

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en relación con la percepción del impacto ambiental que tendría la descarga de salmuera sobre distintos componentes del ecosistema marino. La tabla muestra los porcentajes de respuestas **“muy negativo”** y **“negativo”** agrupados como **impacto total negativo**, junto con observaciones clave para cada categoría evaluada. Esto nos permite identificar cuáles son los elementos más sensibles según la percepción de los encuestados, y proporciona una base importante para analizar los focos de mayor preocupación ambiental en la bahía.

Tabla 9: Síntesis percepciones

Elemento evaluado	Muy negativo (%)	Negativo (%)	Total negativo (%)	Observaciones clave
Fauna marina (general)	50,00 %	33,67 %	83,67 %	Se percibe un riesgo ambiental alto para organismos móviles y sensibles.
Organismos bentónicos (fondo del mar)	50,00 %	30,61 %	80,61 %	Fuerte percepción de daño en especies del fondo marino y hábitats estructurales.
Peces marinos (todas etapas)	48,98 %	32,65 %	81,63 %	Se teme impacto sobre juveniles, larvas y peces comerciales (efecto en pesca artesanal).
Hábitats marinos (algas, etc.)	48,98 %	25,51 %	74,49 %	Preocupación por deterioro de bosques de algas y praderas submarinas.
Organismos planctónicos (Pequeños organismos)	50,00 %	30,61 %	80,61 %	Alta percepción de vulnerabilidad en fitoplancton y zooplancton, esenciales en la cadena trófica.

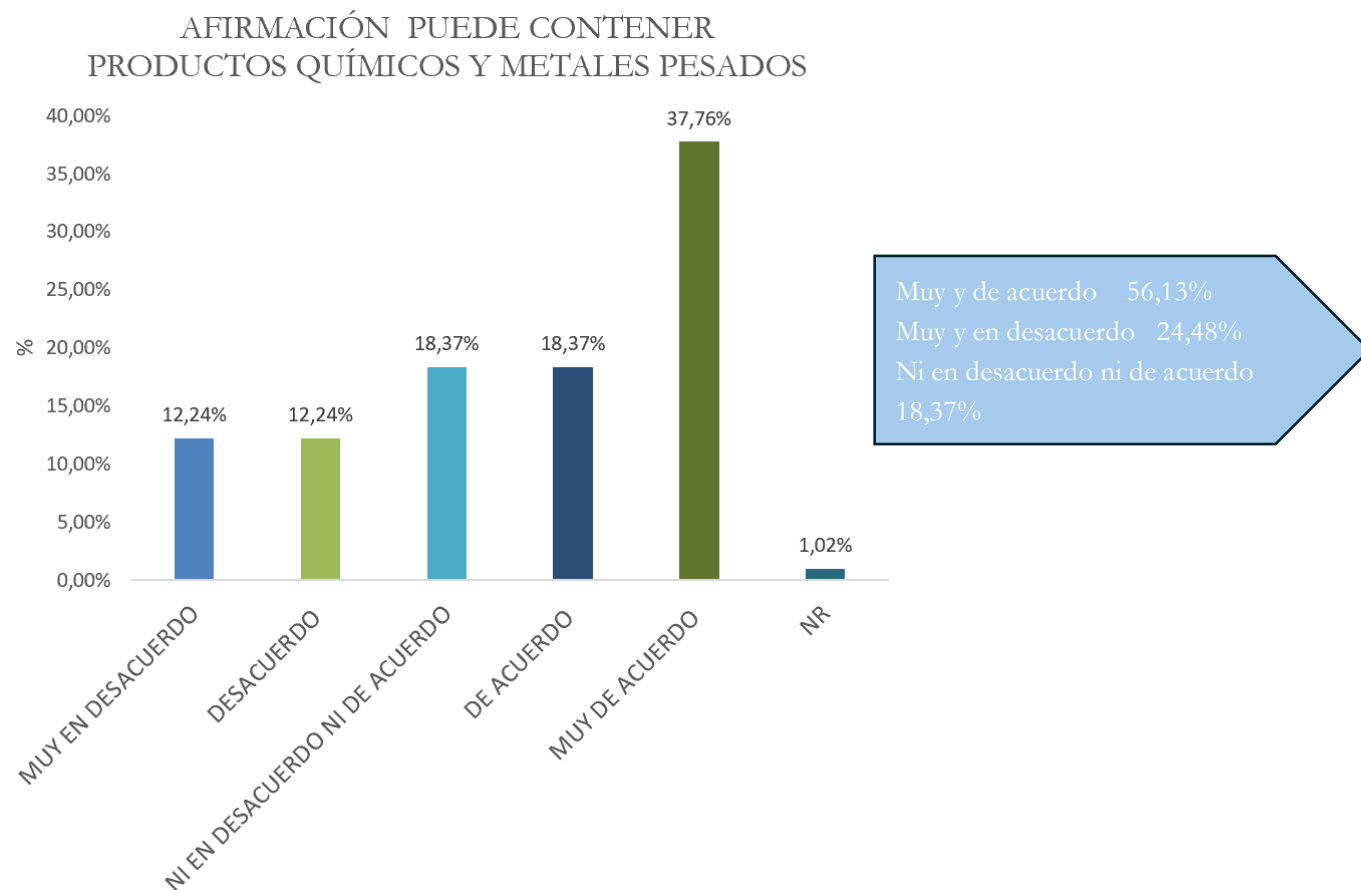
Fuente: Elaboración propia

IV.5 Impacto de Metales en el ecosistema marino, derivado de la descarga de salmuera

En relación con la afirmación "*La salmuera puede contener productos químicos y metales pesados*", (véase Gráfico N°19) los resultados de la encuesta muestran una percepción mayoritariamente crítica entre los encuestados. Un 37,76% de los participantes indicó estar muy de acuerdo, y un 18,37% expresó estar de acuerdo, lo que suma un 56,13% de acuerdo con dicha afirmación. Por otro lado, un 12,24% manifestó estar en desacuerdo y otro 12,24% muy en desacuerdo, evidenciando una minoría que considera que la salmuera no necesariamente representa un riesgo químico significativo. Un 18,37% adoptó una postura neutral, mientras que un 1,02% no respondió la pregunta.

Estos resultados reflejan una percepción de riesgo ambiental moderada a alta entre la mayoría de los encuestados respecto a los posibles componentes tóxicos de la salmuera, lo cual puede estar influenciado por el historial industrial de la zona de Quintero-Puchuncaví, así como por una posible falta de información técnica accesible para la comunidad.

Gráfico 19: Percepción sobre metales y químicos en la salmuera

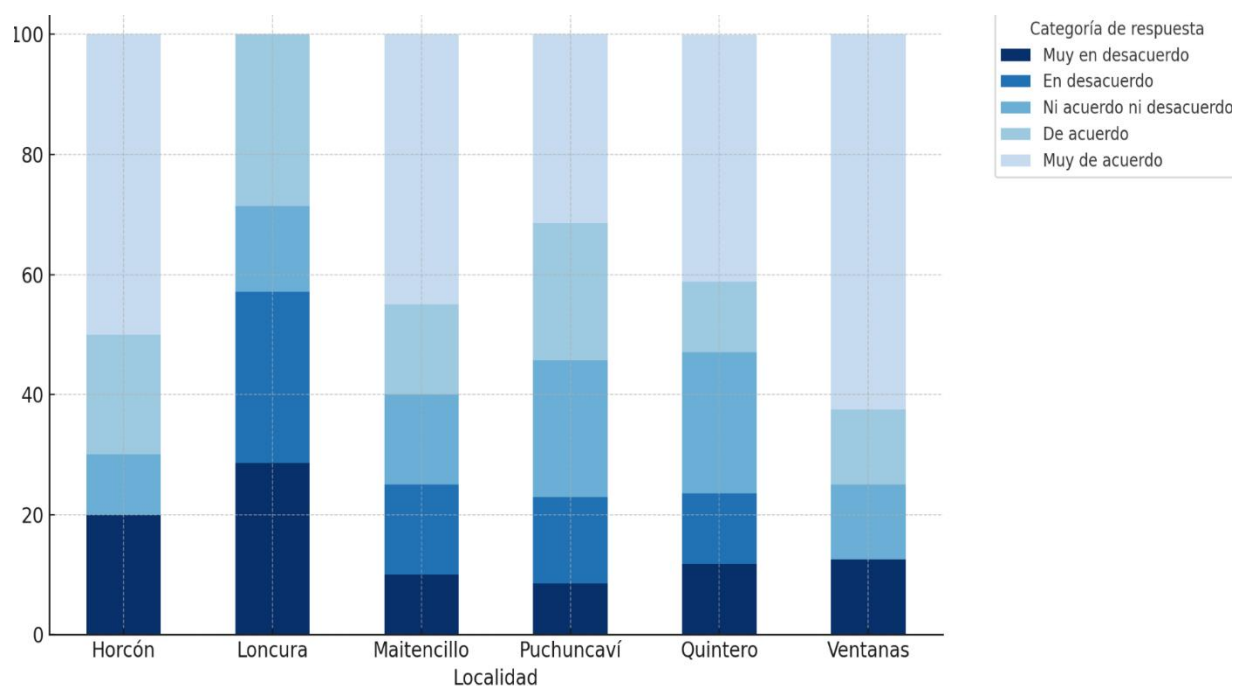


Fuente: Elaboración propia

P15. En cuanto a la descarga de salmuera, ¿en qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con la siguiente afirmación?: “Puede contener metales.”

El **Gráfico 10** presenta las respuestas de la comunidad frente a la afirmación “La salmuera puede contener metales”. Un 37,76% de las personas encuestadas está **muy de acuerdo** y un 18,37% **de acuerdo**, lo que indica que **más de la mitad reconoce el riesgo de presencia de metales** en estos vertidos. En contraste, un 24,48% **manifiesta desacuerdo**, mientras que un 18,37% se mantiene **neutral**. En cuanto al análisis por lugar de residencia, se observan diferencias territoriales relevantes. En Horcón, las respuestas se concentran en las opciones “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, sumando un 70%, lo que indica una percepción elevada del riesgo químico. En Ventanas, este consenso es incluso mayor (75%), posiblemente influenciado por el historial de impactos industriales en la zona. Por otro lado, en Loncura, la tendencia se invierte: solo un 28,57% manifiesta acuerdo, mientras que un 57% declara estar en desacuerdo o muy en desacuerdo, lo que sugiere una percepción atenuada del riesgo. En Maitencillo, 60% de los encuestados expresa acuerdo con la afirmación, mientras que en Puchuncaví y Quintero los niveles de acuerdo alcanzan 54% y 52% respectivamente.

Gráfico 20: Percepción de impacto de metales



Fuente: Elaboración propia

En términos generales, los datos evidencian que una proporción mayoritaria de la población percibe que la salmuera contiene metales pesados y productos químicos, y que estos podrían generar impactos negativos sobre la biodiversidad marina.

En el resultado de las encuestas se evidencia diferencias significativas en la percepción del riesgo asociado a la descarga de salmuera según el lugar de residencia. Localidades como Horcón y Ventanas muestran una clara tendencia hacia el acuerdo con la afirmación de que la salmuera puede contener productos químicos y metales pesados, superando el 70 % de respuestas entre “de acuerdo” y “muy de acuerdo”. En contraste, Loncura presenta una alta proporción de desacuerdo (57 %), lo que indica una percepción atenuada del riesgo. Maitencillo, Puchuncaví y Quintero exhiben posturas más equilibradas, aunque en todos los casos predomina el acuerdo, con porcentajes que oscilan entre el 52 % y el 60 %. Estos resultados sugieren que la percepción ambiental está influenciada por factores territoriales y posiblemente por experiencias históricas de exposición a contaminación en cada zona.

Los resultados de la encuesta (véase Tabla N°10), reflejan una alta percepción de riesgo por parte de la comunidad local respecto al vertido de salmuera, independiente del nivel técnico de conocimiento. La preocupación se enfoca en los posibles daños a los ecosistemas marinos y a la actividad pesquera, lo cual se ve intensificado por antecedentes históricos de contaminación en la zona. Esta percepción, aunque en algunos casos no se sustenta en evidencia científica directa, revela una desconfianza instalada hacia las instituciones y refuerza la necesidad de fortalecer la comunicación ambiental, la transparencia de los proyectos y la participación ciudadana en la toma de decisiones.

Tabla 10: Resultados de encuesta sobre percepción ambiental del vertido de salmuera

Dimensión	Percepción principal
Salinidad del mar	Un 83,67% de los encuestados cree que la salmuera contiene alta concentración de sal.
Temperatura del efluente	Un 29,59% está muy de acuerdo y un 15,31% de acuerdo con que la salmuera aumentará la temperatura del mar
Presencia de metales o químicos	Un 37,76% está muy de acuerdo y un 18,37% de acuerdo en que la salmuera contiene metales pesados.
Organismos bentónicos y planctónicos	Un 80,61% considera que el impacto será negativo o muy negativo en organismos marinos como bentos y plancton.

Fuente: Elaboración propia

IV.6 Síntesis preguntas abiertas (Profundizar en anexo N°7)

Preguntas Abiertas

Con el objetivo de profundizar en las percepciones comunitarias respecto del impacto ecológico de las plantas desalinizadoras, se incorporaron en la encuesta preguntas abiertas que permitieron a los participantes expresar libremente sus opiniones. Estas respuestas fueron posteriormente categorizadas temáticamente, identificando focos de preocupación reiterativos en torno a la vida marina, la biodiversidad y los efectos acumulativos de la actividad industrial en Quintero-Puchuncaví. Las siguientes tablas presentan una síntesis de los testimonios más representativos, agrupados según los temas emergentes: impactos sobre organismos bentónicos y planctónicos, biodiversidad marina, historial de contaminación, y percepciones sobre la incompatibilidad del proceso de desalinización con la restauración ambiental de la bahía. Estas narrativas permiten complementar los datos cuantitativos de la encuesta con una lectura más profunda del imaginario ecológico local.

Percepciones de riesgo /experiencia previa

Categoría	Percepciones
Contaminación histórica	"Estamos en una bahía que tiene metales pesados y está contaminado, queríamos que la sal se convirtiera en ladrillos como otros países, en un par de años nos vamos a transformar en un mar muerto."
Impacto en el agua	"Además el agua no podrá ser apta para consumo humano de manera directa, por los altos índices de metales pesados y contaminantes que ha sufrido la bahía de Quintero y Puchuncaví a lo largo de 60 años que se ha instalado el polo industrial."
Riesgo para el ecosistema	"La bahía ha recibido todos los desechos y riles de las empresas, lo que incrementa la carga de metales pesados en el agua y los ecosistemas marinos."

Opiniones comunitarias sobre efectos ecológicos del vertido de salmuera

Organismo o Categoría	Percepciones
Organismos bentónicos	"En Hornito, al norte de Mejillones, hace 10 años aproximadamente, hicieron miniplanta desalinizadora, cuando devolvieron la salmuera murió el marisco en el área de manejo. Es una preocupación que pueda pasar lo mismo acá."
Organismos planctónicos	"El ecosistema marino es lo más preocupante y los adultos equivalentes, que es una mini fauna marina, alimento de los peces que eso afectará, porque es el alimento de los peces."
Biodiversidad marina	"Va a terminar de liquidar lo que queda de biodiversidad marina, lo va a transformar en un desierto marino. Donde están las instalaciones en el mar, está cerca de la playa y por tanto destruirá la biodiversidad."
Historial de daños ambientales	"Además el agua no podrá ser apta para consumo humano de manera directa, por los altos índices de metales pesados y contaminantes que ha sufrido la bahía de Quintero y Puchuncaví a lo largo de 60 años que se ha instalado el polo industrial y que la bahía ha recibido todos los desechos y riles de las empresas."
Recuperación ecosistémica	"Quintero y Puchuncaví deben recuperar sus distintos ecosistemas y la instalación de más industrias sólo perjudica aquello."

