



lundin mining

Planta Desalinizadora Minera Candelaria

10 Años de operación sustentable

Noviembre 2023

Contenidos

lundin mining



- Minera Candelaria
- Caldera, puerto histórico
- Contexto
- Planta Desalinizadora
- Hitos
- Preguntas
- Estudios realizados
- Resumen investigaciones
- Próximos pasos

Operaciones Distrito Candelaria en Chile



Las operaciones del **Distrito Candelaria** se ubican en la comuna de Tierra Amarilla, a 29 kilómetros al sur de Copiapó y 110 kilómetros del **Puerto Limpio Mecanizado Punta Padrones** y la **Planta Desalinizadora** en Caldera.

La compañía también cuenta con una **oficina en Santiago** y **oficinas comunitarias en Tierra Amarilla, Copiapó y Caldera.**

Bahía de Caldera

lundin mining



Algo de historia

lundin mining

**Puerto Punta Padrones
Minera Candelaria**
En Operación desde 1995
Embarque de Cobre

Puerto Caldera S.A.
En Operación
Embarque de Hierro a granel
y Uvas en período estival

Muelle Mecanizado
Abandonado. Operó entre 1955 y
1982

Astillero naval
En Operación

Muelle
En Operación

Tranque Relaves
Abandonado

**Puerto Desembarque
Petróleo**
En Operación

**Planta Procesos
Pescado**
En Operación

**Emisario Submarino
Aguas Servidas**
Abandonado (2003)

Escorial
Abandonado

**Estación Trenes y
Astillero**
Abandonado

Muelle Fiscal
En Operación



Caldera, Chile

lundin mining

- Bahía con puertos minero, pesquero y agrícola
- Ubicado a 75 kms de Copiapó
- Alberga las mejores playas de Chile
- Puerto histórico y patrimonial
- Fundada el 21 de septiembre de 1850 por gobierno del Presidente Manuel Bulnes
- Fue puerto de embarque de minas de plata de Chañarcillo y Tres Puntas.
- Chañarcillo era el tercer yacimiento más grande de América
- Caldera se convirtió en uno de los puertos más importantes y tecnológicos de la época y financió todas las grandes obras del Estado de Chile durante medio siglo.
- Primera ciudad de Chile con ferrocarril para transporte de minerales y pasajeros.



Realidad como contexto

1. Generalmente, existe escaso conocimiento de los ecosistemas donde la industria existe.
2. Los conflictos socio ambientales entre los stakeholders están fuertemente influenciados por percepciones y valores.
3. Cumplimiento de permisos y monitoreos no son suficientes para atender todas las percepciones.
4. La ciencia puede contribuir a reducir la incerteza relacionada al impacto ambiental,
5. Pero no es capaz de eliminar totalmente la incerteza debido a la gran complejidad de los sistemas socio-ecológicos.



Puerto Punta Padrones y Planta Desalinizadora

lundin mining



Puerto Limpio Mecanizado Punta Padrones

lundin mining

EN OPERACIÓN
DESDE 1995

2 EDIFICIOS
PRINCIPALES

En promedio recibe
tres barcos por mes

Barcos de hasta
67.000 t, con calado
de 12,4 m (40,7 pies)

570.530
WMT/AÑO

Promedio anual
embarque de
concentrado

45.000
WMT

Capacidad de
almacenamiento

Carguío de barcos
en posición fija.
Chute telescópico
articulado.



Correas
transportadoras
encapsuladas.



Colectores de polvo
funcionan con sistema
de diferencial de
presión negativa.



Planta Desalinizadora

INICIO DE OPERACIONES:
MAYO DE 2013

PROGRAMA DE MONITOREO MARINO

CAPACIDAD

500

LITROS POR SEGUNDO DE AGUA DESALINIZADA DE CALIDAD INDUSTRIAL

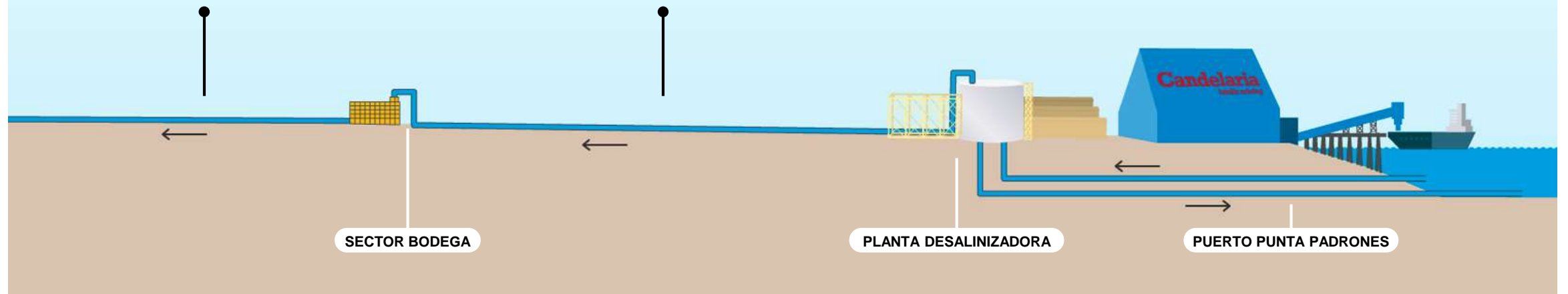
PROCESO DESALINIZACIÓN

OSMOSIS INVERSA

Acueducto de 49 km desde Sector Bodega a Candelaria.

