

# Presentación

# Mesa Salinidad

A la Comisión Normativa y de  
Recuperación Ambiental del CRAS  
Quintero-Puchuncaví

23 Octubre 2025



# Acuerdo Federación Bahía Narau-Aguas Pacífico

## (septiembre 2023)

PUNTOS DEL ACUERDO	DESCRIPCIÓN
1. Mejoras tecnológicas al Proyecto para asegurar la protección de la Bahía.	<p><b>Modificación en torres de captura del Inmisario:</b> reducción de tamaño y aumento de 2 a 5 torres, disminuyendo la velocidad de ingreso del agua de mar. <b>IMPLEMENTADA</b></p> <p><b>Aumento de difusores en el Emisario submarino:</b> se pasó de 18 a 36 difusores para aumentar la velocidad y facilitar la dilución del agua de mar con mayor concentración de sal que es restituida al mar (salmuera)</p>
2. Monitoreo salinidad de agua de mar periodo 2024 - 2028	<p><b>Constitución Mesa salinidad</b> con la participación de científicos (dos Universidades reconocidas), pescadores y la empresa. Es una instancia inédita a nivel nacional.</p> <p><b>Monitoreos en la Bahía para establecer una línea base previa a la operación de la Desaladora (2024-2025).</b></p> <p><b>Monitoreo de control durante los 3 primeros años de operación de la Planta (2026-2028)</b></p> <p><b>Transparencia en la divulgación de la información del monitoreo</b> (página web: <a href="http://www.mesadelasalinidad.cl">www.mesadelasalinidad.cl</a>)</p>
3. Proyecto de inversión social: Planta Procesadora de productos del mar, para fortalecer la Pesca Artesanal	<p><b>Diseño, ingenierías, terreno y construcción de una Planta</b> modular multipropósito, para faenar, congelar y distribuir distintos productos del mar, cumpliendo altos estándares nacionales e internacionales (US\$1.8 millones).</p> <p><b>Desarrollo conjunto de un Modelo de negocios y acompañamiento</b> para lograr una Planta que permita a pescadores darle un valor agregado a su producto y evitarse los intermediarios.</p>
4. Compromiso apoyo a Programas Agua Potable Rural	<p><b>Apoyo a los APRS de Puchuncaví, Limache y de Olmué,</b> dada la escasez del recurso hídrico a nivel local y regional.</p> <p><b>Financiamiento de un Proyecto de ingeniería</b> para la interconexión de los APR de Puchuncaví y mayor eficiencia entre ellos.</p>





# ¿Qué es la Mesa de la Salinidad?

Es parte del acuerdo entre Aguas Pacífico y la Federación de Pescadores de Bahía Narau. Su objetivo es **resguardar la calidad del agua en la bahía**, con un enfoque en la sustentabilidad, asegurando que la operación de la planta desaladora de Aguas Pacífico no genere impactos ambientales en la zona de Quintero – Puchuncaví.

## Participantes:

- Federación Pescadores Bahía Narau (FBN)
- Aguas Pacífico
- Universidad de Valparaíso (Humberto Diaz)
- Hub-Ambiental Universidad de Playa Ancha (Iván Sola)





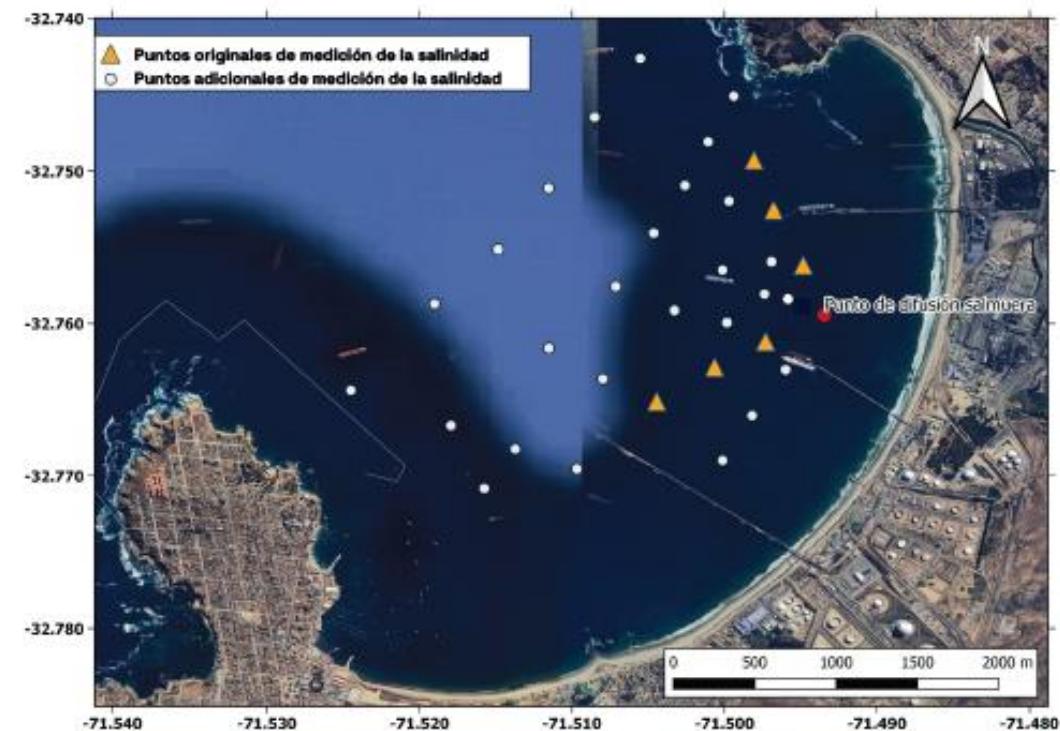
# ¿Cuál es su objetivo?

**Monitorear** los niveles de salinidad en la Bahía (verano e invierno), durante el periodo 2024 – 2028. Con los monitoreos del 2024 y 2025 se establecerá la Línea de Base de salinidad de la bahía, previo a la operación de la Planta desalinizadora.