Las percepciones recogidas en estas categorías evidencian una narrativa colectiva que vincula el proceso de desalinización con impactos ecológicos acumulativos. La preocupación por los organismos bentónicos y planctónicos no solo se basa en su vulnerabilidad directa, sino también en su rol esencial en la red trófica marina, y su posible afectación se percibe como una amenaza al equilibrio del ecosistema completo. Por otra parte, emerge una fuerte crítica a la continuidad de procesos industriales en un territorio ya marcado por una historia de degradación ambiental, expresada como “carga acumulada” o “saturación ecológica”. Asimismo, se observa que la percepción de que la desalinización no es un proceso natural está cargada de valoraciones negativas, en tanto se considera incompatible con la recuperación ambiental de la zona. Estas voces, lejos de ser exclusivamente emocionales, reflejan una memoria ambiental activa, donde la experiencia histórica moldea la evaluación de nuevas intervenciones tecnológicas.

Más allá de las preocupaciones puntuales por especies o procesos específicos, emergen también discursos que articulan una crítica más estructural al modelo industrial costero. Estas voces interpretan la instalación de plantas desalinizadoras como parte de una trayectoria histórica de degradación ambiental, percibida como acumulativa e irreversible. En esta narrativa, la desalinización no es vista como una solución sostenible, sino como un eslabón más en un “círculo vicioso” de impacto ecológico. La siguiente tabla sintetiza estas percepciones a partir de categorías interpretativas construidas durante el análisis cualitativo.

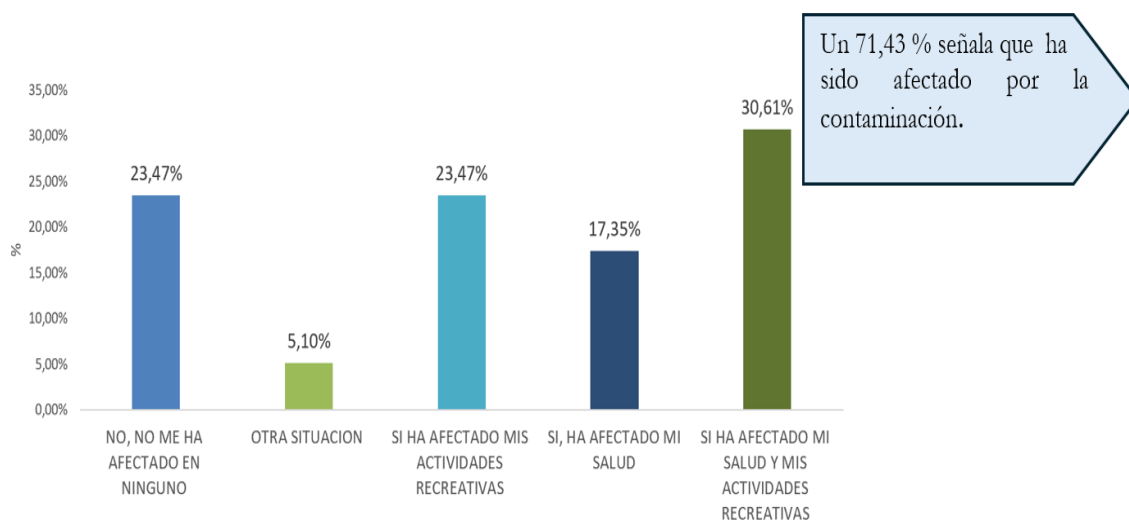
Narrativas críticas sobre desalinización

Categoría	Ecosistema marino
Círculo vicioso	"Porque luego se devuelve la sal al mar. Lo que genera un impacto ambiental y para la flora y fauna del mar. Por fin se transforma en un círculo vicioso lleno de contaminación."
Contaminación adicional	"No, porque generan contaminación por salmuera con metales pesados."
Saturación industrial	"Porque ya es un sector saturado de industrias, la zona costera se está recuperando, y esto solo podría afectar el medio ambiente marino, por ende todas las actividades relacionadas. Podría ser que funcione en sectores con otras características, lejos de sistemas ecológicos tan frágiles."
Proceso no natural	"No creo ser una solución, más bien es seguir deteriorando el ambiente inmediato o cercano a una planta desalinizadora."
Impacto negativo	"Creo que como es un proceso no natural, tendrá un impacto negativo en el ambiente."
Historia de la contaminación	"Dado las condiciones ambientales de esta bahía contaminada por más de 50 años."

Experiencias previas relacionadas con el entorno local

Para indagar en las experiencias previas de la comunidad en relación con el medio marino y costero, se consultó sobre la percepción de los impactos que la contaminación en la bahía ha tenido en su salud y en la posibilidad de realizar actividades recreativas. Esta pregunta busca identificar el grado en que la población asocia su calidad de vida con el estado ambiental del entorno, considerando que dichas percepciones pueden incidir directamente en la aceptación o rechazo de proyectos que interactúen con el ecosistema marino, como las plantas desaladoras.

P7. ¿CREE QUE LA CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA HA AFECTADO SU CAPACIDAD PARA REALIZAR ACTIVIDADES RECREATIVAS O HA IMPACTADO SU SALUD? (MARQUE 1 ALTERNATIVA)

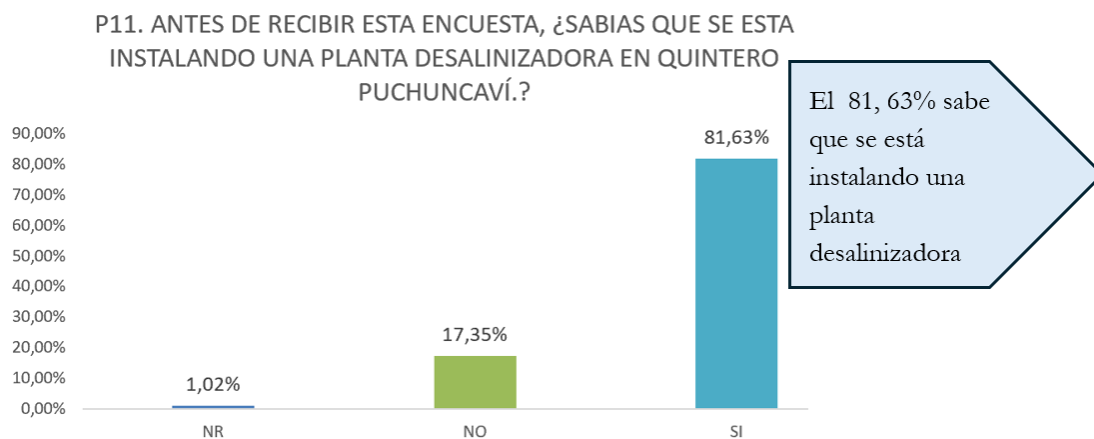


Fuente: elaboración propia

En relación con la percepción del impacto de la contaminación en la bahía sobre la salud y las actividades recreativas, un 71,43 % de los encuestados manifestó haber experimentado algún tipo de afectación. Estos resultados evidencian un nivel significativo de experiencias previas negativas que pueden influir en la predisposición o rechazo hacia proyectos, como las plantas desaladoras, al asociarse con posibles riesgos para la salud y las actividades costeras.

Aceptación Social

En el marco de la evaluación de la aceptación social de proyectos de desalación en la zona de Quintero y Puchuncaví, se indagó tanto en el nivel de conocimiento previo de la comunidad como en la percepción sobre la necesidad de estas infraestructuras frente a la crisis hídrica que afecta al país. Las respuestas permiten identificar el grado de información con que cuenta la población respecto a la instalación de una planta desalinizadora en su territorio, así como su posición frente a la pertinencia de implementar este tipo de soluciones para el abastecimiento de agua potable.

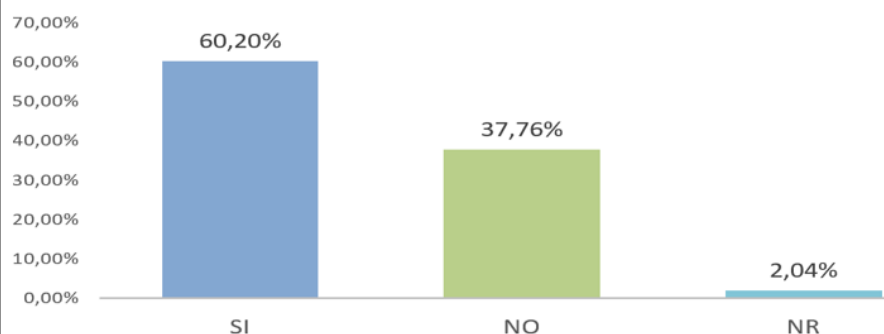


Fuente: Elaboración propia

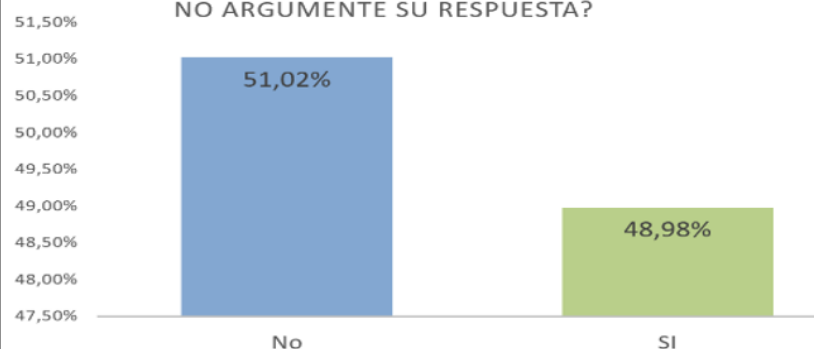
Los resultados de la pregunta 11 evidencian un alto nivel de conocimiento comunitario respecto a la instalación de la planta desalinizadora en la zona, ya que un 81,63 % de los encuestados indicó estar al tanto del proyecto antes de responder la encuesta. Este dato es relevante porque sugiere que la discusión sobre desalación ya forma parte del imaginario colectivo en Quintero-Puchuncaví, lo que permite interpretar las respuestas posteriores dentro de un contexto de información previa. Sin embargo, el 17,35 % que desconoce esta información plantea una alerta respecto a la necesidad de fortalecer las estrategias de comunicación territorial, especialmente cuando se trata de proyectos con alto potencial de impacto ambiental. La legitimidad social de este tipo de infraestructuras requiere no solo conocimiento técnico-científico, sino también transparencia, acceso a la información y mecanismos eficaces de participación ciudadana.

Las preguntas 8 y 9 del instrumento aplicado buscan explorar las percepciones locales respecto al rol de la desalinización en el contexto de la crisis hídrica nacional, y su viabilidad como solución específica en la comuna de Quintero. Esta información resulta clave para entender tanto la aceptación general del uso de plantas desalinizadoras como su legitimidad territorial en zonas históricamente afectadas por conflictos socioambientales. Las respuestas permiten identificar posibles tensiones entre la necesidad de nuevas fuentes de agua potable y la percepción local sobre sus implicancias ambientales y sociales.

P8. ¿RESPECTO DE LA CRISIS HÍDRICA EN CHILE, USTED CREE QUE SE NECESITAN PLANTAS DESALINIZADORAS PARA ABASTECER A LA POBLACIÓN DE AGUA POTABLE?



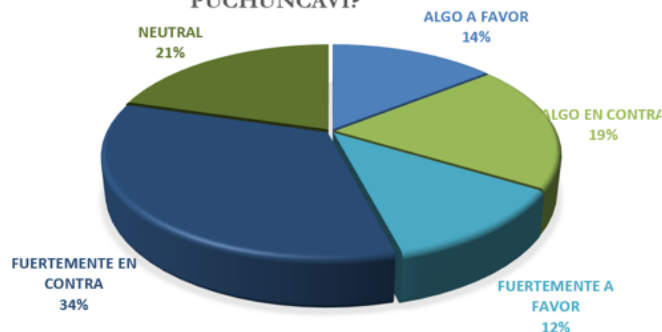
P9. ¿USTED CREE QUE ES NECESARIA EN QUÍTERO UNA PLANTA DESALINIZADORA?, SI SU RESPUESTA ES NO ARGUMENTE SU RESPUESTA?



Los resultados muestran una **paradoja** relevante: mientras que un 60,2 % de los encuestados considera que Chile necesita plantas desalinizadoras para enfrentar la crisis hídrica, solo un 48,98 % cree que una planta es necesaria en Quintero, frente a un 51,02 % que lo rechaza. Esta diferencia sugiere una aceptación general de la desalinización como solución tecnológica, pero también una resistencia específica a su implementación local, posiblemente influenciada por factores como la carga ambiental histórica de la zona, la desconfianza institucional y el temor a nuevos impactos. Estos hallazgos refuerzan la importancia de incorporar evaluaciones de percepción territorial en los procesos de planificación ambiental.

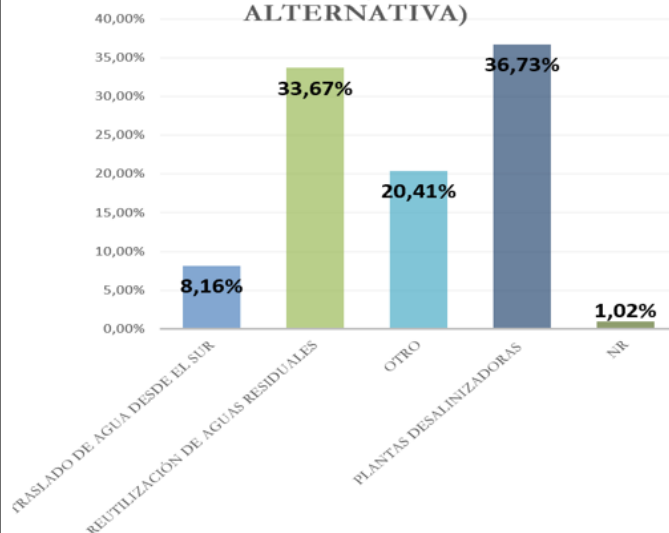
Con el propósito de conocer la **valoración ciudadana respecto a las alternativas para enfrentar la crisis** hídrica en Quintero-Puchuncaví, se incorporaron preguntas orientadas a identificar no solo las soluciones preferidas por la población, sino también el nivel de apoyo u oposición hacia la planta desalinizadora proyectada en el territorio. Estas preguntas permiten articular la percepción técnica (eficacia de la solución) con la percepción social (aceptación territorial), revelando cómo factores contextuales —como el lugar de residencia o el historial de conflictos ambientales— influyen en las actitudes hacia la desalinización como estrategia de gestión hídrica.

P20: ¿APOYAS O TE OPONES A LA NUEVA PLANTA DESALINIZADORA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ?