Acueducto de 78 km desde Caldera hasta Sector Bodega.

Ubicada al interior de las instalaciones del Puerto Punta Padrones en Caldera.



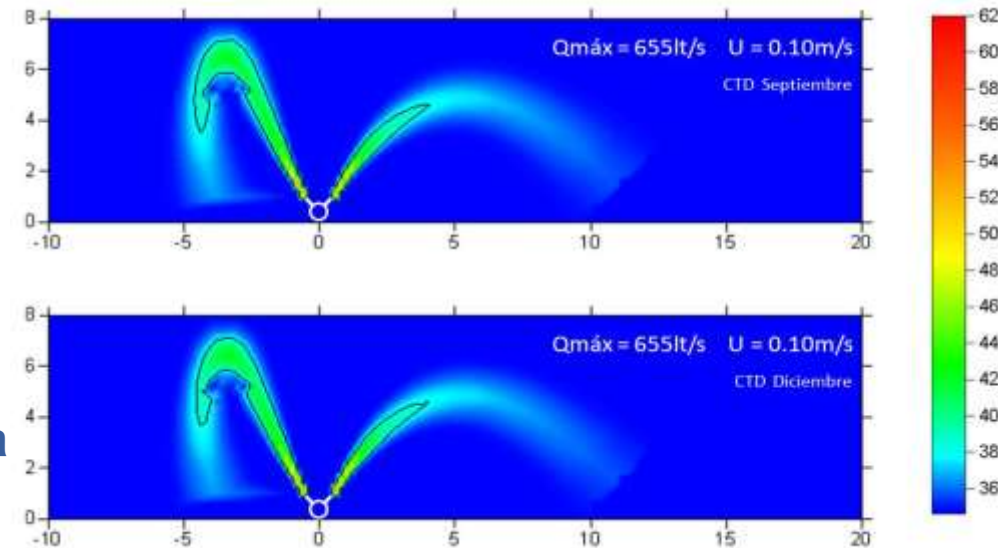
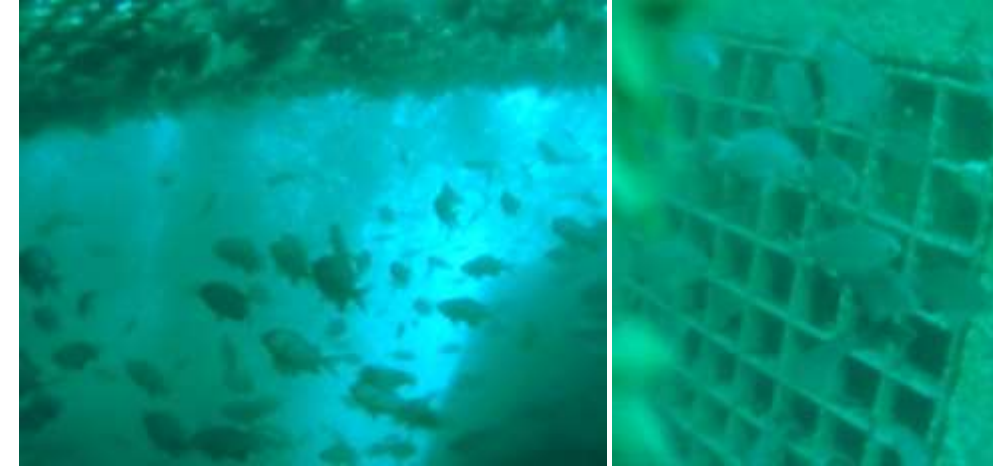
Diseño y detalles de las instalaciones

- ✓ Captación de agua:
 - Torreta de captación ubicada en -25 m profundidad
 - Baja velocidad de succión (<0,15 m/s).
 - Vaso comunicante
 - Bombeo pasivo (sentina en tierra -8 mts)

- ✓ Descarga de salmuera:
 - Emisario de 180 mts de largo
 - Fuera de la zona de protección litoral (79 mts).
 - Difusores (10) ubicados en los últimos 18 metros
 - Dilución de salmuera (5-6 metros desde el difusor).