**Observar** el comportamiento de la salinidad en la zona, asegurando que las operaciones de la planta desalinizadora no genere impactos no previstos y que cumplan con la normativa ambiental vigente y la referencia a la norma australiana.

**Construir** una Línea Base de salinidad que cumpla con rigurosidad científica y que permita establecer los parámetros de salinidad antes y durante la operación de la planta desalinizadora.

**Promover** la participación social, la educación ambiental y la transparencia en la gestión de la información derivada de la mesa de salinidad.





# Hitos



## CONSTITUCIÓN MESA DE LA SALINIDAD

- **El 20 de noviembre de 2024** se constituye la Mesa de Salinidad con presencia de representantes de la Federación de Pescadores Bahía Narau, HUB Ambiental de la Universidad Playa Ancha, Universidad Valparaíso y Aguas Pacífico.



## 2° SESIÓN Y ACUERDOS RELEVANTES

- **El 12 de junio de 2025** se llega al acuerdo de ampliar los puntos de monitoreo de 6 a 32.
- Se comienza a trabajar en una metodología robusta con base en lo que señala la ciencia y la experiencia comparada.



## MONITOREO MESA DE LA SALINIDAD

- **El 9 de septiembre** se realiza el primer monitoreo de 32 puntos de la bahía. Previamente, durante el 2024 y verano 2025 se monitorearon los 6 puntos definidos inicialmente.

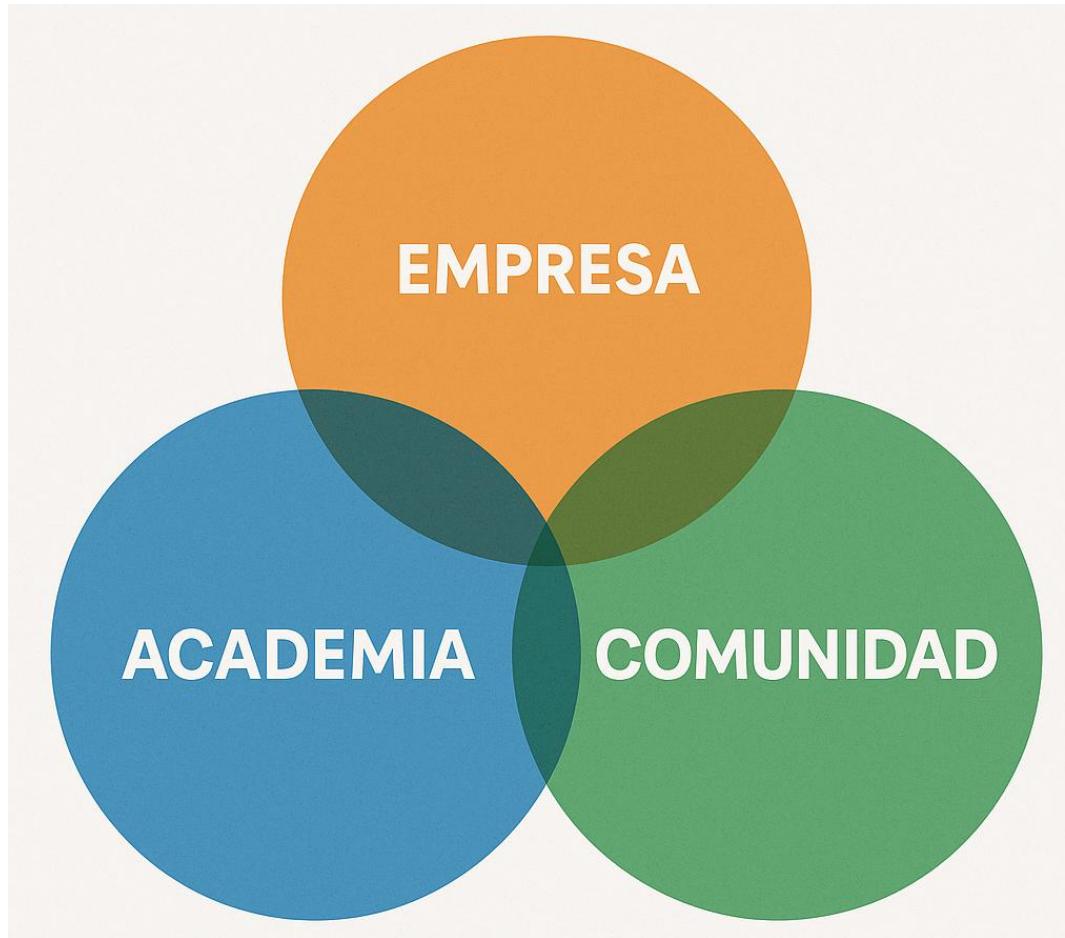


## 1er TALLER MESA DE LA SALINIDAD

- **El 25 de octubre 2025** se realiza en Quintero la primera jornada participativa de tipo pública, destinada a difundir la actividad de la mesa. Más de 100 participantes.