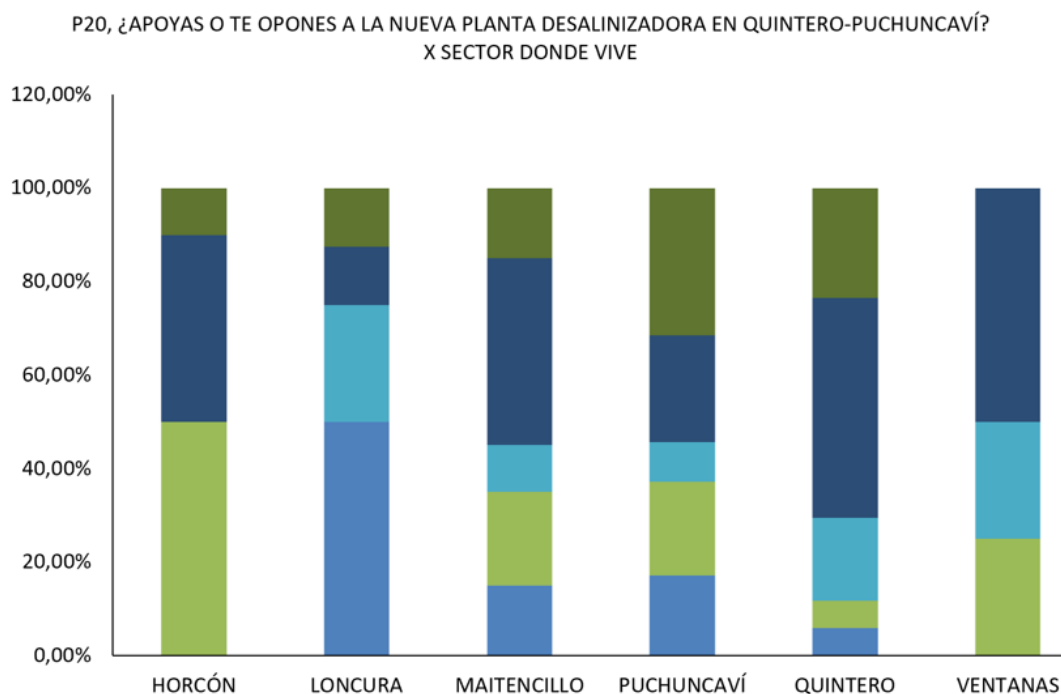
Fuente: Elaboración Propia

P10. ¿CUÁL CONSIDERA USTED LA MEJOR SOLUCIÓN PARA LA CRISIS HÍDRICA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ? (MARQUE UNA ALTERNATIVA)



Fuente: Elaboración Propia

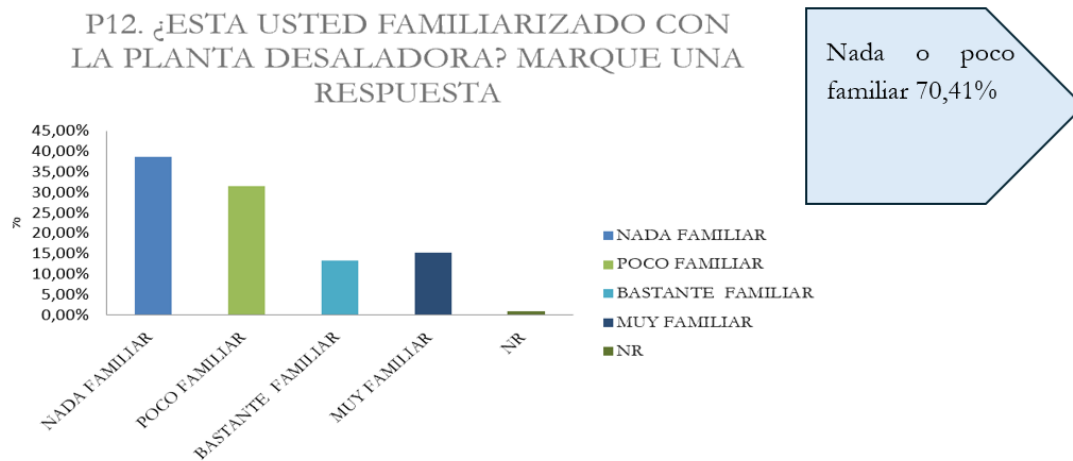
La siguiente figura muestra los resultados de la **Pregunta 20**, la cual indaga el grado de apoyo u oposición a la instalación de una nueva planta desalinizadora en el territorio de Quintero-Puchuncaví, desagregado según el sector de residencia de las personas encuestadas. Se utilizó una escala tipo Likert de seis niveles que va desde “fuertemente a favor” hasta “fuertemente en contra”, incluyendo la categoría “neutral”. Este desglose territorial permite visualizar con mayor precisión **las diferencias territoriales en la percepción del proyecto**, revelando contrastes relevantes entre comunidades como Quintero, Puchuncaví, Loncura y Las Ventanas, entre otras.



Los resultados muestran una evidente fragmentación en las percepciones comunitarias. Si bien el 36,73 % considera a las plantas desalinizadoras como la mejor solución para enfrentar la escasez de agua, esta preferencia no se traduce en un amplio respaldo al proyecto local: un 34 % se declara “fuertemente en contra” de su instalación, mientras que solo un 12 % se manifiesta “fuertemente a favor”. Al desagregar por sectores, se observa mayor rechazo en zonas como Horcón y Loncura, tradicionalmente afectadas por conflictos ambientales, mientras que Puchuncaví presenta mayores niveles de aceptación (32,43 % algo a favor). Esta brecha entre la valoración técnica y la aceptación social evidencia que la implementación de soluciones hídricas no puede desvincularse del contexto sociohistórico ni de la confianza institucional. Por ello, para avanzar hacia una gestión hídrica sostenible y legítima, es indispensable incorporar mecanismos de diálogo, participación y transparencia que consideren las experiencias y expectativas de las comunidades locales.

Conocimiento de la comunidad

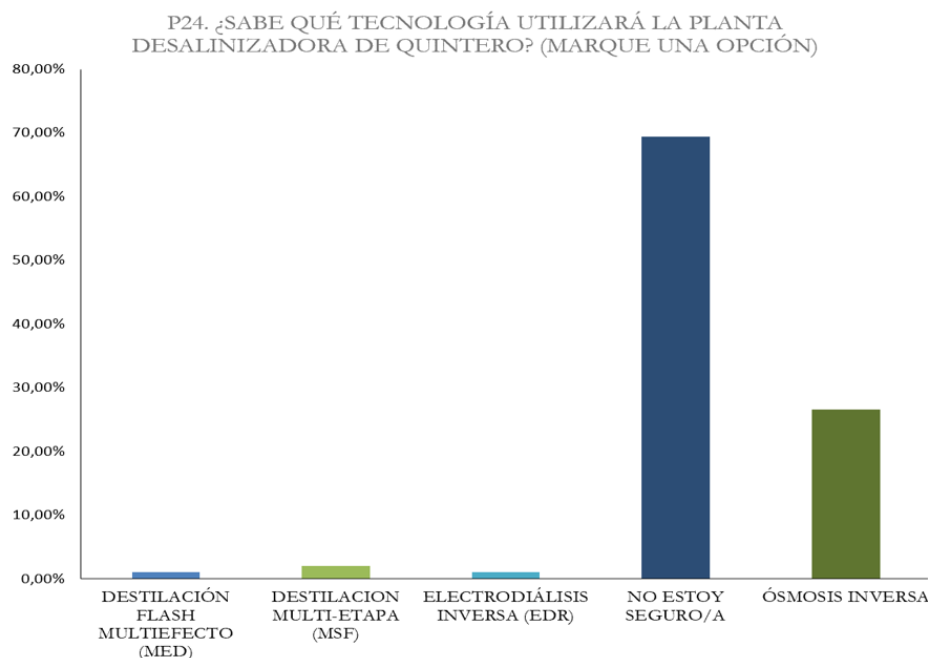
El grado de familiaridad que posee la comunidad respecto a proyectos de infraestructura ambiental constituye un indicador clave para evaluar tanto el acceso a la información como la efectividad de las estrategias de comunicación institucional. En este contexto, la pregunta 12 del instrumento busca identificar cuán familiarizada está la población con la planta desalinizadora en instalación en Quintero-Puchuncaví. Esta dimensión resulta fundamental para interpretar los niveles de aceptación social, percepción de riesgo y participación informada.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que un 70,41 % de los encuestados declara estar “nada” o “poco” familiarizado con la planta desalinizadora, lo que revela un bajo nivel de conocimiento sobre una infraestructura de alto impacto territorial. Esta baja familiaridad podría estar incidiendo directamente en las percepciones negativas detectadas en otras secciones del estudio. En consecuencia, se refuerza la necesidad de implementar estrategias de comunicación ambiental más efectivas, que promuevan la transparencia y la educación comunitaria en torno al proyecto, con el fin de fortalecer su legitimidad social y mitigar posibles conflictos en el futuro.

Por otro lado, comprender el nivel de conocimiento técnico de la comunidad respecto a las tecnologías utilizadas en la desalinización es esencial para evaluar la calidad de la información disponible y su posible influencia en la percepción de riesgo. La **Pregunta 24** indaga específicamente sobre el grado de familiaridad con los procesos tecnológicos asociados a la planta desalinizadora de Quintero, permitiendo identificar tanto el nivel de alfabetización ambiental como la claridad del discurso institucional sobre el proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados revelan un amplio desconocimiento técnico por parte de la comunidad: un 69,39 % de los encuestados declara no estar seguro/a sobre qué tecnología utilizará la planta, y solo un 26,53 % identifica correctamente la ósmosis inversa como el proceso empleado. Este bajo nivel de conocimiento puede debilitar la confianza pública en el proyecto, limitar la participación informada y facilitar la propagación de percepciones negativas o erróneas. Estos hallazgos subrayan la importancia de desarrollar estrategias de divulgación técnica claras, accesibles y territorialmente pertinentes que promuevan una comprensión básica de los procesos involucrados, contribuyendo así a una mejor aceptación social y a una gobernanza más transparente del recurso hídrico.

El acceso a la información es un componente esencial en la construcción de percepción ciudadana y aceptación social de proyectos de infraestructura ambiental. Por ello, se consideró relevante identificar cuáles son las principales fuentes de información que utiliza la comunidad para conocer sobre la planta desalinizadora en Quintero-Puchuncaví. Este análisis permite reconocer los canales más influyentes y, al mismo tiempo, detectar oportunidades para mejorar la comunicación pública y técnica sobre el proyecto.

P19. ¿DÓNDE TE HAS INFORMADO SOBRE LA PLANTA DESALINIZADORA EN QUINTERO-PUCHUNCAVÍ A TRAVÉS DE LAS SIGUIENTES FUENTES DE INFORMACIÓN? (MARQUE TODAS LAS QUE CREA)



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados muestran que las **redes sociales** (22 %) constituyen el principal canal de información utilizado por la comunidad, seguidas por **internet** (19 %) y **organizaciones ambientales** (15 %). La participación de medios tradicionales como la televisión (7 %) y periódico (3 %) es considerablemente menor, lo que sugiere un cambio en las dinámicas de acceso a la información. Este escenario plantea un desafío relevante para los actores públicos y privados involucrados en el proyecto: fortalecer la presencia de contenidos técnicos, confiables y comprensibles en los canales digitales más consultados. Además, destaca la importancia de trabajar colaborativamente con organizaciones sociales y científicas para facilitar una divulgación más efectiva y contextualizada, que contribuya al diálogo informado y a la gobernanza participativa del recurso hídrico.

IV.3 Resultado N°3: Relación en la percepción comunitaria del riesgo y la Literatura Científica Nacional e internacional

En los tres ámbitos es posible observar que las percepciones son negativas y que difieren con la evidencia científica, esto quiere decir que existen percepciones negativas y creencias que no tienen evidencia científica por los menos en Chile.

IV.1 Impacto del aumento de la salinidad marina por vertido de salmuera

La literatura científica indica que el vertido de salmuera puede aumentar la salinidad marina de forma localizada, aunque el impacto varía según las condiciones oceanográficas. En zonas de baja hidrodinámica, como el Golfo Pérsico o el Mediterráneo, se han documentado incrementos considerables de salinidad, con efectos sobre la biodiversidad. En contraste, el litoral chileno presenta condiciones favorables para la dispersión: corrientes rápidas, pendientes submarinas pronunciadas y una salinidad natural más baja (~34 PSU). Estas características permiten que la salmuera se diluya eficientemente. Según Sola et al. (2024), el aumento de salinidad en Chile no supera el 5% sobre el valor natural en un radio de 100 metros desde el punto de descarga, cumpliendo con los estándares ecológicos. La incorporación de tecnología moderna, como emisarios con difusores profundos, refuerza esta capacidad de mitigación.

En contraste, los resultados de la encuesta ciudadana muestran una fuerte percepción de riesgo. El 39,80% de los participantes considera que el impacto en la calidad del agua será muy negativo y un 37,76% lo califica como negativo, sumando un 77,56% de percepción negativa. Solo un 5,10% ve efectos positivos. Además, un 83,67% de los encuestados reconoce que la salmuera contiene sal, lo que evidencia cierto conocimiento básico, aunque sin una comprensión clara de los procesos de dilución natural del mar chileno. En resumen, existe una desconexión entre la percepción ciudadana del riesgo asociado a la salinidad y la evidencia científica, que muestra un impacto ambiental bajo en el contexto nacional.

Aspecto	Evidencia Científica	Percepción Ciudadana
Salinidad natural en Chile	34 PSU promedio, más baja que en otras regiones (ej. Mediterráneo: 37,5 PSU; Mar Rojo: 40 PSU)	No se menciona en la encuesta
Dispersión de salmuera	Rápida, gracias a corrientes intensas y difusores profundos. Si el incremento es menor al 5% en un radio de 100 m, no hay impacto, al menos en Chile	77,56% cree que existirá un impacto en la calidad del agua (salinidad) que será negativo o muy negativo

IV.2 Impacto del aumento de temperatura producto de descarga de salmuera

La comparación entre los resultados de la encuesta y la evidencia científica muestra una diferencia importante entre la percepción ciudadana y los estudios técnicos. En países como Irán, Israel y Arabia Saudita, diversas investigaciones han detectado aumentos en la temperatura del agua marina como consecuencia de la descarga de salmuera, lo que puede afectar a organismos marinos sensibles. Sin embargo, en el caso chileno, no se han registrado impactos térmicos relevantes, debido a que las plantas desalinizadoras utilizan ósmosis inversa, una tecnología que no calienta el agua, y además operan en un entorno marino naturalmente frío.

Por su parte, la percepción ciudadana refleja una preocupación significativa por este tema: el 44,9 % de los encuestados está muy de acuerdo con la afirmación de que la salmuera incrementa la temperatura del mar y afecta la biodiversidad. Los grupos ocupacionales que más comparten esta visión son los veterinarios (66,7 %) y profesores (40 %), lo que indica que existe una sensibilidad especial entre quienes tienen formación científica o educativa. Esta diferencia entre percepción y evidencia técnica sugiere la necesidad de mejorar la comunicación ambiental, fortaleciendo el acceso a información clara y verificable sobre los efectos reales de las plantas desalinizadoras.