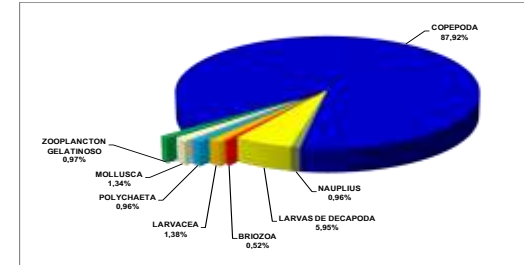
- ✓ Temperatura:
 - Descarga igual a la del ambiente marino.

- ✓ Monitoreos:
 - Programa de Monitoreo Marino semestral
 - Monitoreo semanal de variables químicas en la descarga de salmuera (D.S. N ° 90).

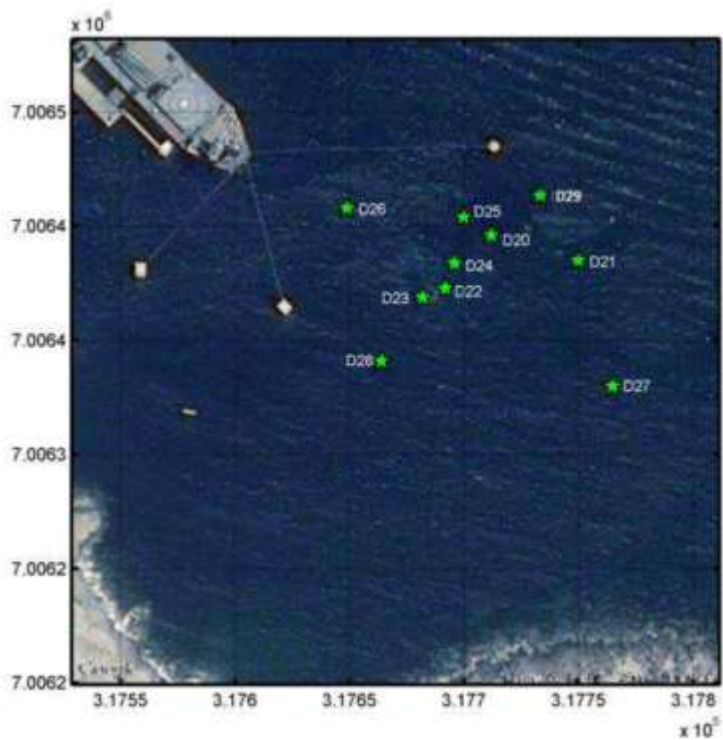
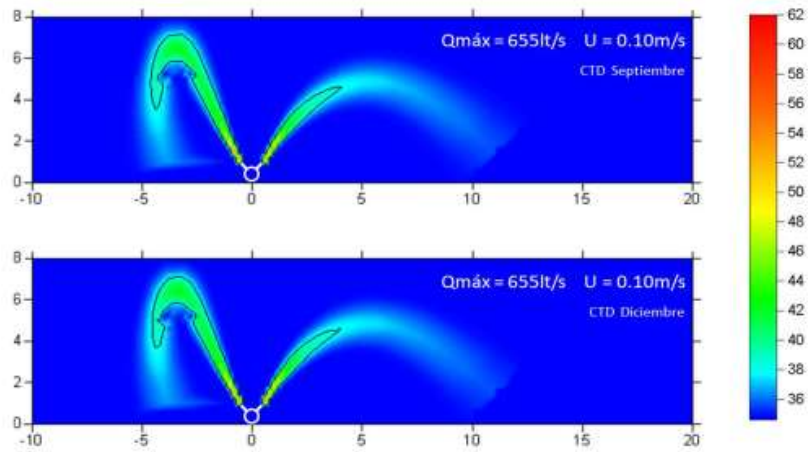