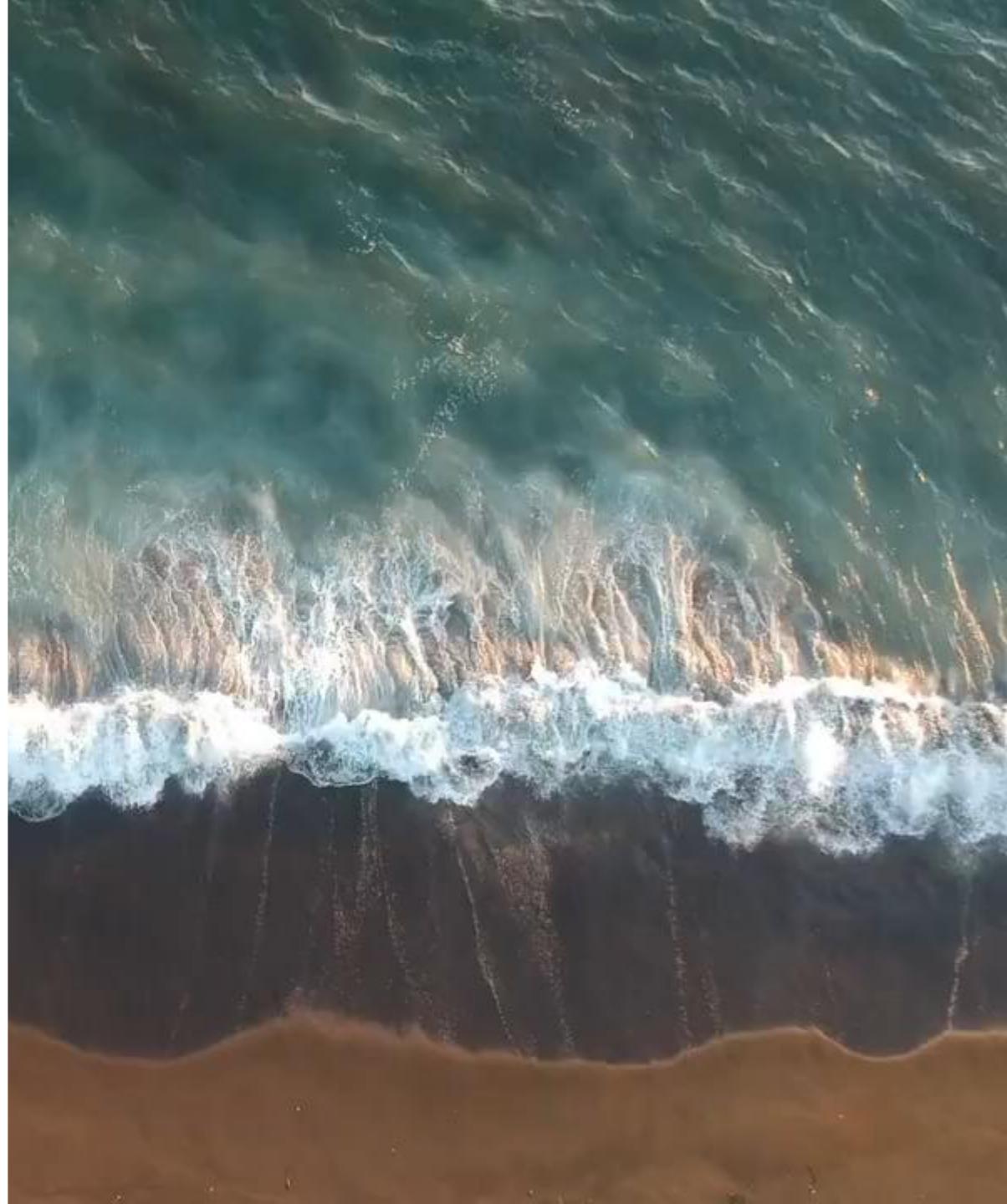


# Un Acuerdo Virtuoso



# 01

## CONCEPTOS

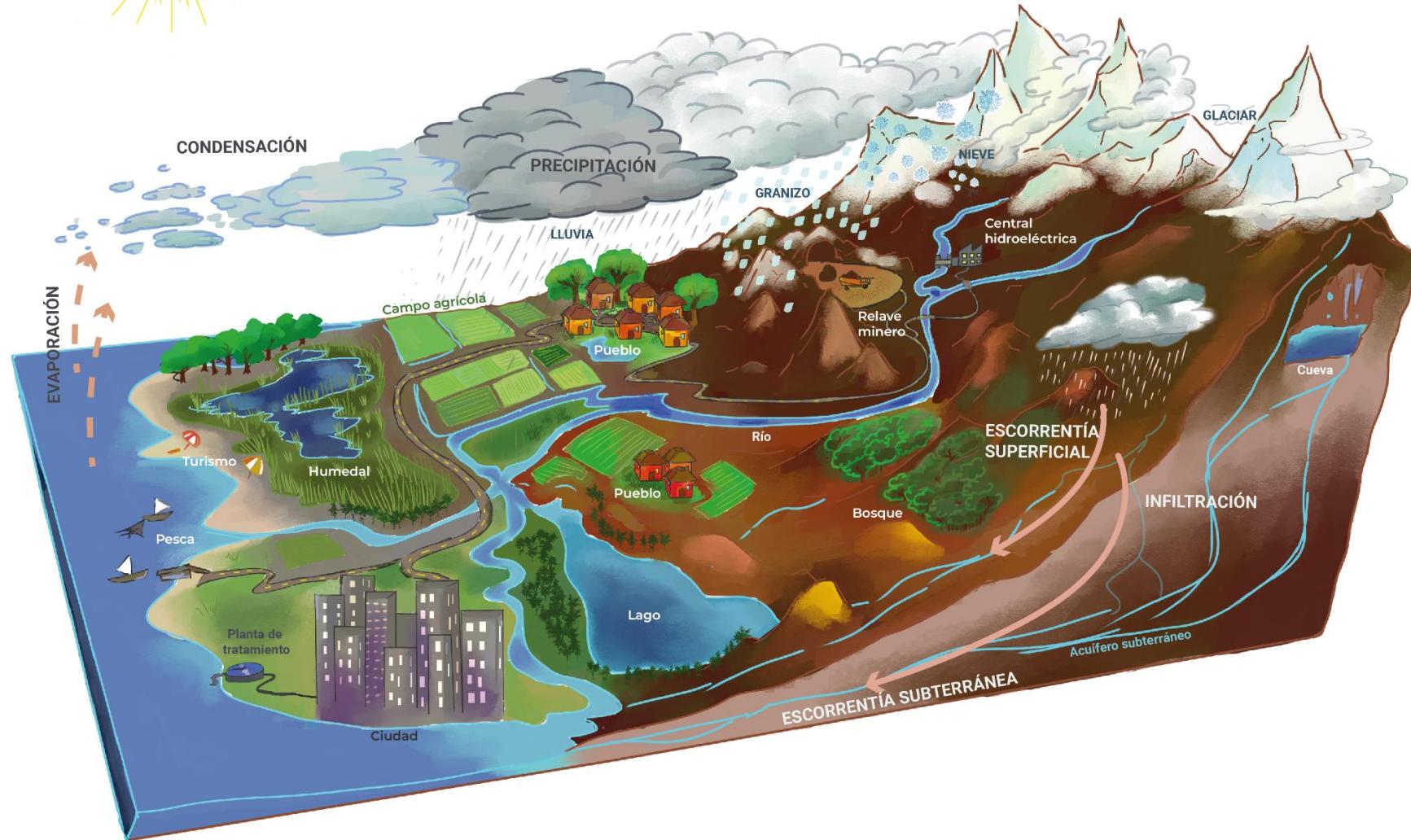


# El Ciclo del Agua



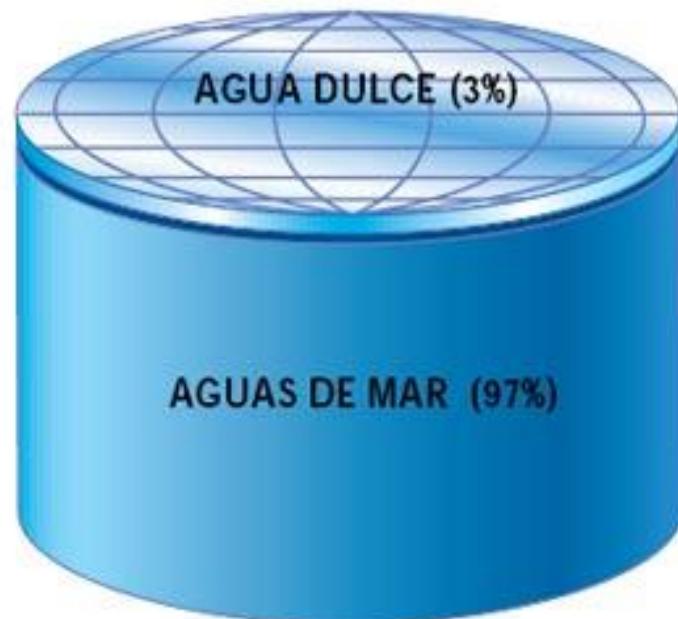
El **ciclo del agua** es un proceso natural de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera.