Comparación entre evidencia científica y percepción ciudadana sobre el impacto

Evidencia científica	Percepción ciudadana sobre temperatura
En otros países , como Irán, Israel y Arabia Saudita, se ha detectado que la descarga de salmuera puede generar aumentos en la temperatura del agua marina , afectando especies sensibles.	El 44,9 % de los encuestados está muy de acuerdo con que la salmuera eleva la temperatura del mar.
En Chile , no se ha identificado un impacto térmico relevante, ya que se utiliza ósmosis inversa y el agua de mar es naturalmente fría.	Los mayores niveles de acuerdo se registran entre veterinarios (66,7 %) y profesores (40 %) .

IV.3 Impacto en los Organismos Bentónicos y Planctónicos producto de la salmuera

Diversos estudios científicos internacionales han documentado que la descarga de salmuera proveniente de plantas desalinizadoras puede afectar significativamente a los organismos bentónicos (que habitan el fondo marino) y planctónicos (que flotan en la columna de agua). Las alteraciones observadas incluyen estrés osmótico, reducción de movilidad, disminución en la fotosíntesis y mortalidad, especialmente en especies sensibles como *Zostera chilensis*. Estos efectos se acentúan cuando existen condiciones oceanográficas poco favorables, como corrientes lentas o vertidos superficiales. En Chile, sin embargo, las investigaciones muestran un escenario distinto: la implementación de tecnología moderna —como difusores profundos y captación selectiva—, combinada con condiciones naturales como pendientes marinas pronunciadas y corrientes rápidas, han contribuido a una dilución más eficiente de la salmuera, reduciendo su impacto directo sobre la biodiversidad. Aun así, se enfatiza la necesidad de mantener límites ecológicos estrictos, como no superar el 5 % del PSU natural en un radio de 100 metros desde el punto de descarga, para proteger estos ecosistemas.

En contraste con esta evidencia técnica, la percepción ciudadana recogida a través de la encuesta aplicada en localidades costeras como Horcón, Quintero, Puchuncaví y Loncura refleja una profunda preocupación frente a los efectos del vertido de salmuera. En general, los encuestados consideran que tanto los organismos del fondo marino como los pequeños organismos planctónicos sufrirán impactos negativos severos. Por ejemplo, más del 50 % calificó el impacto sobre el plancton como “muy negativo”, y un 83,67 % manifestó que la fauna marina en general se verá afectada negativamente. Este juicio también se extiende a los peces y hábitats marinos, especialmente los bosques de algas. A nivel de género, las mujeres mostraron niveles ligeramente más altos de preocupación ambiental. Aunque la mayoría de los encuestados identifica correctamente que la salmuera contiene altas concentraciones de sal y posiblemente otros residuos, las respuestas también evidencian incertidumbre, asociada probablemente a experiencias históricas de contaminación o falta de información técnica clara. En conjunto, estos resultados evidencian una percepción ciudadana crítica y alarmada, que contrasta parcialmente con los datos científicos en contextos como el chileno, donde los efectos pueden ser más acotados si se gestionan adecuadamente.

Percepciones / Evidencia en relación a los organismos bentónicos y planctónicos

Aspecto	Evidencia científica	Percepción ciudadana
Tipo de organismos afectados	Bentónicos (fondo marino) y planctónicos (columna de agua)	Fauna marina en general, peces, plancton, bosques de algas
Impacto observado o percibido	Impacto localizado, acotado si se usan buenas tecnologías y condiciones oceanográficas favorables	Impacto severo o muy negativo en la mayoría de los componentes marinos
Factores que influyen	Tecnología usada, profundidad del difusor, velocidad de corrientes, salinidad natural	Experiencias pasadas, falta de información técnica, visibilidad del problema
Ejemplos clave	En Chile, salmuera se diluye rápidamente en menos de 100 m si se usa tecnología adecuada	En localidades como Horcón y Quintero, hasta un 100 % cree que el impacto será negativo
Necesidad de acción	Monitoreo, cumplimiento de umbrales (ej. no superar 5 % del PSU natural en 100 m desde el punto de descarga)	Mayor información, educación ambiental y participación en decisiones sobre plantas desalinizadoras

IV.4 Impacto de metales en el ecosistema marino derivado de la descarga de salmuera

En relación con la presencia de metales pesados en la salmuera, la evidencia científica en Chile indica que el riesgo es bajo debido a la implementación de sistemas avanzados de ósmosis inversa, difusores profundos y un monitoreo riguroso que asegura el cumplimiento normativo. Estas condiciones permiten minimizar la acumulación de metales en el agua y los sedimentos marinos, generando un escenario ambientalmente más seguro. Sin embargo, en otros países como Egipto, estudios han identificado que la descarga de salmuera con metales pesados representa un riesgo significativo, especialmente en contextos de baja dispersión y escaso monitoreo ambiental.

En contraste con esta realidad científica local, la percepción comunitaria en Chile refleja una alta preocupación. Según los resultados de la encuesta, una mayoría de personas cree que la salmuera descargada sí contiene metales pesados. Los niveles de acuerdo más altos se observaron en Ventanas (75 %), Horcón (70 %) y Maitencillo (60 %), seguidos por Puchuncaví (54 %) y Quintero (52 %), mientras que Loncura presentó el nivel más bajo de acuerdo con un 28 %. Esta disparidad muestra que, aunque la evidencia técnica indica un bajo riesgo en Chile, persiste una percepción social de amenaza ambiental, probablemente influenciada por la desconfianza histórica hacia las industrias locales y experiencias pasadas de contaminación.

Evidencia Científica / percepción sobre los metales

Presencia de metales	Diversos estudios han detectado metales en las descargas de salmuera. Pero no hay estudios en Chile al respecto.	El 37,76 % de los encuestados está muy de acuerdo y un 18,37 % de acuerdo en que la salmuera puede contener productos químicos y metales pesados.
-----------------------------	--	--

SINTEISIS

El vertido de salmuera desde plantas desalinizadoras genera preocupación en distintas dimensiones ambientales, como la salinidad, la temperatura, la presencia de metales y el daño a organismos marinos. Para comprender mejor estas preocupaciones, se presenta a continuación una sistematización que compara los hallazgos científicos más recientes con la percepción de la ciudadanía, expresada a través de encuestas aplicadas en zonas costeras. Esta comparación permite observar las coincidencias y discrepancias entre el conocimiento técnico y las vivencias o preocupaciones locales, entregando una visión más integral de los riesgos percibidos y reales asociados a la descarga de salmuera.

Tema	Evidencia científica	Percepciones comunitarias
Salinidad	Los últimos (Sola et al., 2024) estudios datan que Chile tiene una dinámica hidrográfica, una pendiente marina y un mar que facilita la dispersión de salmuera.	Preocupación alta por cambios en salinidad, que afecta la biodiversidad marina. En la pregunta 16: ¿Cuánto impacto tendrá la descarga de salmuera en la bahía de Quintero? un 86% de los encuestados cree que será relevante y muy relevante.
Temperatura	En general en Chile no hay impacto en la temperatura en las descargas de salmuera dado que la tecnología que se utiliza en Chile es la RO que es una descarga con la misma temperatura del mar.	La mayoría de los encuestados (44,90%) presenta una percepción predominantemente negativa hacia el impacto de la salmuera en el aumento de la temperatura del agua y su efecto en la biodiversidad marina. Un 19,39% se mantiene neutral, lo que podría indicar una necesidad de mayor educación o información sobre el tema.
Organismos Bentónicos y Planctónicos	La descarga de salmuera debe estar a cierta distancia de la costa, además se deben implementar tecnologías para que la salmuera vuelva a su PSU natural lo más rápido posible, en Chile se logra llegar a un valor cercano al normal a los 100 metros dada las condiciones naturales. En otros países con otras condiciones naturales se podría utilizar la premezcla, difusores más profundos entre otras estrategias.	Efectivamente las percepciones de las personas en relación con el impacto en los organismos bentónicos y planctónicos es alta, como demuestra la encuesta aplicada. Por ejemplo, la pregunta 16: ¿Cómo se verá afectado cada uno de los siguientes elementos por la descarga de salmuera de la planta en Quintero-Puchuncaví? vida marina en el fondo del mar, las mujeres respondieron 82% muy negativo y un 78% de los hombres también responde que muy negativo.
Metales	Acumulación de metales pesados en sedimentos y agua cercana a las descargas. En Chile se exige un monitoreo estricto que asegure cumplimiento normativo.	Preocupación significativa por productos químicos y metales pesados en las descargas. Las respuestas según género corresponden a la pregunta 15, en cuanto a la descarga de salmuera: ¿qué medida estás de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones? puede contener productos químicos y metales pesados. 58% de las mujeres respondió de acuerdo y muy de acuerdo, los hombres un 52%. Hombres en desacuerdo un 23%, mujeres en desacuerdo y muy en desacuerdo 27%.

Los os resultados, en la tabla siguiente muestran una clara divergencia entre la evidencia científica y la percepción comunitaria respecto a los impactos ambientales de la descarga de salmuera. Si bien la literatura especializada señala que, en Chile, los efectos sobre la salinidad, temperatura, presencia de metales y organismos marinos pueden ser mitigados mediante tecnologías avanzadas y condiciones oceanográficas favorables, la ciudadanía manifiesta una percepción de alto riesgo ambiental en todos estos aspectos. Esta diferencia podría explicarse por factores como la desconfianza acumulada por eventos históricos de contaminación, falta de información técnica accesible y la ausencia de monitoreo visible para las comunidades locales.

Resultado N°1: Evidencia científica	Resultado N°2: Percepción comunitaria	Coincidencia / Divergencia
Se reconoce que la salmuera tiene alta salinidad, pero su impacto puede mitigarse con dilución y ubicación estratégica del emisario (Sola, 2024).	83,67 % cree que la salmuera tiene alta salinidad y que tendrá un impacto significativo en la bahía.	✗ Divergencia: percepción de mayor riesgo que el reportado en estudios.
En Chile las Plantas desalinizadoras no presentan aumento térmico, existen tecnologías adecuadas para mitigar los impactos.	44,9 % percibe que la salmuera aumentará la temperatura del agua y afectará a la biodiversidad marina.	✗ Divergencia: riesgo percibido mayor que lo indicado por la literatura.
En Chile no se reportan concentraciones de metales.	56,13 % considera que la salmuera contiene metales pesados o químicos tóxicos.	✗ Divergencia: percepción podría estar basada en desconfianza histórica.
Organismos bentónicos y planctónicos puede haber efectos si no hay alta dispersión entre otros.	80,61 % percibe impactos negativos en fauna bentónica y planctónica; consideran daño directo y persistente.	✗ Divergencia las personas encuestadas refieren que existirá daño

Esta brecha entre ciencia y percepción subraya la necesidad de mejorar la comunicación ambiental, aumentar la transparencia de los procesos industriales y reforzar la participación ciudadana en la evaluación y fiscalización de los proyectos costeros.

V. RECOMENDACIONES RELACIONAMIENTO COMUNITARIO

Diversos estudios han identificado estrategias clave para fortalecer la aceptación social y la sostenibilidad de proyectos de desalación en territorios complejos. La tabla siguiente sintetiza recomendaciones técnicas y sociales extraídas de la literatura especializada, orientadas a mejorar la gestión ambiental y el vínculo entre empresas, autoridades y comunidades.

Tabla 11: Recomendación desde la Aceptación social internacional (evidencia científica)

Recomendación	Justificación técnica/social	Fuente
Participación temprana y continua = participación vinculante	Mejora confianza, reduce percepción de imposición	Haddad et al., 2018; Liu et al., 2022
Comunicación clara y accesible	Evita tecnicismos, permite comprensión del proyecto	Liu et al., 2022
Ubicación en áreas industrializadas	Reduce conflicto con valor paisajístico o residencial	Haddad et al., 2018
Educación ambiental y diálogo con la comunidad	Aumenta comprensión sobre beneficios y mitigación	Liu et al., 2022
Uso de energías renovables	Minimiza objeción por emisiones de CO ₂	Liu et al., 2022
Auditorías públicas y seguimiento ambiental	Refuerza la transparencia y credibilidad del proyecto	Liu et al., 2022

Fuente: Elaboración propia

Se recomienda fortalecer de manera sustantiva la estrategia de relacionamiento comunitario. Si bien la planta se encuentra ubicada en un sector industrial, resulta fundamental implementar estrategias de comunicación efectivas y mecanismos participativos desde una perspectiva proactiva. Por otro lado, se observa que la empresa ingresó de forma tardía al territorio, sin considerar en las fases iniciales las necesidades hídricas de las comunidades de Quintero y Puchuncaví, esto último fue señalado en las encuestas (véase en imagen 32). Los hallazgos de la percepción comunitaria marcada por la desconfianza, donde ellos se han sentido invisibilizados en sus demandas más amplias, como el acceso al agua y la salud pública.

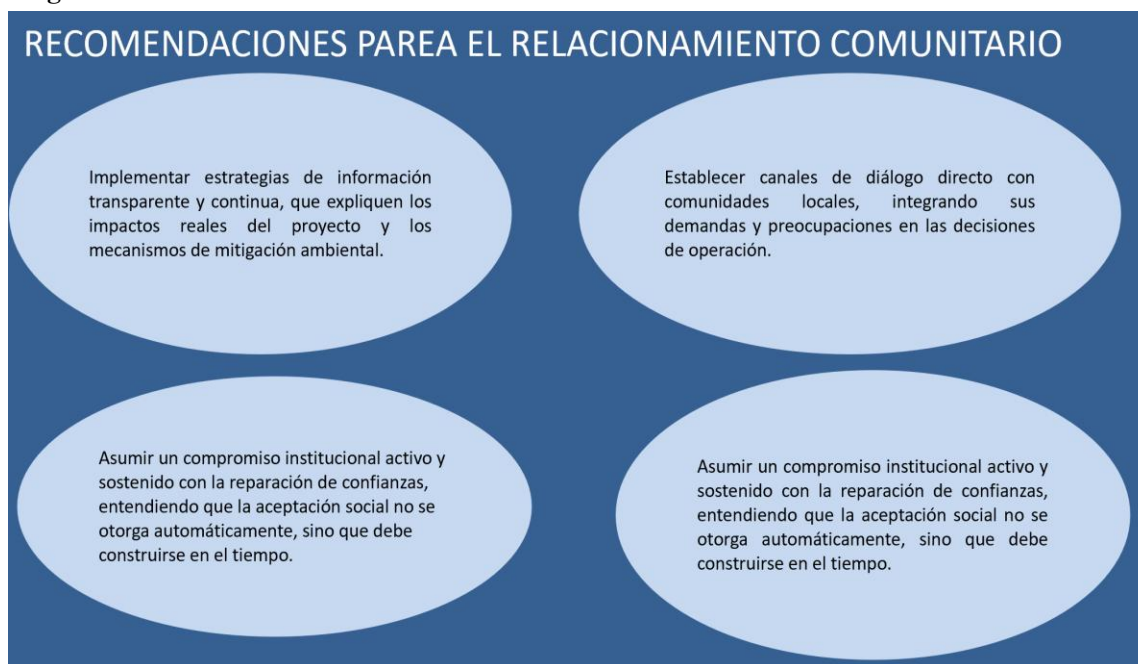
El relacionamiento comunitario efectivo se basa en la identificación de principios clave que articulen las expectativas y necesidades de las comunidades con los intereses corporativos. Por un lado, la comunidad expresa y prioriza sus necesidades reales, vinculadas frecuentemente al acceso equitativo al agua. Por otro lado, la empresa opera bajo un objetivo corporativo, en este caso, enfocado en el acceso al agua como un bien, entonces hay que asegurar el acceso al agua de las comunidades donde está el proyecto. La intersección entre ambos enfoques representa el espacio de diálogo y acción

conjunta, donde los proyectos que surgen tienen mayor viabilidad y legitimidad social, al responder tanto a metas institucionales como a demandas locales concretas.