PVA Monitoreo Marino - Planta Desalinizadora

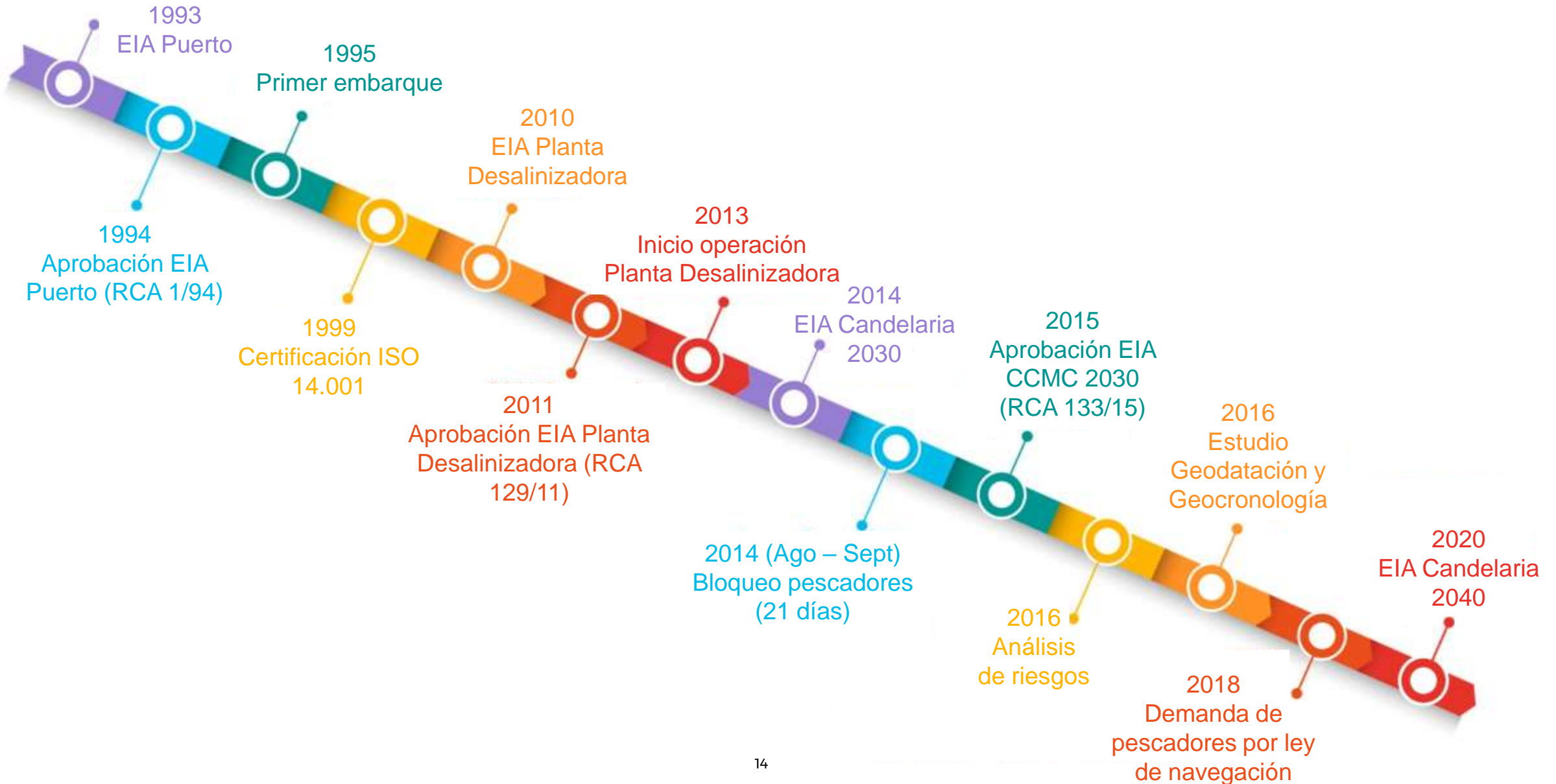
- Química y Física del agua
- DS 90 semanal
- Química y Física de Sedimentos
- Fitoplancton y Zooplancton
- Infauna (comunidad fondos blandos)
- Comunidades intermareales fondo rocoso
- Ictiofauna



Monitoreo Salinidad Emisario Planta Desalinizadora



Historia Planta Desalinizadora



Preguntas

lundin mining



Necesitamos desarrollar una estrategia a mediano plazo para:

- Generación de conocimiento sobre el ecosistema
- Anticiparnos a las preocupaciones (y riesgos) de los stakeholders