A medida que el agua se traslada, cambia de estado físico: **sólido**, **líquido** y **gaseoso**.

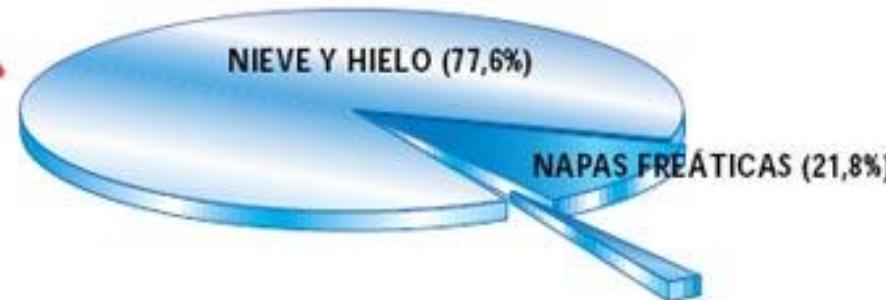


# El Agua en el Planeta Tierra

## TOTAL DE AGUA EN EL PLANETA



## TOTAL DE AGUA DULCE



## AGUAS SUPERFICIALES DISPONIBLES (0,6%):

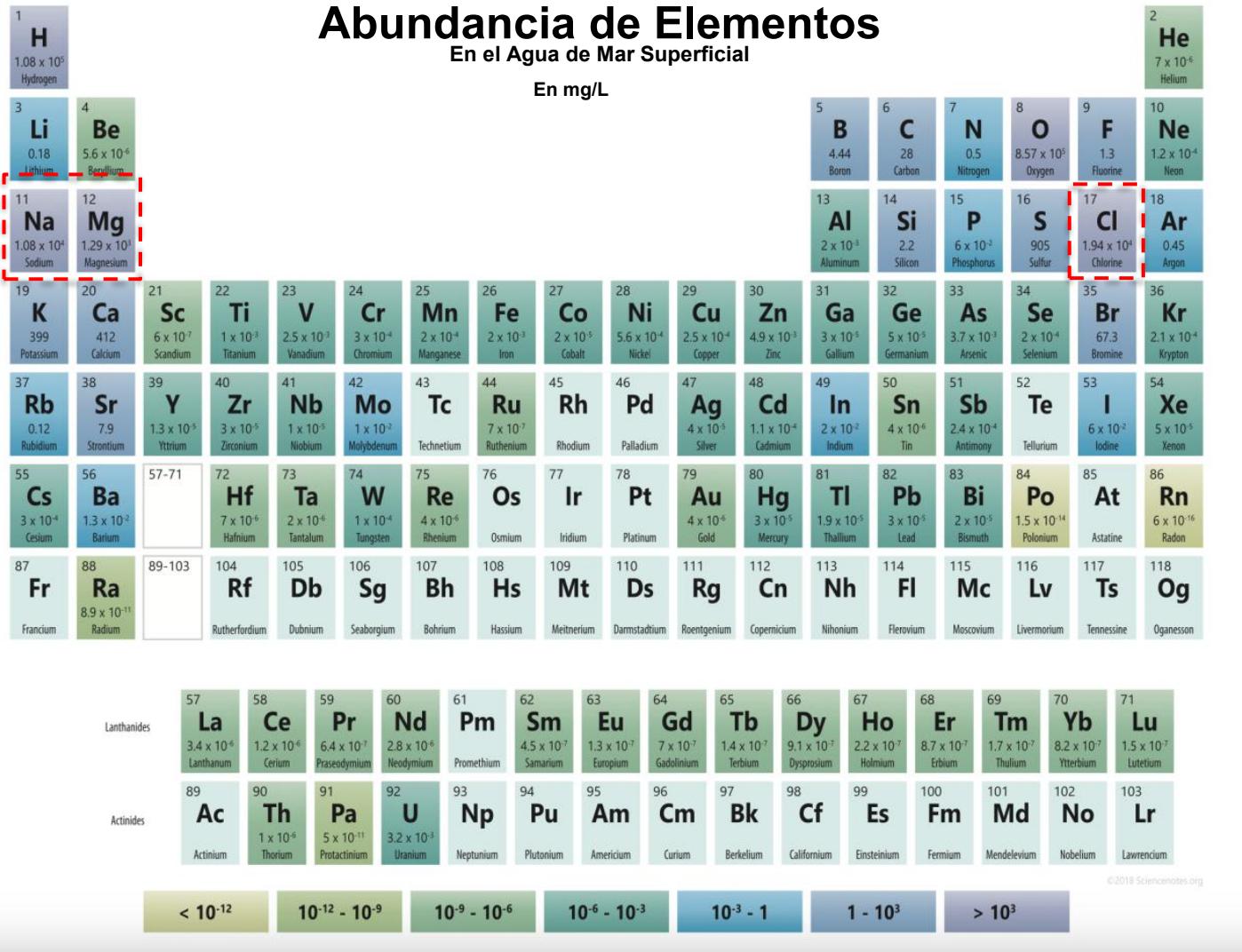
Biológica (presente en seres vivos) (3 %)