Es fundamental evitar las disputas por protagonismo individual y narcisismo en los espacios de participación, ya que estos tienden a desviar la atención de las necesidades colectivas hacia intereses particulares o de pequeños grupos (Valenzuela Muñoz & De la Fuente de Val, 2025). Este tipo de dinámicas puede debilitar la cohesión del colectivo, por lo que resulta clave que el relacionamiento comunitario sea conducido por profesionales con competencias en gestión participativa, con valores y principios profesionales, además con un enfoque territorial (que conozcan el territorio).

La experiencia internacional y nacional ha demostrado que una gobernanza hídrica legítima requiere más que el cumplimiento técnico y normativo: exige procesos de participación comunitaria reales, transparentes y vinculantes. En este sentido, el enfoque de gobernanza propuesto por el artículo revisado subraya la necesidad de incluir activamente a los distintos actores territoriales o *stakeholders* —como comunidades locales, pueblos originarios, organizaciones sociales y municipios— en el diseño, evaluación y seguimiento de proyectos que afecten el entorno marino. Esta participación no debe ser solo consultiva, sino que debe construirse sobre el reconocimiento del saber local, la historia ambiental del territorio y la generación de confianza entre actores (Newig et al., 2023). Incorporar este enfoque en los proyectos de desalación en zonas sensibles como Quintero-Puchuncaví permitiría reducir la conflictividad social, fortalecer la legitimidad de las decisiones y avanzar hacia una gestión del agua realmente democrática y sustentable.

Imagen 35: Recomendaciones relacionamiento comunitario desalación RRD



Fuente Elaboración Propia

VI. CONCLUSION

El análisis realizado en esta tesis ha permitido profundizar en la relación entre las descargas de salmuera provenientes de plantas desalinizadoras y sus impactos en los ecosistemas marinos, considerando tanto la evidencia científica como la percepción de las comunidades locales del área de estudio. En un escenario nacional de creciente demanda hídrica y expansión de la desalación como solución tecnológica, comprender esta interacción resulta esencial para avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles y socialmente aceptados. A partir de los resultados obtenidos, se presentan a continuación las principales conclusiones de este estudio.

Asimismo, los resultados obtenidos en esta investigación permiten afirmar que se confirma la hipótesis planteada: la percepción de riesgo ambiental que tienen las comunidades de Quintero y Puchuncaví frente a las descargas de salmuera es mayor que el impacto real documentado por la evidencia científica. Esta confirmación se basa en varios hallazgos relevantes.

En primer lugar, respecto al resultado 1, la revisión de la literatura científica internacional evidenció que los impactos de la salmuera en los ecosistemas marinos dependen de múltiples factores, como la tecnología utilizada, el tipo de difusores, la distancia de descarga respecto a la costa y las condiciones oceanográficas y geomorfológicas propias de cada territorio. En total, se identificaron 52 documentos, de los cuales se seleccionaron 18 artículos para una revisión más detallada. A estos se sumaron cuatro estudios adicionales, 2 sobre aceptación social y dos documentos específicos vinculados al caso de estudio, que, si bien no son artículos científicos, aportan antecedentes relevantes para el análisis. Varios de los estudios revisados reportan impactos negativos del vertido de salmuera, aunque en contextos donde se utilizaban tecnologías distintas a la ósmosis inversa (RO) y en condiciones oceanográficas muy diferentes a las del litoral chileno. Esta diferencia ha llevado a que, desde las comunidades locales, se extrapolen dichos resultados al caso nacional. Desde el ámbito académico chileno, asimismo, se ha evidenciado una aproximación conservadora frente a la salmuera, influida principalmente por la ausencia —hasta fechas recientes— de estudios empíricos desarrollados en la costa chilena o en el Pacífico Sur.

En el caso chileno, la evidencia científica de un solo artículo ha mostrado que existe una dispersión natural favorable en la costa del Pacífico y que las condiciones oceanográficas pueden contribuir a la mitigación de los impactos de la salmuera. Específicamente se aclaró el escenario marino de Chile recientemente en septiembre de 2024, con la publicación en *Marine Pollution Bulletin* del artículo denominado *Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast*, primer estudio realizado en Chile, donde se evaluó directamente la dispersión de vertidos de salmuera en la costa pacífica sudamericana. La investigación, desarrollada por el HUB Ambiental de la Universidad de Playa Ancha, analizó tres plantas desaladoras del norte de Chile (Minera Escondida, Aguas Antofagasta y Minera Candelaria) y concluyó que la salinidad aumentó menos de un 5 % en un radio de 100 metros desde el punto de descarga, logrando volver a su salinidad natural rápidamente, con una alta dispersión. Es decir, la alteración de la salinidad es mínima y localizada, ya que a esa distancia la mezcla con las aguas oceánicas permite que la salmuera pierda su concentración elevada y vuelva a integrarse en el entorno marino sin generar un impacto

significativo. Esta capacidad de rápida dispersión se atribuye a las características oceanográficas de la costa chilena —corrientes fuertes, pendiente abrupta— y a la baja salinidad base del Pacífico, en comparación con regiones del mundo. Además, se destaca que la tecnología de ósmosis inversa (RO) llegó a Chile hace aproximadamente 20 años, cuando ya estaba más consolidada y optimizada a nivel internacional, lo que ha permitido que las plantas chilenas adopten de entrada esta tecnologías más moderna y eficiente que es la RO, que las que se usaron en las primeras experiencias de otros países. Los autores subrayan que esta combinación de factores naturales y tecnológicos es clave para minimizar los riesgos a los ecosistemas marinos, siempre que se implementen monitoreos ambientales y regulaciones que aseguren el cumplimiento de estándares como el umbral del 5 % de aumento de salinidad en un radio de 100 mts. Por lo tanto, en el caso particular de la Bahía de Quintero, las condiciones oceanográficas (fuerza de la corriente, temperatura fría, salinidad entre 34 y 35 psu y pendiente abrupta) favorecerán una rápida dispersión de la salmuera, reduciendo así su potencial efecto negativo en los organismos marinos. No obstante, se requiere un mayor desarrollo de estudios locales que permitan comprender mejor la dinámica ambiental de las descargas de salmuera en el contexto chileno y del pacífico sur, para contribuir a una evaluación más precisa del impacto de vertido de salmuera. El estudio de Sola et al 2024 representa un hito en la construcción de conocimiento local, aunque todavía es necesario ampliar los estudios para establecer conclusiones más robustas sobre los impactos ambientales sobre el vertido de salmuera.

Es importante mencionar que la ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés) es actualmente la tecnología más adecuada y amigable con el medio ambiente, respecto a la desalación de agua de mar, debido a su alta eficiencia, su menor consumo energético en comparación con tecnologías térmicas. Además, es una tecnología compatible con el uso de energías limpias y renovables, lo que permite reducir aún más su huella de carbono y el impacto ambiental asociado. Por estas características, la RO se ha consolidado como la opción predominante en las plantas desalinizadoras modernas a nivel mundial.

El Proyecto Aconcagua, de la Bahía de Quintero, representa una iniciativa destacada en el contexto nacional, no solo por su envergadura y capacidad para aportar soluciones a la creciente demanda hídrica de la zona central, sino también por su enfoque tecnológico avanzado. Al incorporar sistemas de ósmosis inversa de última generación, operará con energías renovables y se emplaza en un sector industrial, constituyéndose como un ejemplo de desalación moderna con estándares ambientales y técnicos de alto nivel. Además, el diseño del sistema de captación de agua (resultados percepciones comunitarias, en relación a los captadores, en anexo N°6) no se basa en mecanismos de succión directa, lo que permite minimizar el riesgo de afectación a organismos marinos durante la fase de captación. A ello se suma que el vertido de salmuera se realizará a través de un emisario submarino de 696,7 metros de longitud, equipado con 18 difusores ubicados en su tramo final, lo que asegura una descarga a más de 600 metros de la línea de costa. Esta configuración permite una alta dilución y dispersión de la salmuera, lo que refuerza su perfil como un proyecto estratégico y ambientalmente responsable para el desarrollo sostenible de la región.

Complementando el resultado N°1, **respecto a Chile**, en relación a la temperatura, el caso chileno no presenta mayores dificultades ni riesgos, tanto por las características propias del medio marino —con

temperaturas más frías que en otras regiones como por la implementación de tecnologías modernas como la RO, que no vierte salmuera con temperaturas elevadas en sus descargas. Respecto a la posible contaminación por metales, no se han encontrado antecedentes que indiquen presencia significativa o detección de contaminación por metales en los documentos científicos y técnicos analizados. En cuanto a los organismos bentónicos y planctónicos, se ha identificado que ciertas especies presentan alta sensibilidad a los cambios de salinidad.

Por otra parte, **en relación con el resultado N°2**, las encuestas aplicadas, a actores locales y a la comunidad en general, reflejan que la percepción de la comunidad sigue siendo muy negativa respecto de las plantas desalinizadoras, a pesar de que los estudios científicos indican que los impactos ambientales son menores de lo que la población teme. Esta diferencia se explica principalmente por el historial de contaminación industrial acumulado en la zona y por la falta de información accesible. Por lo tanto, se confirma que existe una brecha significativa entre percepción social y evidencia científica en torno a los efectos de la salmuera, tal como se había planteado en la hipótesis de esta tesis. Esta brecha subraya la necesidad de fortalecer la comunicación ambiental, la transparencia institucional y la participación ciudadana en la evaluación de proyectos de desalación, con el fin de avanzar hacia una gestión ambientalmente sustentable y socialmente aceptada.

En la encuesta aplicada durante esta investigación, se evidenció que la mayoría de las personas desconoce el funcionamiento de los procesos de desalinización y carece de información técnica clara y accesible, lo que amplía significativamente la brecha existente entre el conocimiento científico y la percepción social del riesgo. Sin embargo, en Quintero-Puchuncaví predomina una percepción de alto riesgo asociada a las plantas desalinizadoras, percepción que se ve fuertemente influida por la historia de contaminación industrial acumulada en la zona. Cualquier proyecto que intente ingresar será visto por la comunidad como una amenaza.

La planta se encuentra ubicada en un sector industrial; no obstante, en los resultados de la encuesta se evidenció una profunda desconfianza hacia las autoridades y una clara falta de información accesible y oportuna para la población local. Es importante señalar que estas percepciones no representan una opinión personal de la autora, sino que corresponden a hallazgos recogidos directamente desde las encuestas aplicadas —tanto en la etapa piloto como en la final— y desde las respuestas abiertas. Desde esta situación, se puede inferir que la falta de aceptación del proyecto no se relaciona necesariamente con la naturaleza de la planta desalinizadora en sí, sino con un manejo ambiental deficiente por parte de las empresas históricamente instaladas en el cordón industrial, especialmente en lo relativo a la sostenibilidad y al relacionamiento comunitario. A ello se suma el rol limitado que han desempeñado los estamentos gubernamentales, tanto a nivel local como nacional, los cuales han privilegiado procesos burocráticos centrados en reuniones e informes diagnósticos, sin traducirse en soluciones concretas y efectivas para la comunidad (véase relato Imagen 32, p. 64). Por lo tanto, la resistencia social actual no sería atribuible exclusivamente a la planta desaladora, sino más bien al deficiente manejo de las industrias establecidas en el sector, además a la insuficiente respuesta del gobierno local, estatal y gubernamental frente a las demandas ciudadanas.

Durante el trabajo de campo, se evidenció una fragmentación significativa del tejido social en Quintero y Puchuncaví, lo que se tradujo no solo en la desconfianza hacia instituciones y proyectos, sino también en una baja disposición a participar en la encuesta. Esta resistencia comunitaria refleja tensiones acumuladas y una falta de espacios de cohesión social. Frente a este escenario, se hace urgente promover un relacionamiento comunitario genuino, que no se limite a estrategias comunicacionales puntuales, sino que contribuya activamente a recomponer el tejido social mediante procesos participativos legítimos, sostenibles y arraigados en el territorio. En este sentido, se identifica una limitación recurrente en los mecanismos de participación ciudadana promovidos por el Estado, como los procesos PAC, los cuales muchas veces no logran convocar efectivamente a los habitantes históricos del territorio. En su lugar, se observa una participación escasamente representativa, compuesta por personas ajenas al contexto local o con vínculos transitorios. Para avanzar hacia una gobernanza participativa real, es fundamental que las instancias de consulta incluyan prioritariamente a actores que poseen un conocimiento profundo del lugar, que mantienen una relación de pertenencia, y que continuarán habitando el territorio. Solo así se podrá asegurar una participación sustantiva que refleje la idiosincrasia, las necesidades reales y los intereses de las comunidades directamente afectadas.

Esta investigación adquiere un valor particular debido a que la mayoría de las personas encuestadas ha residido en la zona por más de veinte años y, en su gran mayoría, son residentes permanentes. En consecuencia, sus percepciones se sustentan en un conocimiento profundo y directo de la realidad local. Asimismo, un porcentaje relevante de los participantes forma parte del liderazgo comunitario, lo que otorga un carácter aún más representativo a los resultados obtenidos. Desde una perspectiva práctica, este aspecto resulta significativo, pues garantiza que las opiniones recogidas provienen de actores sociales que han estado vinculados históricamente al territorio y que continuarán incidiendo en él, evitando así la participación de personas circunstanciales o de paso. En este sentido, se trata de una participación con un marcado enfoque territorial, lo que fortalece su valor.

En este contexto, es importante reconocer que el Proyecto Aconcagua ha desarrollado estrategias de relacionamiento comunitario que cumplen con estándares actuales de participación y transparencia; sin embargo, no puede resolver por sí solo las fracturas sociales y simbólicas heredadas por la saturación industrial previa en la zona. A ello se suma que, según los resultados obtenidos en la encuesta piloto y final, el proyecto fue percibido como una solución tardía a los problemas de acceso al agua en Quintero y Puchuncaví, priorizando en sus etapas iniciales otros usos distintos al abastecimiento de comunidades locales con problemas hídricos, esta percepción fue expresada en el trabajo de toma de encuestas (véase relato Imagen 32, p. 64). Dicho resultado se complementa con antecedentes históricos de deficiencias en materia de sustentabilidad y gestión comunitaria por parte de las industrias del cordón industrial. En consecuencia, se observa que la baja aceptación del proyecto no se explica únicamente por sus impactos ambientales directos, sino que responde a un contexto acumulativo de deterioro socioambiental y a la falta de una respuesta institucional efectiva en la zona.

Por tanto, la aceptación social de tecnologías como la desalinización no puede evaluarse de manera aislada, sino que debe abordarse desde un enfoque territorial e histórico que considere la legitimidad institucional, asegurar el acceso al agua y la necesidad de una gobernanza participativa que permita

restituir la confianza en los proyectos. Solo así será posible cerrar la brecha entre conocimiento técnico y percepción comunitaria.