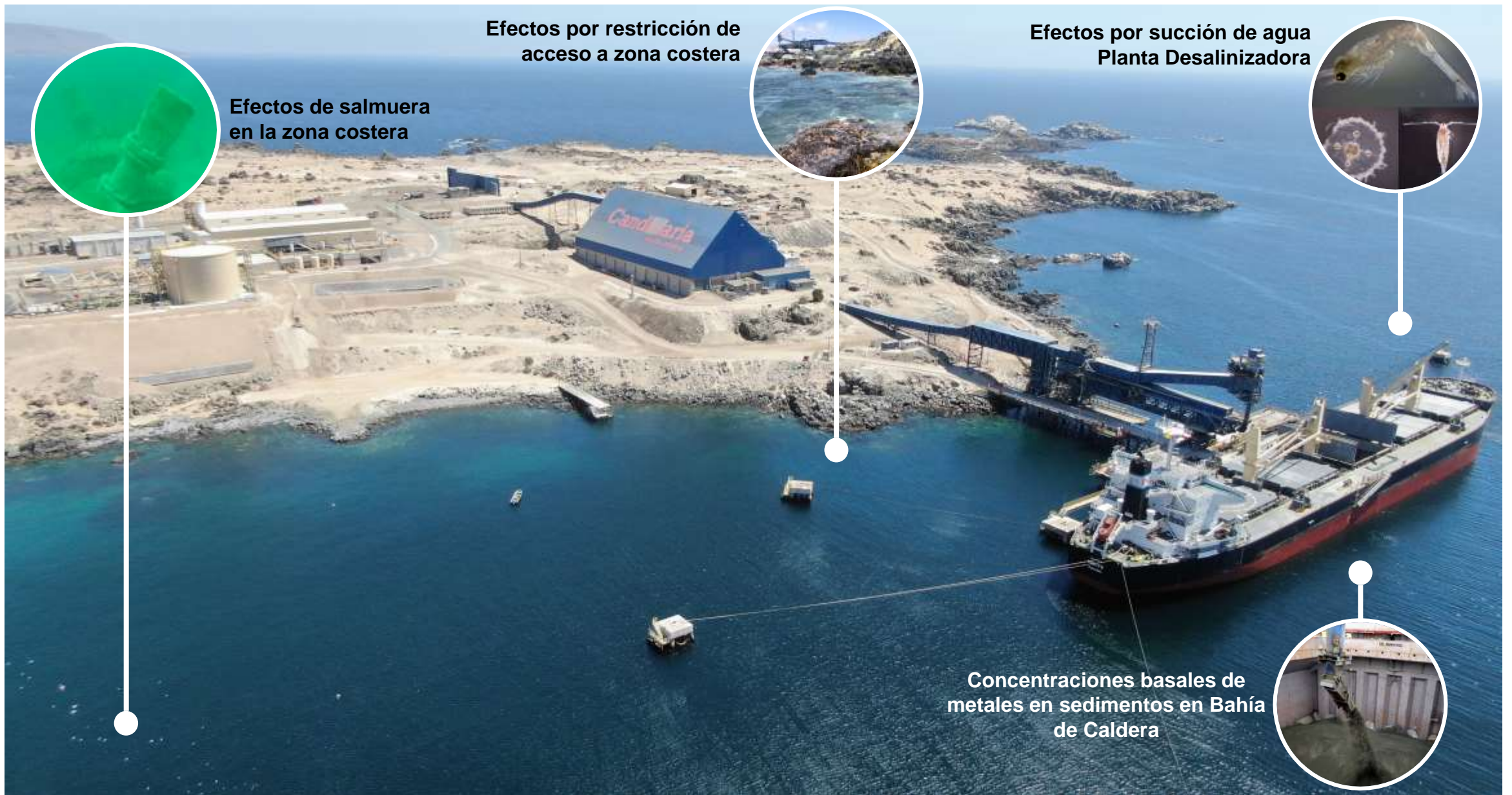
La alta complejidad socio ambiental obliga a innovar para garantizar que los efectos ambientales de los proyectos son aceptables socialmente.



La investigación es una poderosa herramienta que puede contribuir sólidamente a este desafío.

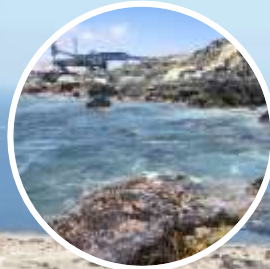
Análisis

lundin mining



Efectos de salmuera en la zona costera

Efectos por restricción de acceso a zona costera



Efectos por succión de agua Planta Desalinizadora



Concentraciones basales de metales en sedimentos en Bahía de Caldera



Metales en sedimentos en Bahía de Caldera

lundin mining

Marine Environmental Research 177 (2022) 105619

Contents lists available at ScienceDirect

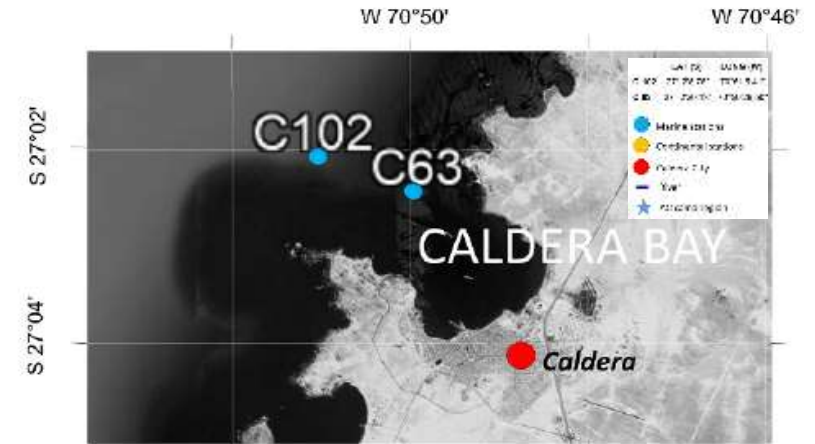
Marine Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marenvrev



Metal enrichment evolution in marine sediments influenced by oxygen-deficient waters in a mineral loading zone, Atacama, Chile (27° S)

Práxedes Muñoz ^{a,b,*}, Valentina Hevia-Hormazabal ^c, Karen Araya ^d, Antonio Maldonado ^{b,e}, Marco Salamanca ^f



Concentraciones de metales en sedimentos bajo la influencia de la zona mínima de oxígeno del SE-Pacífico, Impacto antropogénico tras industrialización en Bahía Caldera (principales puertos de carga de minerales desde 1849) Se emplearon ²¹⁰Pb y el método de datación CRS para estimar la edad en dos núcleos de sedimento seccionados a 1 cm.