Atmosférica (7 %)

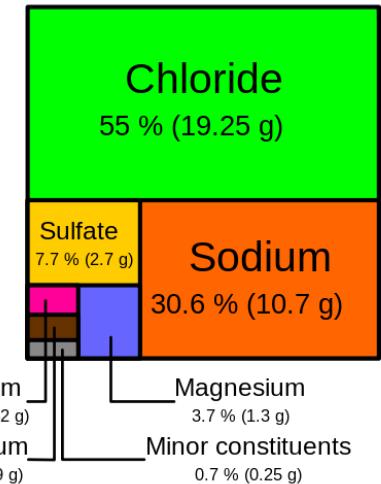
Humedad del suelo (33 %)

Ríos, lagos (57 %)

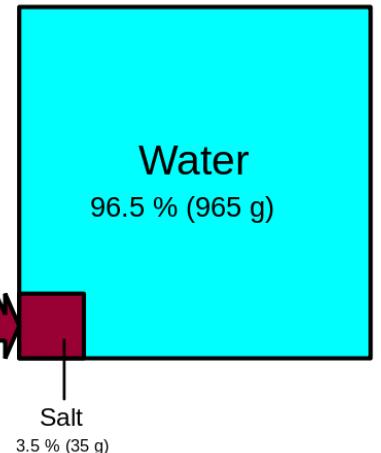
# Abundancia de Elementos en el Agua de Mar (Superficial)



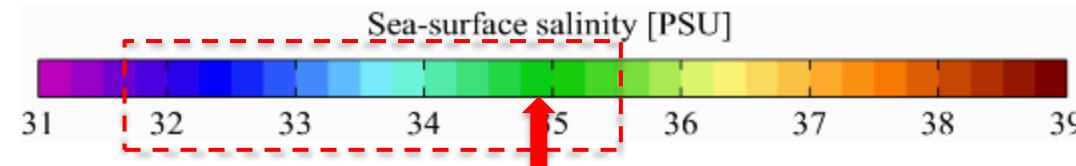
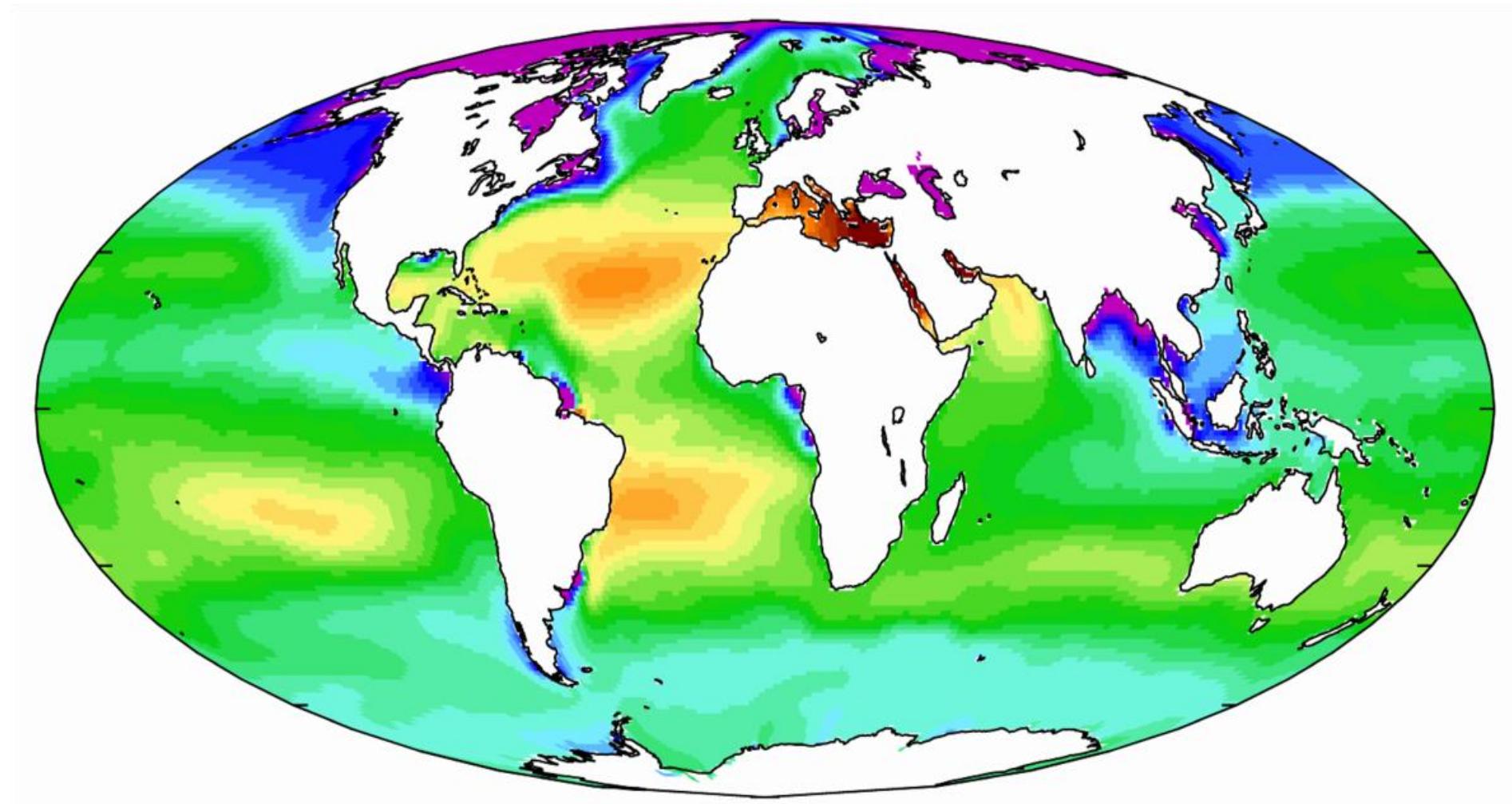
## Sales en el Mar