En relación con la aceptación social, desde el marco teórico se identifican experiencias internacionales, como las de **Carlsbad (California)** y **Tampa Bay (Florida)**, constituyen referentes clave para comprender los factores que facilitan la aceptación social de plantas desalinizadoras en contextos altamente industrializados. En el caso de **Carlsbad**, se logró implementar la planta desalinizadora más grande de América en un territorio con sensibilidad ambiental y oposición inicial, gracias a una estrategia comunicacional robusta, transparencia en la entrega de información, mitigaciones ambientales claras y un trabajo coordinado con autoridades locales. Por su parte, el proyecto de **Tampa Bay** destaca aún más por su modelo institucional innovador: fue impulsado por una agencia pública regional, con financiamiento estatal, gestión pública del recurso hídrico y tarifas accesibles para la población. Además, incorporó procesos de participación ciudadana temprana y vinculante. A diferencia de lo observado en el caso chileno, ambos proyectos priorizaron desde el inicio la construcción de legitimidad social y territorial como parte de su diseño institucional, y no como una estrategia compensatoria posterior al conflicto. Esto evidencia que la aceptación no depende solo de la tecnología empleada, sino de un enfoque de gobernanza inclusiva, sostenida y estratégica.

En territorios históricamente impactados como la Bahía de Quintero, resulta insuficiente abordar la aceptación social como un simple acto de aprobación. Las comunidades locales han estado expuestas durante décadas a múltiples fuentes de contaminación sin haber sido consideradas en los procesos de decisión, lo que ha generado desconfianza y una sensación de exclusión persistente. En este contexto, aceptar un nuevo proyecto implica, ante todo, reconocer los desequilibrios acumulados y las brechas en la distribución de costos y beneficios del desarrollo. Por tanto, más allá de la eficiencia tecnológica o el cumplimiento normativo, lo que se requiere es un modelo de gobernanza hídrica con los stakeholders que promueva el reconocimiento de las experiencias territoriales, la participación efectiva y la inclusión de las comunidades como actores legítimos. Solo mediante marcos regulatorios que integren eficiencia estatal, evidencia científica, participación ciudadana temprana, vinculante y con pertenencia territorial, junto con compromiso institucional, será posible avanzar hacia un desarrollo sostenible y socialmente validado

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ai, Z., Ishihama, F., & Hanasaki, N. (2022). Mapping Current and Future Seawater Desalination Plants Globally Using Species Distribution Models. *Water Resources Research*, 58(7), e2021WR031156. <https://doi.org/10.1029/2021WR031156>
- Al-Osaimi, A., Ali, T. S., Al-Zubari, W., & Nasser, H. (2020). Effect of brine discharge from Al-Dur RO desalination plant on the infauna species composition in the East Coast of Bahrain. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, 176, 29-37. <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25493>
- Astaburuaga G., R. (2004). El agua en las zonas áridas de Chile. *ARQ (Santiago)*, 57, 68-73. <https://doi.org/10.4067/S0717-69962004005700018>
- Beck, U. (1986). *La_sociedad_del_riesgo beck.pdf*.
- Blanco-Murillo, F., Díaz, M. J., Rodríguez-Rojas, F., Navarrete, C., Celis-Plá, P. S. M., Sánchez-Lizaso, J. L., & Sáez, C. A. (2023). A risk assessment on *Zostera chilensis*, the last relict of marine angiosperms in the South-East Pacific Ocean, due to the development of the desalination industry in Chile. *Science of The Total Environment*, 883, 163538. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163538>
- Bolados García, P., Morales Urbina, V., & Barraza López, S. (2021). Historia de las Luchas por la Justicia Ambiental en las Zonas de Sacrificio en Chile. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 11(3), 62-92. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2021v11i3.p62-92>
- Bolados García, P., Sánchez Cuevas, A., Bolados García, P., & Sánchez Cuevas, A. (2017). Una ecología política feminista en construcción: El caso de las «Mujeres de zonas de sacrificio en resistencia», Región de Valparaíso, Chile. *Psicoperspectivas*, 16(2), 33-42. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol16-issue2-fulltext-977>
- Bonin, J. J., & Stevenson, D. E. (Eds.). (1989). *Risk Assessment in Setting National Priorities*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-5682-0>

- Canessa, M., & García, M. (2016). *ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS DE RELACIONAMIENTO COMUNITARIO EN EL MARCO DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA*.
- Cardona Arboleda, O. D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-93531>
- Centro de Información de Recursos Naturales. (2022). *RECURSOS NATURALES COMUNA DE QUINTERO*.
- Cid Ortiz, G., Castro Correa, C., & Rugiero de Souza, V. (2012). Percepción del riesgo en relación con capacidades de autoprotección y autogestión, como elementos relevantes en la reducción de la vulnerabilidad en la ciudad de La Serena. *Revista INVI*, 27(75), 105-142. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582012000200004>
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental. (2009). *Consideraciones en torno a la posible adopción de una nueva formulación para la ecuación de estado del agua de mar*.
- Del Acebo Ibáñez, E. (1996). *Sociología del Arraigo*.
- Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRINMAR). (2019). *Informe_diagnostico_quintero_corriente.pdf*.
- Douglas, M., & Wildavsky, A. (1982). *Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers* (1.^a ed.). University of California Press; JSTOR. <http://www.jstor.org/pucdechile.idm.oclc.org/stable/10.1525/j.ctt7zw3mr>
- Echeverría Cabodevilla, A. (2017). *Obtención de Energía a partir de las Corrientes Marinas*.
- Einav, R., Harussi, K., & Perry, D. (2003). The footprint of the desalination processes on the environment. *Desalination*, 152(1-3), 141-154. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(02\)01057-3](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(02)01057-3)
- Elsaie, Y., Ismail, S., Soussa, H., Gado, M., & Balah, A. (2023). Water desalination in Egypt; literature review and assessment. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(7), 101998. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101998>

- Escribano, R., & Hidalgo, P. (2001). Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S). *Revista de biología marina y oceanografía*, 36(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-19572001000100005>
- Fournis, Y., & Fortin, M.-J. (2016). From social ‘acceptance’ to social ‘acceptability’ of wind energy projects: Towards a territorial perspective. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1133406>
- García, V. (2005). *El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos*.
- Graf Rey, M. (2006). *La escasez de agua en el mundo y la importancia del Acuífero Guaraní para Sudamérica: Relación abundancia-escasez*.
- Haddad, B., Heck, N., Paytan, A., & Potts, D. (2018). Social Issues and Public Acceptance of Seawater Desalination Plants. En *Sustainable Desalination Handbook* (pp. 505-525). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809240-8.00014-9>
- Heck, N., Paytan, A., Potts, D. C., & Haddad, B. (2016). Predictors of local support for a seawater desalination plant in a small coastal community. *Environmental Science & Policy*, 66, 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.08.009>
- Ibrahim, H. D., & Eltahir, E. A. B. (2019). Impact of Brine Discharge from Seawater Desalination Plants on Persian/Arabian Gulf Salinity. *Journal of Environmental Engineering*, 145(12), 04019084. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001604](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001604)
- Ihsanullah, I., Atieh, M. A., Sajid, M., & Nazal, M. K. (2021). Desalination and environment: A critical analysis of impacts, mitigation strategies, and greener desalination technologies. *Science of The Total Environment*, 780, 146585. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146585>
- Kassouar, S., & Abi-Ayad, S.-M. E.-A. (2024). The Disadvantages of Seawater Desalination at the Bousfer Station Located on the Oran Coast in Western Algeria. *Journal of Ecological Engineering*, 25(6), 221-230. <https://doi.org/10.12911/22998993/187815>
- Kress, N. (2019a). Introduction. En *Marine Impacts of Seawater Desalination* (pp. 1-10). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811953-2.00001-3>

- Kress, N. (2019b). Policy and Regulations for Seawater Desalination. En *Marine Impacts of Seawater Desalination* (pp. 135-163). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811953-2.00007-4>
- Kress, N. (2019c). Theoretical Analysis of the Potential Impacts of Desalination on the Marine Environment. En *Marine Impacts of Seawater Desalination* (pp. 53-69). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811953-2.00004-9>
- Kress, N., Gertner, Y., & Shoham-Frider, E. (2020). Seawater quality at the brine discharge site from two mega size seawater reverse osmosis desalination plants in Israel (Eastern Mediterranean). *Water Research*, 171, 115402. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115402>
- Lattemann, S., & Höpner, T. (2008). Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination*, 220(1-3), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.03.009>
- Liu, T.-K., Ye, J.-A., & Sheu, H.-Y. (2022). Exploring the social acceptability for the desalination plant project: Perceptions from the stakeholders. *Desalination*, 532, 115757. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2022.115757>
- Loutatidou, S., Mavukkandy, M. O., Chakraborty, S., & Arafat, H. A. (2017). Introduction. En *Desalination Sustainability* (pp. 1-30). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809791-5.00001-8>
- Manríquez, P. H., González, C. P., Abarca, A., Jenó, K., Jofré, V., Astudillo, O., & Aguilera, V. M. (2024). Effects of brine discharges on newly hatched larvae of the rocky-shore keystone gastropod *Concholepas concholepas*. *Desalination*, 581, 117579. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2024.117579>
- Manzano Esperguel, F., Rebolledo Hernández, D., & Sagredo Mazuela, O. (2021). Etnoteatro y derechos humanos. Representación artística de los conflictos socioambientales de Petorca y Puchuncaví-Quintero en la obra «Zona de promesa» de Villa Grimaldi. *Sophia Austral*. <https://doi.org/10.22352/SAUSTRAL202127017>
- Melo, O., Arumi, J. L., & Pizarro, I. (2022). *La crisis hídrica en Chile y la necesidad de una nueva institucionalidad del agua*.

MINISTERIO MEDIO AMBIENTE. (2017). *QUINTERO PUCHUNCAVI PROGRAMA PARA LA RECUPERACION AMBIENTAL*.

Mujtaba, I. M. & Sowgath, M. A. (2022). Desalination processes. En *Desalination Technologies: Design and Operation* (pp. 29-65). Elsevier.

Mujtaba, I. M., & Sowgath, M. T. (2022). Pretreatments and posttreatments in desalination processes. En *Desalination Technologies* (pp. 595-631). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813790-1.00016-5>

Nada, A., Ibrahim, M. G., Elshemy, M., Fujii, M., & Sharaan, M. (2024). Integrated water quality and performance assessment of seawater desalination plants along two coasts in Egypt. *Desalination*, 586, 117844. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2024.117844>

Newig, J., Jager, N. W., Challies, E., & Kochskämper, E. (2023). Does stakeholder participation improve environmental governance? Evidence from a meta-analysis of 305 case studies. *Global Environmental Change*, 82, 102705. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102705>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Paredes Letelier, C. (2024). *LA NEGLIGENTE REALIDAD DE LA BAHIA DE QUINTERO*.

Petersen, K. L., Paytan, A., Rahav, E., Levy, O., Silverman, J., Barzel, O., Potts, D., & Bar-Zeev, E. (2018). Impact of brine and antiscalants on reef-building corals in the Gulf of Aqaba – Potential effects from desalination plants. *Water Research*, 144, 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.07.009>

Prado, M. L. (2023). *Formas de relacionamiento comunitario de las empresas chilenas del rubro de la construcción desde el marco de la sostenibilidad*.

Roberts, D. A., Johnston, E. L., & Knott, N. A. (2010). Impacts of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies. *Water Research*, 44(18), 5117-5128. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.04.036>

- Saleh, L., & Mezher, T. (2021). Techno-economic analysis of sustainability and externality costs of water desalination production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111465. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111465>
- Sepúlveda, Á. (2023). Una Mirada Medioambiental a las Últimas Décadas en Chile: Avances, Compromisos y Desafíos. *Cuadernos Médico Sociales*, 63(3), 55-58. <https://doi.org/10.56116/cms.v63.n3.2023.1460>
- Slovic, P. (1987). *Perception of Risk*. <https://www.jstor.org/stable/1698637>
- Sola, I. (2019a). *Aspectos ambientales de la desalinización de agua de mar: Regulación y gestión de los vertidos*.
- Sola, I. (2019b). *Aspectos ambientales de la desalinización de agua de mar: Regulación y gestión de los vertidos*.
- Sola, I., Carratalá, A., Pereira-Rojas, J., Díaz, M. J., Rodríguez-Rojas, F., Sánchez-Lizaso, J. L., & Sáez, C. A. (2024). Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast. *Marine Pollution Bulletin*, 207, 116905. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116905>
- Sola, I., Zarzo, D., Carratalá, A., Fernández-Torquemada, Y., de-la-Ossa-Carretero, J. A., Del-Pilar-Ruso, Y., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2020a). Review of the management of brine discharges in Spain. *Ocean & Coastal Management*, 196, 105301. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105301>
- Sola, I., Zarzo, D., Carratalá, A., Fernández-Torquemada, Y., de-la-Ossa-Carretero, J. A., Del-Pilar-Ruso, Y., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2020b). Review of the management of brine discharges in Spain. *Ocean & Coastal Management*, 196, 105301. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105301>
- Soluciones en Gestión Ambiental. (2018a). *Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Aconcagua cap 1*.
- Soluciones en Gestión Ambiental. (2018b). *Evaluación Impacto Ambiental Proyecto Aconcagua Cap 4*.
- Superintendencia del Medio Ambiente. (2017). *Informe Técnico Fiscalización Ambiental SUMINISTRO DE AGUA MINERA ESCONDIDA*.