- Concentraciones metales sugirieron impactos claros de actividades industriales post ~1860 en Cu, e impactos moderados en Fe, Pb y Zn.
- Consistente con auge de actividades humanas después de 1880
- Reducciones observadas después de la década de 1970 (modernización del transporte y embarque)
- En la antigüedad se observó enriquecimiento autigénico de nutrientes y elementos sensibles a redox (Ni, Cd, Mo y V).
- Este enriquecimiento estuvo relacionado con el bajo nivel de oxígeno en el fondo y la alta productividad.
- Como esta condición varía con el tiempo, podría dar lugar a estimaciones erróneas de los valores preindustriales.
- En general, destacamos el impacto de los procesos naturales en la distribución de metales en los sedimentos marinos durante las evaluaciones y regulaciones ambientales.

Succión de Planta Desalinizadora

Variabilidad espacio-temporal del zooplancton monitoreado en el muelle y la sentina de la Planta Desalinizadora de Minera Candelaria

- Caracterizar estadísticamente la variabilidad asociada a composición y abundancia del zooplancton en la zona de estudio.
- Determinar la existencia de diferencias estadísticas en la composición y abundancia del zooplancton (holoplancton y meroplancton) obtenido desde los sitios de muestreo Muelle y Sentina.



- El holoplancton es el principal grupo del zooplancton en la zona de estudio
- Especies comerciales presentan baja proporción en abundancias registradas (7%).
- La principal fuente de variabilidad durante el periodo analizado correspondió a la fecha de muestreo, sin detectarse diferencias entre la mañana y la tarde.
- No se detectó diferencias en la abundancia total de zooplancton entre muelle y sentina
- Diferencias en riqueza, diversidad y composición de especies.
- Tales diferencias se explican por una mayor concentración de gamáridos.

Efectos en el Intermareal rocoso por CCMM

Los resultados de este estudio sugieren que:

- La concesión minera evidencia un efecto positivo sobre la abundancia de especies intermareales.
- Ayudó a identificar la temporada de reproducción y reclutamiento de *Concholepas concholepas*.
- Los efectos positivos no solo se ven dentro de la CCMM (dificultad para acceso al sector adyacente)



Una sola concesión portuaria - minera con un programa adecuado de monitoreo intermareal rocoso puede generar conocimiento relevante para:

- a) basar las prácticas de manejo de las especies locales recolectadas y
- b) monitorear los cambios en las especies sensibles atribuidas a las actividades humanas.