## Agua en el Mar



# Salinidad Media Anual Superficial en los Océanos



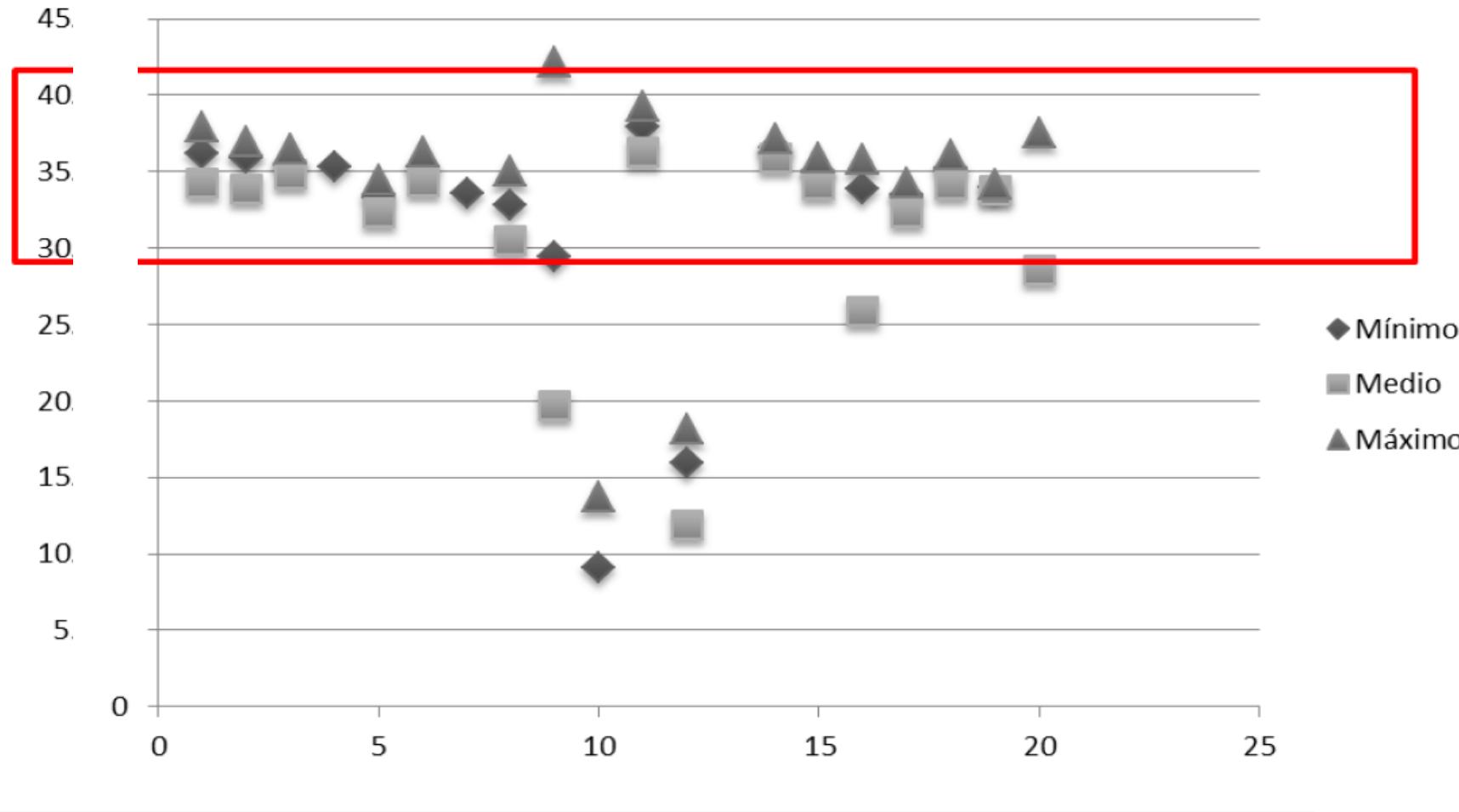
# Salinidad Superficial en las Regiones Oceánicas del Mundo