- Tabi, A., & Wüstenhagen, R. (2017). Keep it local and fish-friendly: Social acceptance of hydropower projects in Switzerland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 763-773. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.006>
- Theodore, L. (2022a). Global Water Scarcity and the Need for “New Water”. En *Introduction to Desalination: Principles, Processes, and Calculations* (pp. 1-318). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119691754.ch1>
- Theodore, L. (2022b). New Desalination Processes. En *Introduction to Desalination: Principles, Processes, and Calculations* (pp. 315-333). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119691754.ch14>
- UNDRO. (1979). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*.
- US EPA, O. (2017, enero 16). *How We Use Water* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/watersense/how-we-use-water>
- U.S. Geological Survey. (2019, junio 7). *La distribución del agua sobre, dentro y por encima de la Tierra*. | *Servicio Geológico de Estados Unidos*. <https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth-0>
- Valenzuela Muñoz, M. A., & De la Fuente de Val, G. (2025). “¿BUEN VECINO O RELACIONAMIENTO COMUNITARIO?”: EL DILEMA DE LAS EMPRESAS HOY.
- Vicuña, S., Daniele, L., Farías, L., González, H., Marquet, P. A., Palma-Behnke, R., Stehr, A., Urquiza, A., Wagemann, E., Arenas-Herrera, M. J., Bórquez, R., Cornejo-Ponce, L., Delgado, V., Etcheverry, G., Fragkou, M. C., Fuster, R., Gelcich, S., Melo, O., Monsalve, T., & Winckler, P. (2022). *Desalinización: Oportunidades y desafíos para abordar la inseguridad hídrica en Chile*. Comité Asesor Ministerial Científico sobre Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Wood, J. E., Silverman, J., Galanti, B., & Biton, E. (2020). Modelling the distributions of desalination brines from multiple sources along the Mediterranean coast of Israel. *Water Research*, 173, 115555. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115555>

Zhang, Y., Wang, R., Huang, P., Wang, X., & Wang, S. (2020). Risk evaluation of large-scale seawater desalination projects based on an integrated fuzzy comprehensive evaluation and analytic hierarchy process method. *Desalination*, 478, 114286.
<https://doi.org/10.1016/j.desal.2019.114286>

VIII. ANEXOS

VIII.1 Anexo 1: Tabla Variables Dimensiones y preguntas

VARIABLES	DIMENSIONES	PREGUNTAS
CARACTERIZACIÓN ENCUESTADOS	Datos Demográficos De Los Encuestados	2. ¿Cuál es su género, edad, nacionalidad, ocupación y nivel de estudios?
PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL QUE PODRÍA GENERAR LA SALMUERA	Espacio, Arraigo y percepción	4. ¿Cuántos años ha vivido en la zona Quintero-Puchuncaví? 5. ¿Cuál es su situación en la zona Quintero-Puchuncaví? 6. ¿En qué sector vive? 22. ¿Con qué frecuencia participas en las siguientes actividades costeras y marinas en las áreas marinas frente a Quintero-Puchuncaví? (marque una opción en cada columna) 25. ¿Pertenece usted a alguna organización relacionada con el medio ambiente o participa en causas ambientales? 7. ¿Cree que la contaminación en la bahía ha afectado su salud o capacidad para realizar actividades recreativas? 13. ¿Cuanto impacto crees que tendrá la descarga de salmuera de la planta desalinizadora en las áreas marinas? 15. ¿En qué medida está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la salmuera? (contiene químicos, sal, organismos muertos, etc.)
CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE DESALACIÓN Y SALMUERA	Conocimiento Del Proceso De Desalación Y Salmuera	11. ¿Sabías que se está instalando una planta desalinizadora en Quintero Puchuncaví? 12. ¿Está familiarizado con la planta desaladora? 14. ¿Cómo Calificaría Su Nivel De Conocimiento Sobre El Proceso De Desalación Y La Descarga de salmuera? 18. ¿Qué Tan De Acuerdo Está Con Las Sigüientes Afirmaciones Sobre El Rol Futuro De Estas Instituciones En La Minimización De Los Impactos En El Océano Debido A La Descarga De Salmuera? (Marque Una Opción) 21. ¿qué tan positivos o negativos crees que serán los siguientes resultados de la planta desalinizadora en quintero-Puchuncaví? 23. ¿usted cree que los captadores de agua de mar de la desalinizadora, generan un daño a la biodiversidad marina de quintero? 24. ¿sabe qué tecnología utilizará la planta desalinizadora de quintero? 19. ¿Dónde se ha informado sobre la planta desalinizadora en Quintero-Puchuncaví? 16. ¿Cómo se verá afectado cada uno de los siguientes elementos por la descarga de salmuera? (fauna marina, calidad del agua, etc.) 17. En Tu Opinión, ¿Qué Tan Importantes Son Las Sigüientes Medidas Para Reducir Los Impactos En El Océano Debido A La Descarga De Salmuera?
ACEPTACION SOCIAL PLANTA DESALADORA	Percepción población Frente A La Instalación Desalinizadora	8. ¿Cree que Chile necesita plantas desalinizadoras para abastecer agua potable? 9. ¿Cree que es necesaria una planta desaladora en Quintero? Si no, argumente su respuesta. 10. ¿Cuál considera la mejor solución para la crisis hídrica en Quintero-Puchuncaví? 20. ¿Apoya o se opone a la nueva planta desalinizadora en Quintero-Puchuncaví?

Nota: La pregunta 1 era el consentimiento informado con la pregunta aceptar o rechazar la encuesta.

VIII.2 Anexo 2 : Consentimiento y participación de encuesta

PERCEPCIONES ENCUESTA ENTRE LA SAL Y EL MAR

1.

CONSENTIMIENTO Y PARTICIPACIÓN DE ENCUESTA. El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no, esta es una encuesta individual que forma parte de una investigación científica dirigida por Alejandra Pamela Rojas Estay cuyo título es Trabajadora Social, con esta investigación se titulará del Magister Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, UC. El objetivo de esta investigación es Comparar las percepciones de riesgo de la comunidad de la Bahía de Quintero, Región Valparaíso, Chile, con la evidencia científica obtenida de artículos académicos sobre el impacto de las plantas desaladoras y su proceso de desalación de agua de mar, específicamente la salmuera. Cabe destacar que la información del cuestionario será almacenado y posteriormente se realizarán análisis con el fin de investigar y mostrar resultados. Si usted acepta participar, deberá continuar respondiendo esta encuesta hasta el final. Su participación en esta investigación no contempla beneficios personales directos, y asimismo, no se contemplan riesgos por participar. Es importante que usted sepa que se guardará confidencialidad de toda la información. La encuesta será almacenada en una carpeta protegida y con acceso exclusivo de la investigadora. La información de su encuesta será utilizada para mostrar resultados, así como la de todas las personas que respondan. Toda la información que usted entregue será usada exclusivamente para los propósitos de esta investigación. Los resultados obtenidos podrían ser publicados en revistas académicas o libros y/o ser presentados en conferencias, sin embargo, su identidad y la de los participantes no será revelada. Su participación en esta investigación es completamente voluntaria. Usted tiene derecho a no aceptar participar y terminar su participación en cualquier momento, sin mediar explicación y sin consecuencia para usted, con solo cerrar esta página. Si tiene preguntas acerca de esta investigación, puede contactar a la investigadora responsable ALEJANDRA PAMELA ROJAS ESTAY, Teléfono 992510477; correo electrónico: aprojase8@gmail.com. Esta investigación será revisada y aprobada por la UC. Si su respuesta es positiva continúe con la encuesta hasta el final. A continuación, indique su interés en participar o no en esta investigación. ¿ACEPTA PARTICIPAR SI O NO ?

☐ SI

☐ NO

VIII.3 Anexo 3: Clasificaciones

Categorías y Criterios para la Clasificación Ambiental y Técnica de Zonas de Descarga de Salmuera
Normativas Internacionales: Normas aplicadas en California y Estados Unidos. Salinidad: Normativa de California: el incremento no debe exceder 2 PSU (~6‰) en un radio de 100 metros. Estudio Sola et al. (2024) recomienda: aumento máximo menor al 5% de la salinidad natural. Distinción entre alta dispersión (logra alcanzar la salinidad natural en 100 metros) y baja dispersión (no lo logra). • Alta dispersión • Baja dispersión Temperatura: Normativas estadounidenses prohíben superar 2 °C de diferencia respecto al medio receptor para proteger la biodiversidad. Geomorfología Pendiente • Pronunciada profunda y abrupta • Pronunciada • Moderada • Suave Fondo Marino • Arenoso, rocoso y fangoso • Arenoso Fangoso • Arenoso Rocosos • Arenoso Corrientes y dinámica hidrográfica: • Lentas: ≤ 5 cm/s • Intermedias: de 5 – 20 cm/s • Rápidas: 20–50 cm/s • Muy rápidas: 50–100 cm/s Difusores (ubicación y profundidad): • Profundos: > 15 metros • Superficiales: < 15 metros • Vertido directo al mar o sin difusor Distancia de difusores a la costa: • Desfavorable: ≤ 500 metros • Intermedia: 500–700 metros • Óptima: > 700 metros <i>Nota:</i> Datos no encontrados fueron consultados en bibliografía anexa y con inteligencia artificial

VIII.4 Anexo 4: Ejes Analíticos

Eje analítico	Origen metodológico	Uso en la investigación
Salinidad	Emergió del análisis de literatura científica (Objetivo 1), donde se reporta como uno de los impactos más frecuentes de la descarga de salmuera.	Fue incorporado como dimensión clave en el diseño del cuestionario y en el contraste con percepciones locales (Objetivo 2 y 3).
Temperatura	Identificado en estudios sobre efectos térmicos de plantas desalinizadoras.	Fue agregado como eje para explorar preocupaciones locales sobre efectos térmicos y su comparación con la evidencia técnica.
Organismos bentónicos y planctónicos	Aparece como variable ecológica sensible en las investigaciones sobre biodiversidad marina afectada.	Eje utilizado para indagar la percepción de daño a la fauna marina y contrastarla con los resultados científicos.
Metales pesados y contaminantes químicos	Reportado en estudios como riesgo asociado al uso metales en procesos de desalinización.	Incorporado como dimensión ambiental sobre toxicidad, y como categoría de comparación en el análisis final.

VIII.5 Anexo 5: Herramientas AHP FCE

Herramienta	Qué es	Para qué sirve	Cómo funciona
FCE – Evaluación Exhaustiva Difusa (Fuzzy Comprehensive Evaluation)	Método basado en lógica difusa para evaluar problemas con incertidumbre o valoraciones subjetivas.	Convierte opiniones o calificaciones cualitativas (<i>alto, medio, bajo</i>) en valores numéricos para compararlos objetivamente.	1. Se define una lista de criterios de evaluación (ej.: impacto ambiental, costo de operación, probabilidad de falla). 2. Un panel de expertos califica cada criterio en términos cualitativos. 3. El método traduce estas valoraciones a números (ej.: <i>alto</i> = 0,8) y combina los resultados para obtener un índice global de riesgo.
AHP – Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process)	Método de toma de decisiones que jerarquiza prioridades y asigna pesos a criterios.	Determina qué criterios o riesgos son más importantes en un contexto específico.	1. El problema se descompone en niveles: objetivo → categorías → subcriterios. 2. Los expertos comparan cada par de criterios y determinan su importancia relativa. 3. Se calculan ponderaciones (ej.: ambiental 50 %, técnico 30 %, financiero 20 %).
Integración FCE–AHP	Combinación de ambas herramientas para priorizar riesgos.	Genera un ranking de riesgos para orientar las acciones de mitigación.	1. El FCE entrega el grado de gravedad de cada riesgo. 2. El AHP determina el peso relativo de cada tipo de riesgo. 3. Multiplicando ambos valores se obtiene la puntuación final y el orden de prioridad para la gestión.

Fuente: (Zhang et al., 2020)

Desde la perspectiva del trabajo social, las herramientas AHP (Proceso Analítico Jerárquico) y FCE (Evaluación Exhaustiva Difusa) resultan útiles para abordar problemáticas sociales complejas donde existen múltiples actores, opiniones diversas y factores subjetivos. Estas metodologías permiten sistematizar y jerarquizar las percepciones de las personas, comunidades u organizaciones, transformando opiniones como “alto”, “medio” o “bajo” en datos que pueden ser analizados de manera comparativa. Así, por ejemplo, se pueden identificar qué preocupaciones sociales pesan más en la aceptación o rechazo de un proyecto, y tomar decisiones más informadas, justas y participativas. Su aplicación aporta rigurosidad metodológica a procesos sociales donde la voz de la comunidad es clave.

VIII.6 Anexo 6: Percepción respecto a los captadores

La percepción de los impactos ambientales es clave para entender la aceptación o el rechazo de infraestructuras como las plantas desalinizadoras. En este sentido, se consultó a la comunidad sobre su opinión respecto al posible daño que los captadores de agua de mar de la desalinizadora podrían generar en la biodiversidad marina de Quintero.



Los resultados muestran que una mayoría significativa (52%) está muy de acuerdo con que estos captadores generan daño, lo que refleja una alta preocupación ambiental en la comunidad. Este nivel de acuerdo sugiere la necesidad de fortalecer los procesos de evaluación ambiental, aumentar la transparencia en la entrega de información técnica y fomentar espacios de participación efectiva para abordar las inquietudes ciudadanas frente a los riesgos percibidos.

VIII.7 Anexo 7: Preguntas abiertas encuestas

P9. ¿USTED CREE QUE ES NECESARIA EN QUINTERO UNA PLANTA DESALINIZADORA?, SI SU RESPUESTA ES NO ARGUMENTE SU RESPUESTA?

DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	RESPUESTA
AMBIENTAL	IMPACTO EN FLORA Y FAUNA NATIVA	La fauna y flora marina si está afecta a la salmuera
		Porque luego se devuelve la sal al mar. Lo que genera un impacto ambiental y para la flora y fauna del mar. Por ende se transforma en un círculo vicioso lleno de contaminación.
		Por el daño provocado en la fauna marina
		Porque los residuos quedan con un porcentaje tan alto de sal que no se pueden volver a poner en el mar, ya que son altamente contaminantes y acabarían con la flora y fauna marina
		No tengo claro el daño que produce a la flora y fauna marina la cantidad concentrada de sal devuelta al mar
		no estoy informado, pero esa sal será devuelta al mar va ha contaminar las especies que viven el el mar
		Tiene un impacto ambiental importante
	CONTAMINACIÓN ADICIONAL	Porque luego se devuelve la sal al mar. Lo que genera un impacto ambiental y para la flora y fauna del mar. Por ende se transforma en un círculo vicioso lleno de contaminación.
		No , x que generan contaminación x salmuera con metales pesados
		Porque ya es un sector saturado de industrias, la zona costera se está recuperando, y ésto solo podría afectar el medio ambiente marino, por ende todas las actividades relacionadas. Podría ser que funcione en sectores con otras características, lejos de sistemas ecológicos tan frágiles frágiles
		No creo se una solución, más bien es seguir deteriorando el ambiente inmediato o cercano a una planta desalinizadora
		Creo que como es un proceso no natural,tendra un impacto negativo en el ambiente.
		Dado las condiciones ambientales de esta bahía contaminada por más de 50 años
	ECOSISEMAS FRÁGILES	No la considero necesaria ni beneficios por el impacto al ecosistema y el océano
		Para el impacto ambiental, no además el agua la ven a otros lugares.
		No, por qué desestabilizaría más el medio ambiente,más de lo que ya está.
	RECHAZO A LA IDEA DE BENEFICIO LOCAL	No porque no tenemos tanto problema como en el norte
		Por suerte la zona tiene agua y si la cuidamos se puede aprovechar mucho mejor.
		Lamentablemente con la situación del país tarde o temprano vamos a llegar a esto. Por ahora el principio será para las grandes empresas no para el beneficio de toda la población
		Especialmente porque esa agua no es para el consumo de los habitantes de Quintero y Puchuncaví, ni siquiera para la región de Valparaíso
		no, porque no es para la población, es para la minería
		No , por que la que se está construyendo , es para uso industrial de la región metropolitana, específicamente la minera de los broncees
		El agua va a las empresas mineras ,no totalmente a las zonas sin agua
		Lamentablemente el agua no es para uso en la zona. Se va para la región metropolitana a una minera. Yo vivo en Horcón alto, no tenemos agua, tenemos que comprar a camión algibe, es injusto, para nosotros no es necesario, la comunidad no obtiene beneficios, solo molestias.