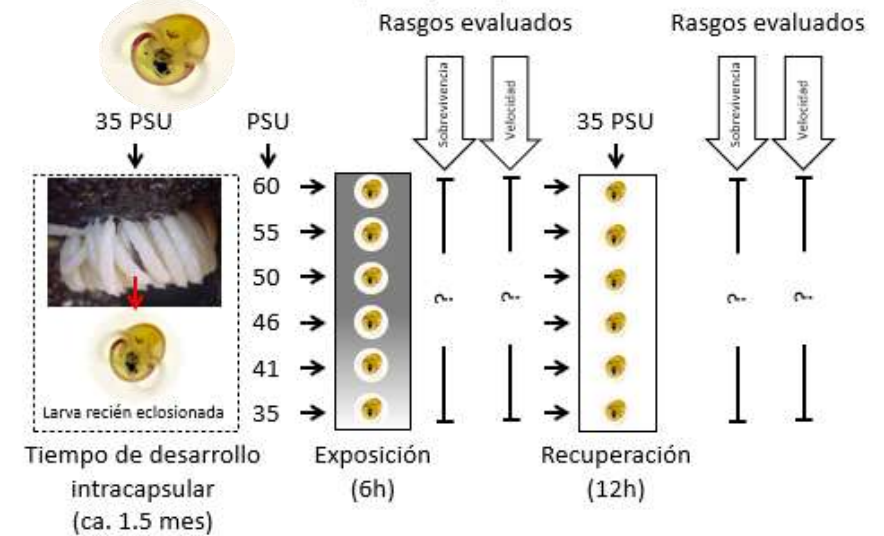
Efectos de descarga de Salmuera



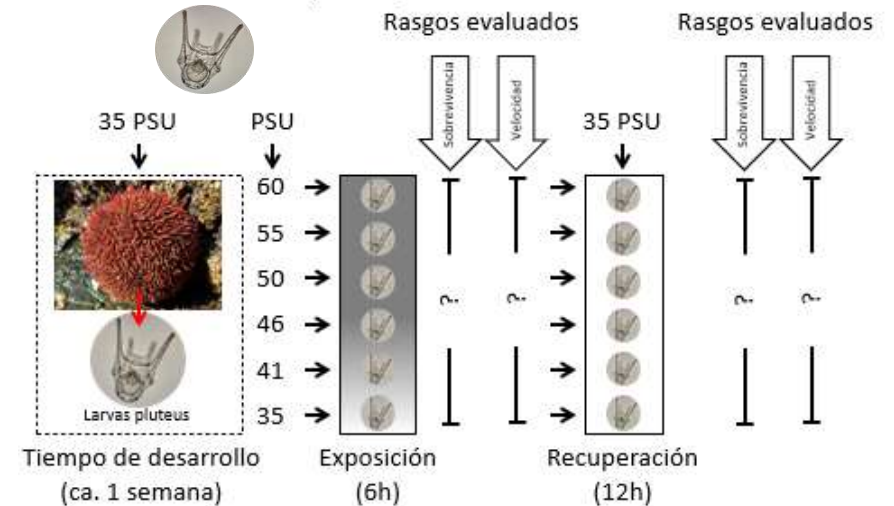
Evaluar el efecto potencial de descarga salina
Experimentos con tres especies de invertebrados con importancia económica, ecológica y social.

- *Concholepas concholepas* (Larvas)
- *Loxechinus albus* (Larvas)
- *Argopecten purpuratus* (juveniles)

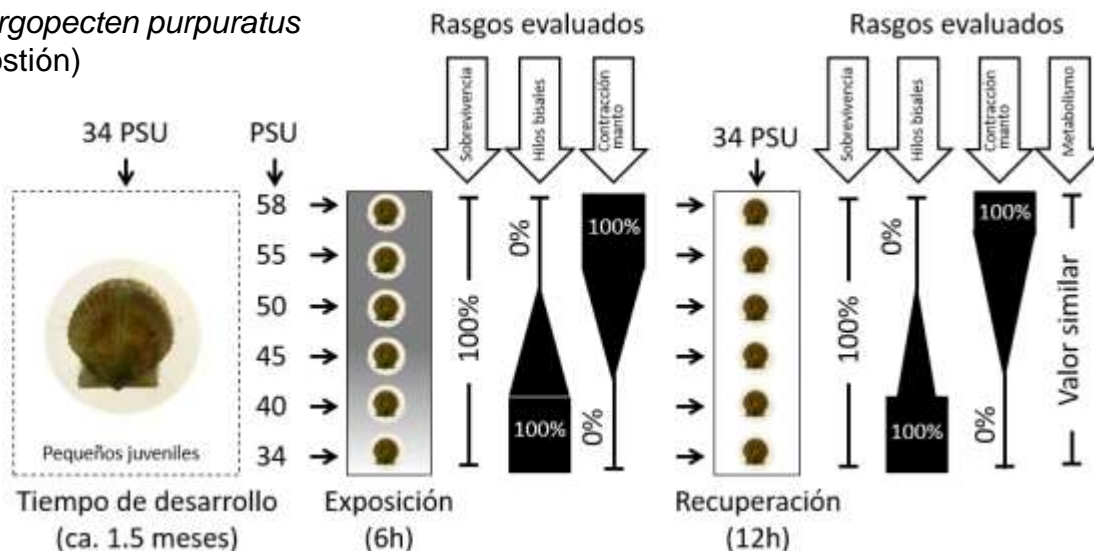
Concholepas concholepas (loco)



Loxechinus albus (erizo)

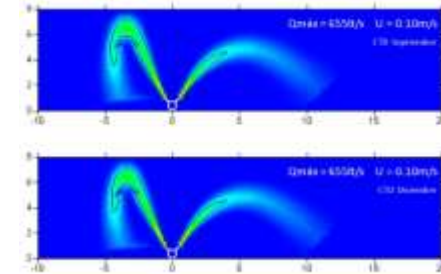
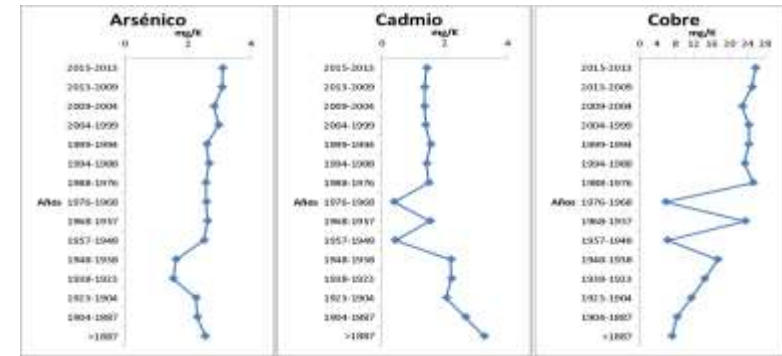
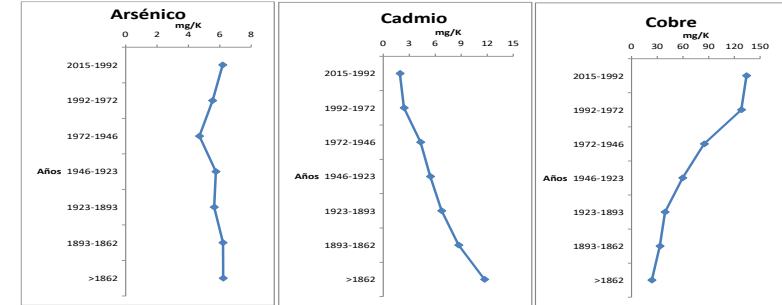