Región	Oceano/mar	Situación	Salinidad (mg/l)		
			Media	Mínima	Máxima
1 <sup>a</sup> Región	Oceano Atlántico	Entre el ecuador y latitud 30° Norte	36.169	34.283	37.908
2 <sup>a</sup> Región	Oceano Atlántico	Entre latitud 30°N y la linea que va entre el punto norte de Escocia y el punto norte de la Isla de Terranova	35.946	33.854	36.927
3 <sup>a</sup> Región	Atlántico Norte	Entre la 2 <sup>a</sup> region y la linea que une Islandia con Labrador	35.391	34.831	36.480
4 <sup>a</sup> Región	Groenlandia	Mar de Groenlandia	35.278		
5 <sup>a</sup> Región A	Bahía de Baffin	Norte de Canada	33.281	32.304	34.414
5 <sup>a</sup> Región B	Mar de Noruega y Barents	Mar de Noruega y mar de Barents	35.327	34.396	36.254
5 <sup>a</sup> Región C	Oceano Artico	Oceano Artico	33.623		
6 <sup>a</sup> Región	Mar del Norte	Entre Noruega, Dinamarca y el Reino Unido	32.823	30.530	35.041
7 <sup>a</sup> Región	El kattegat	Entre el mar Baltico y el mar del Norte	29.441	19.716	42.163
8 <sup>a</sup> Región	Mar Báltico	Mar Báltico	9.048		13.728
9 <sup>a</sup> Región	Mar Mediterraneo		37.936	36.301	39.257
10 <sup>a</sup> Región A	Mar Negro	Mar Negro	15.894	11.880	18.146
10 <sup>a</sup> Región B	Mar Caspio	Los datos de Forchhamer no son muy buenos			
11 <sup>a</sup> Región	Oceano Atlántico	Entre el ecuador y latitud 30° Sur	36.553	35.930	37.155
12 <sup>a</sup> Región	Oceano Atlántico	Entre la región 11 y la linea que une el cabo de Hornos y el cabo de Buenaesperanza	35.038	34.151	35.907
13 <sup>a</sup> Región	Oceano Indico	Entre Africa y Malasia	33.868	25.879	35.802
14 <sup>a</sup> Región	Oceano Pacífico Norte	Entre Filipinas, costa sureste de Asia y las islas Aleutinas	33.506	32.370	34.234
15 <sup>a</sup> Región	Oceano Pacífico Central	Entre las islas Aleutianas y las Islas de la sociedad	35.219	34.157	36.061
16 <sup>a</sup> Región	Oceano Pacífico Sur	Corriente de la Patagonia	33.966	33.788	34.152
17 <sup>a</sup> Región	Mar del Polo Sur		28.565		37.513



Fuente: Cabero (2015), disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/18530>

# Rango de Salinidades de Agua de Mar en el Mundo



30 – 40 g/L



¿Y el Mar Muerto?

Fuente: Cabero (2015), disponible en: <https://addi.ehu.es/handle/10810/18530>

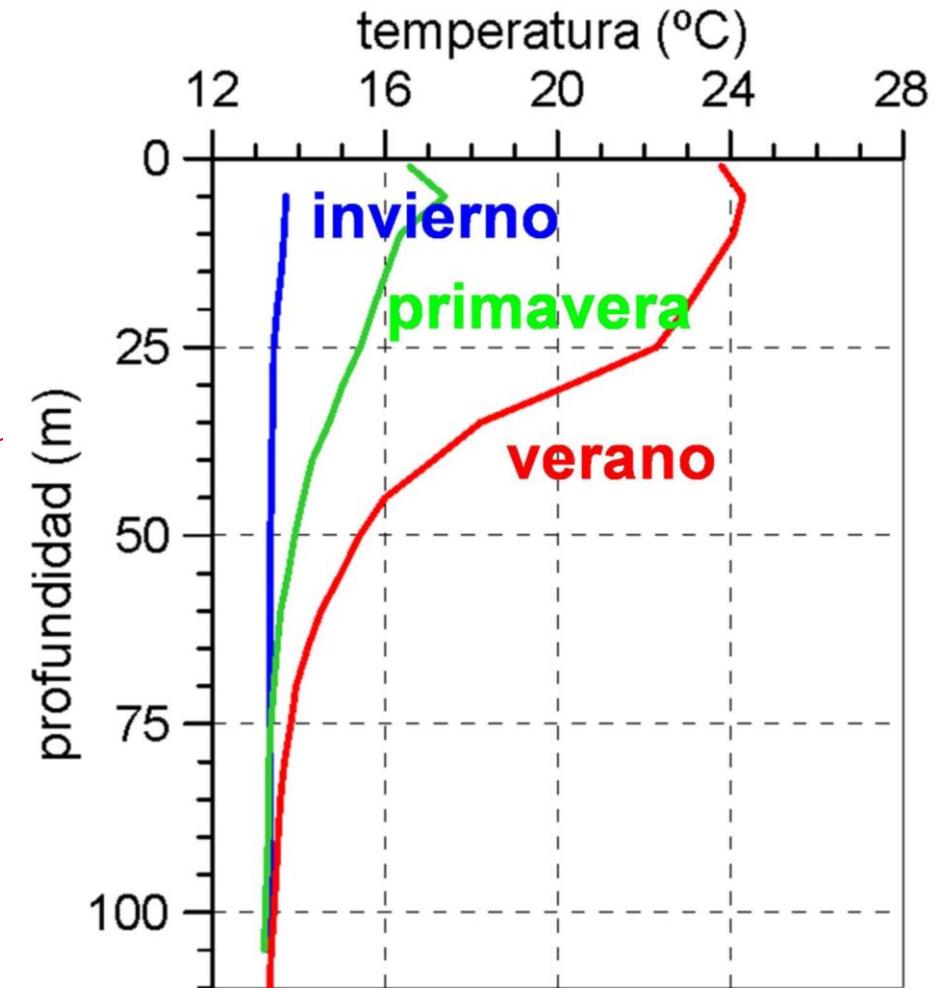
# Conceptos: Termoclina, Haloclina y Picnoclina

**Termoclina:** capa dentro de un cuerpo de agua donde la temperatura cambia rápidamente con la profundidad (GRADIENTE).

Influyen en ella:

- Insolación directa
- Mezcla de masas de agua
- Descarga de agua dulce (lluvias, ríos, etc.).