SOCIAL	SATURACIÓN Y MOLESTIAS LOCALES	Ya basta de saturar la zona ya son 23 empresas y ahora 24 empresas, realmente somos el patio trasero.
		porque estamos en una zona saturada de otras empresas, las desalinizadoras si son necesarias y podrían instalarse en otra costa, porque es para anglo american el daño es aun peor de una desalinizadora y es cara el agua, se podrían buscar otras vías hay una extensión urbana importante Esva1 tiene la obligación de prestar servicio y amplié
		en la zona hay muchas industrias contaminantes
		No ya que la Bahía de Quintero y el Cordon industrial están saturados con tanta actividad de diversas empresas
		No en él misma de zona de sacrificio ya es mucha la contaminación de las otras empresas
		La razón es que en la zona ya existen otras empresas que contaminan
		Creo que con la cantidad de industrias que existen en la zona, no debería existir para más ahí.
		Mucha industria en tan poco terreno
	DESCONFIANZA CON LAS EMPRESAS	Porque ya es un sector saturado de industrias, la zona costera se está recuperando, y esto solo podría afectar el medio ambiente marino, por ende todas las actividades relacionadas. Podría ser que funcione en sectores con otras características, lejos de sistemas ecológicos tan frágiles frágiles
		No les creemos nada
	AUSENCIA DE BENEFICIOS PARA LA COMUNIDAD	Por la mera posibilidad de que se pueda manipular mal un proceso (o la salmuera) y esta afecte la biodiversidad.
		el daño es aun peor de una desalinizadora y es cara el agua,
		Para el impacto ambiental, no además el agua la ven a otros lugares.
		No ya que no tenía ningún beneficio a la comuna porque el agua extraída sería para las mineras y otras comunas
		conociendo el nivel de contaminación en estas comunas no me parece seguro y saludable el consumo de esta agua ni siquiera para el baño.
REGULACIÓN	FALTA DE NORMATIVAS	No puesto que este proyecto en específico está orientado para alimentar industrias y mineras y no para la población de la zona. Si se destinara para regar los campos, alimentar ganado, y en el ultimo de los casos para consumo de la población que se encuentra en escasez hídrica si estaria de acuerdo con él. De todas formas es un avance que se utilice agua desalada para los procesos productivos y asi no sacarla de la que puede ser para consumo humano, pero creo que una vez mas esta mal pelado el chanchito.
		No es necesaria porque en Chile no existe una normativa que regule la planta desalinizadora.
		Lamentablemente con la situación del país tarde o temprano vamos a llegar a esto. Por ahora el principio será para las grandes empresas no para el beneficio de toda la población

OTRAS ALTERNATIVAS	OTRAS OPCIONES DE UBICACIÓN	En el norte hay mucho terreno vacío
		Deberían buscar otra solución
		Se debería instalar en lugares no poblados
		No en la bahía, pero si en otro lugar, pero ya se esta haciendo una salinizadora en quintero
	RECURSOS EXISTENTES	se podrían buscar otras vías hay una extensión urbana importante Esva1 tiene la obligación de prestar servicio y amplié
		Somos un país que tiene muchos ríos esos ríos van a dar al mar, están los acueductos el agua la desperdiciamos, no se aprovecha el potencial hídrico que sería transportar de sur a norte con un acueducto,
		tenemos las montañas
		Existen napas subterráneas
		No. Hay otras alternativas menos dañinas para el medio ambiente. Además falta educación hídrica a la población.
		Siempre es bueno opciones que no tengan impacto medioambiental

26. ¿TIENE ALGÚN COMENTARIO ADICIONAL, PROOCUPACIÓN SUGERENCIA SOBRE LA PLANTA DESALINIZADORA Y SU IMPACTO EN EL ECOSISTEMA MARINO EN QUINTERO?

SUBDIMENSION	RESPUESTA
CONTAMINACIÓN Y ECOSISTEMA MARINO	El ecosistema marino es lo mas preocupante y los adultos equivalentes, que es una mini fauna marina, alimento de los peces eso afectara, porque es el alimento de los peces. A nivel micro va impactar la biodiversidad, no es el problema humano, sino el impacto del ecosistema marino.
	Existirá un cambio de la biodiversidad (negativo)
	El grado de afectaciones al territorio, vial, salud, medioambiente, social, económico
	Los permisos se los dieron en el gobierno de Piñera, se les pidió que la sal la convirtieran en bloques en ladrillos, somos bahía se va acumular, son 3 mil metros cúbicos por segundo lo que van absorber, estamos en una bahía que tiene metales pesados y esta contaminado, queríamos que la sal se convirtiera en ladrillos como otros países, un par de años nos vamos a transformar en un mar muerto.
	Considero que si existiera alguna manera de rectificar la salmuera generada por este tipo de empresa, seria realmente ideal para la zona, debido a que, el borde costero de Quintero Puchuncaví, ya posee un historial de malas ejecuciones de las empresas en la zona, que no están a favor o en sintonía con el cuidado de la biodiversidad del ecosistema marino, o con ello una merma de la pesca artesanal. Por lo que no es bueno que una empresa llegue a afectar mas el ecosistema marino, que debe tener una recuperación aunque la iniciativa es buena para dar disponibilidad de una buena fuente de agua potable, debe minimizar sus impactos ambientales.
	Me preocupa el impacto ambiental en la zona y alrededores-(Quinta región ósea costera).
	SIENTO QUE NO VA A GENERAR TANTO IMPACTO, LO VEO POSITIVO, SI VA HA SERVIR UNA PLANTA, NO VA HA SER TAN DAÑINO.
	Va terminar de liquidar lo que queda de biodiversidad marina, lo va a transformar en un desierto marino. Donde están las instalaciones en el mar, esta cerca de la playa y por tanto destruirá la biodiversidad. Además el agua no podra ser apta para consumo humano de manera directa, por los altos índices de metales pesados y contaminantes que ha sufrido la bahías de quintero y puchuncaví a los largo de 60 años que se ha instalado el polo industrial ya que la bahía a recibido todos los desechos y riles de las empresas.
	En Hornito, al norte de Mejillones, hace 10 años aproximadamente, hicieron mini planta desalinizadora, cuando devolvieron la salmuera murió el marisco en el área de manejo. Es una preocupacion que pueda pasar lo mismo acá. Cuando vienen los científicos a tomar muestras nunca mas vemos los resultados ... han venido (otras instituciones) a tomar muestras, los resultados arrojan que no hay contaminación cuando si hay contaminación ...
	Quintero y Puchuncaví debe recuperar sus distintos ecosistemas y la instalación de más industrias sólo perjudica aquello.

COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN	Deberían informar mejor a la comunidad, debería de darse un porcentaje a la localidad de donde lo van a extraer, en Quintero y Puchuncaví debería recibir un porcentaje
	No hay información de las autoridades publicas, la información de la misma empresa, ni la delegación presidencial ni el municipio informa. La empresa es amo y señor y la comunidad no tiene idea. Que el MMA se haga cargo de informar a la comunidad. Los pescadores negociaron una empresa de Jibia y que el agua llegara a las APR. Esta desaladora es para Andrés Iuksic, dueño de Anglo American, Quintero es un bien de consumo para el país, ni siquiera la bencina es mas barata acá, Chile trabaja para los ricos, ni siquiera las empresas pagan patentes, en estas comunas pagan 17 mil pesos por el uso del suelo, paga mas un carrito de completo, falta de políticas publicas a nivel nacional, ojala lo hagan pero lo veo difícil.
	Instruir más a las personas respecto al tema,asimismo exigir se estén de acuerdo a las normas internacionales al respecto
	Dentro de los acuerdos a los que llegaron los pescadores con la desaladora se medirá la salinidad del agua constantemente antes de hechar la sal al mar y después constantemente .
	La preocupación va estar presente hasta que la planta entre en funcionamiento y ver si va afectar nuestra costa y nuestro ecosistema.
	La poca y nula información que tenemos los vecinos de ambas comunas mas involucradas y posiblemente perjudicados
AUSENCIA DE BENEFICIOS LOCALES	es muy difícil que se le haga caso a la comunidad
	debería de darse un porcentaje a la localidad de donde lo van a extraer, en Quintero y Puchuncaví debería recibir un porcentaje
	Creo que la idea de plantas desalinizadoras puede ser una idea efectiva para la escasez hídrica, el cambio climático etc. pero me parece que este proyecto en específico no trae mucho de eso. Sino mas de lo mismo. Seguir sacrificando esta zona en pos del “progreso” de los grandes capitales, mientras la gran mayoría de los habitantes de la comuna no tienen acceso a una red de agua ni rural ni urbana. Menos alcantarillado.
	Mi preocupación sería que podría hacer daño, ya se ha demostrado en la zona que las empresas hacen daño. A las instituciones estatales no les importa tanto como lo hacen ver, las personas han sido tratados como tontos y no ofrecían soluciones. Hasta ahora siguen matando áreas verdes como el complejo inmobiliario de Quilicura porque la aprobó MMA y el SEA no pusieron ninguna traba al último pulmón en la zona, no confió en las instituciones.
	Además el agua no podrá ser apta para consumo humano de manera directa, por los altos índices de metales pesados y contaminantes que ha sufrido la bahías de quintero y puchuncaví a los largo de 60 años que se ha instalado el polo industrial ya que la bahía a recibido todos los desechos y riles de las empresas.
	A los pescadores el mito de la sal al mar esas es una preocupación para nosotros
	Que ojalá las aguas se puedan quedar acá en sectores sin red de agua potable que son muchos dando espacio al monopolio de venta de agua muy cara

SATURACIÓN DE LA ZONA	Que son necesarias para la actividad minera y es positivo. Que este en una zona tan saturada me produce rechazo. Estoy de acuerdo son necesarias, pero acá estamos saturados.
	La bahía de la zona ya han destruido mucho
	Siento que lamentablemente la zona con el cordón industrial y esta saturada en cuanto a contaminación atmosférica y la verdad no me molesta la salinizadora si se que ayudara a las apr, pero tal vez debiera haber estado en otro lugar menos saturado
	Quintero y Puchuncaví debe recuperar sus distintos ecosistemas y la instalación de más industrias sólo perjudica aquello.
	Están sumando un ingrediente más a una "zona de sacrificio"
	Lamentable es muy difícil competir con las grandes empresas. A pesar que por años se esta luchando porque se cierren o se ubiquen en otro lugar. Nuestra salud es la que sea visto afectada y en nuestra tierra no se puede plantar nada porque esta toda contaminada.
COSTOS Y BENEFICIOS ASOCIADOS	Si una planta desaladora en esta zona de sacrificio en esta bahía tan contaminada por casi medio siglo Seguiremos adelante para algún día poder recuperar por todo el daño que a tenido que soportar esta querida tierra que nos vio nacer
	En esta encuesta falta el impacto socio-economico de la zona de Quintero. La cual se ha visto muy afectada producto de la detenciones de empresas escudados en eventos de contaminación. (Planta eléctrica, por ejemplo).
	Desde su construcción genera trabajo importante para la gente de la zona. No considero que sea grave su impacto si estara regulado por organismos competentes .. no creo que afecte tanto al ecosistema como algunas organizaciones lo dicen.
	Que ojalá las aguas se puedan quedar acá en sectores sin red de agua potable que son muchos dando espacio al monopolio de venta de agua muy cara
FALTA DE NORMATIVAS	Creo que es importante solucionar el tema hídrico de la zona pero se debe evaluar el costo beneficio Conozco la de Antofagasta el resultado del Agua es salada pero soluciono muchos temas de agua para bañarse para lavar etc antiguamente el agua era racionada Me preocupa eso si q hay muchos balnearios pegados unos con otros afectando una zona amplia del sector marítimo No creo mucho en los controles se ha perdido la confianza en el estado en general , si hicieran bien su trabajo estaría más tranquila
	Me preocupa que exista una planta desalinizadora, porque no existe normativa que la regule, en cantidad de agua que sacan del mar en la cantidad de salmuera que producen y la forma de deshacerse de la salmuera no esta normado, no esta normado el tipo de técnica para desalinizar el agua. Las personas no tienen voz ni voto, la PAC no le lleva a nada. Los permisos se los dieron en el gobierno de Piñera, se les pidió que la sal la convirtieran en bloques en ladrillos, somos bahía se va acumular, son 3 mil metros cúbicos por segundo lo que van absorber, estamos en una bahía que tiene metales pesados y esta contaminado, queríamos que la sal se convirtiera en ladrillos como otros países, un par de años nos vamos a transformar en un mar muerto.
	Que debería estar en Norma, antes de ya estar trabajando. Ya que mi propio esposo pertenece a la empresa. El a modo personal a tenido bastantes discrepancias con sus jefes, debido a lo mismo. Lo han tratado de obligar a ejecutar algunas acciones en donde él se ha negado por completo. Es por esto que nos preocupa muchísimo el tema
	Instruir más a las personas respecto al tema,asimismo exigir se estén de acuerdo a las normas internacionales al respecto

DESCONFIANZA EN LA FISCALIZACIÓN	Ellos se saltan todas las normas son proyectos millonarios es muy difícil que se le haga caso a la comunidad va a generar un impacto el viento trae todo para los sectores toda esta zona, es lo mismo con la sal con las corrientes va impactar también las zonas de zapallar
	Si creo que se necesitan algunas plantas desalinizadoras, pero deben ser muy bien reguladas-fiscalizadas. Pero lo mas lejos de la zona de pesca y población.
	No creo mucho en los controles se ha perdido la confianza en el estado en general , si hicieran bien su trabajo estaria más tranquila ,pero el agua es necesaria es vida solo pido que cuidemos a las generaciones futuras que tengan la posibilidad de disfrutar la zona como nosotros
MANEJO AMBIENTAL	En Chile no existe una cultura responsable respecto al uso de los recursos , agua dulce hay, pero la mal gastamos de forma realmente exagerada.
	Gracias a la federación de pescadores artesanales bahía Narau , la desalinizadora, mejorará sus procesos de toma y rechazo de agua , ya que logramos que se rigieran por las normas australianas , y tener un plan de vigilancia en conjunto con la empresa Aguas Pacíficas
USO DE	Generar Agua del Aire . www.planetwater.cl
UBICACIÓN	Si creo que se necesitan algunas plantas desalinizadoras, pero deben ser muy bien reguladas-fiscalizadas. Pero lo mas lejos de la zona de pesca y población.
	Espero que no se haga
SENSACIÓN DE INJUSTICIA	Esta desaladora es para Andrés Luksic, dueño de Anglo American, Quintero es un bien de consumo para el país, ni siquiera la bencina es mas barata acá, Chile trabaja para los ricos, ni siquiera las empresas pagan patentes, en estas comunas pagan 17 mil pesos por el uso del suelo, paga mas un carrito de completo, falta de políticas publicas a nivel nacional, ojala lo hagan pero lo veo difícil.
FUTURO	Creo que dada la escasez de agua dulce en el mundo este, el mundo de la desalinización es un viaje sin retorno. Hay experiencias en la zona norte como Aguas Cap que abastecen a 2 mineras y a comunidades con el agua que ellos necesitan!!
	Creo que no hay ninguna actividad que no tenga un impacto pero hay que tener presente que en los próximos años si usaremos agua desalada por el aumento demográfico y el cambio climático !!
	Es esencial iniciar estos nuevos procesos porque no sabemos que nos deparará el cambio climático, y el agua potable es de primera necesidad para todos. Deseo que todo se desarrolle de forma óptima, sin provocar incomodidad a los habitantes de la zona...saludos
	solo pido que cuidemos a las generaciones futuras que tengan la posibilidad de disfrutar la zona como nosotros

VIII.8 Anexo 8: Fotos del área de Estudio

Quintero



Fuente: Elaboración Propia

Playa la Herradura Puchuncaví



Fuente: Elaboración propia

Las Ventanas



Fuente: Elaboración propia

Las Ventanas



Fuente: Elaboración propia

Quintero



Fuente: Elaboración propia

Las Ventanas



Fuente: Elaboración propia

Las Ventanas



Fuente: Elaboración propia