Argopecten purpuratus (ostión)



Estudios desarrollados 2016 - 2019

1. Estudio de Geodatación y Geocronología de Metales en sedimentos marinos Bahía de Caldera
2. Estudio de perturbaciones ecológicas por descarga salmuera
3. Composición y abundancia de zooplancton por efectos de captación de agua de mar (oferta larval)
4. Estudio preliminar de evaluación efecto reserva de sector portuario en comunidades intermareales



Estudios desarrollados 2019 - 2021

lundin mining

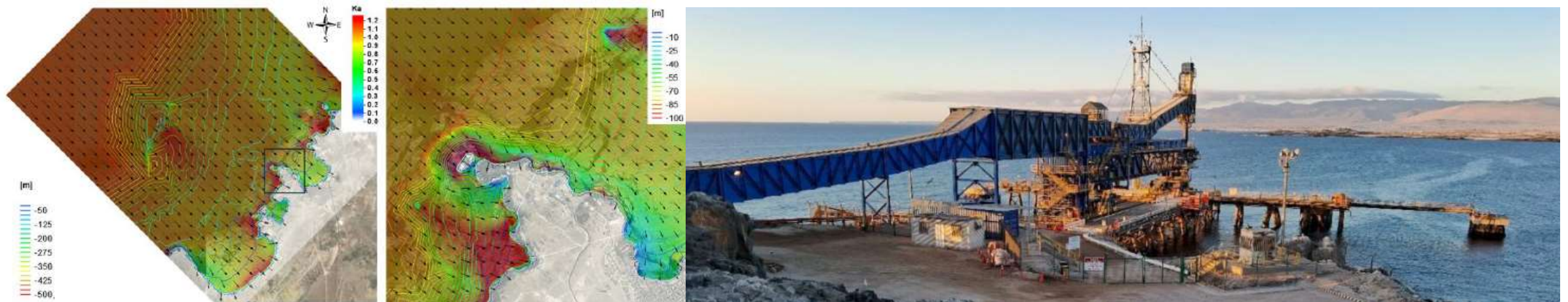
1. Modelización hidrodinámica y biofísica para estimar la densidad de organismos planctónicos (Modelo de Succión) Planta Desaladora, Bahía Caldera.
2. Cálculo de la pérdida de adultos equivalente por sistema de captación por Planta Desaladora, Bahía Caldera.
3. Variabilidad espacio-temporal del zooplancton monitoreado en el muelle de Punta Padrones y sentina de Desalinizadora (bombeo en tierra).
4. Diseño experimental para investigación de comunidades rocosas intermareales Puerto Punta Padrones.
5. Línea Base para evaluar restauración de bosques de algas submareales utilizando arrecifes artificiales plantados con plántulas de algas marinas y estudio de comunidades bentónicas en la Candelaria.

1. Continuación del Diseño experimental para investigación de comunidades rocosas intermareales Puerto Punta Padrones
2. Bioensayos para evaluar efecto potencial de descarga salina con tres especies de invertebrados con importancia económica, ecológica y social.
3. Estudio de Riesgo Ecológico - Puerto Punta Padrones (concentrado de Cobre).
4. Restauración de bosques de algas submareales utilizando arrecifes artificiales plantados con plántulas de algas marinas y estudio de comunidades bentónicas en la Candelaria.



Lo que viene 2024 - 2026

1. Evaluación del impacto impulsado por el Cambio Climático en las operaciones e infraestructura portuaria del Puerto Punta Padrones en Bahía de Caldera.
2. Continuación de investigación de comunidades rocosas intermareales Puerto Punta Padrones.
3. Continuación de proyecto de Restauración de bosques de algas submareales utilizando arrecifes artificiales plantados con plántulas de algas marinas y estudio de comunidades bentónicas en la Candelaria y determinación de carbono azul.
4. Estudio de Riesgo Ecológico – Planta Desalinizadora (salmuera).
5. Modelación fluidodinámica computacional (CFD) de descarga de Salmuera Planta Desalinizadora.
6. Sensores en tiempo real pH, Temperatura, Salinidad y Oxígeno disuelto.
7. Libro con puesta en valor de investigaciones y conocimiento levantado en Bahía de Caldera.



Balance

lundin mining



Necesitamos desarrollar una estrategia a mediano plazo para:

- Generación de conocimiento sobre el ecosistema
- Anticiparnos a las preocupaciones (y riesgos) de los stakeholders



- Es **vital** la colaboración de la academia con el sector privado



- Mayor nivel de conocimiento de la Bahía de Caldera



- Desafío – Involucramiento técnico con stakeholders