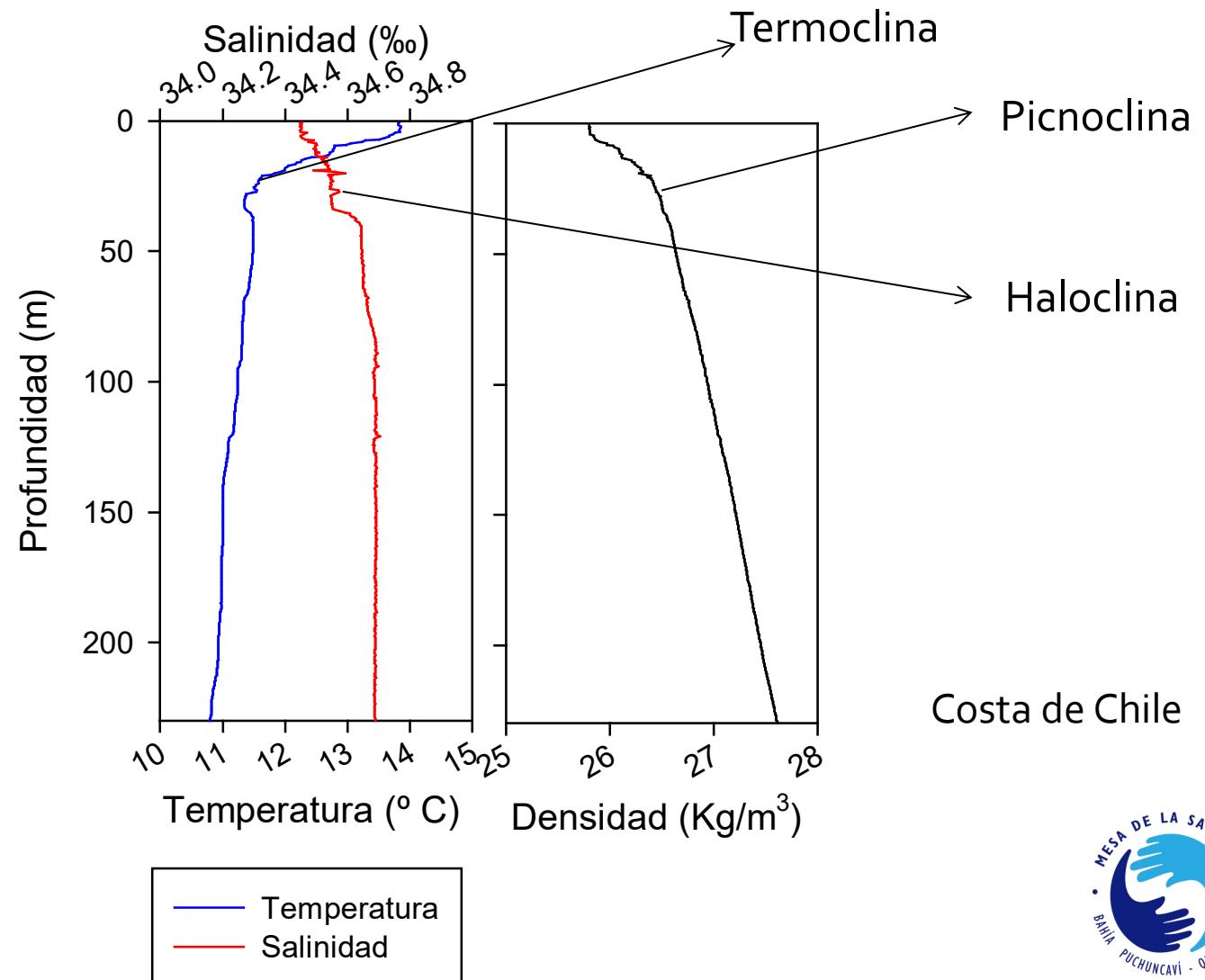
PRESENCIA DE  
TERMOCLINA



# Conceptos: Termoclina, Haloclina y Picnoclina

**Haloclina:** zona de alto gradiente de salinidad que se da por la mezcla de mazas de agua o por la insolación directa.

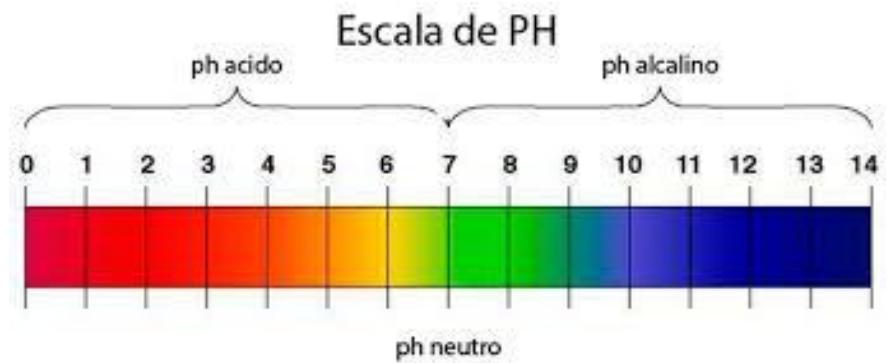
**Picnoclina:** zona de máximo gradiente de densidad que determina la estratificación de la columna de agua.



# Conceptos: pH

## Los pH de algunos fluidos comunes

Muestra	Valor del pH
Jugo gástrico en el estómago	1.0-2.0
Jugo de limón	2.4
Vinagre	3.0
Jugo de uva	3.2
Jugo de naranja	3.5
Orina	4.8-7.5
Agua expuesta al aire*	5.5
Saliva	6.4-6.9
Leche	6.5
Agua pura	7.0
Sangre	7.35-7.45
Lágrimas	7.4
Leche de magnesia	10.6
Amoniaco doméstico	11.5



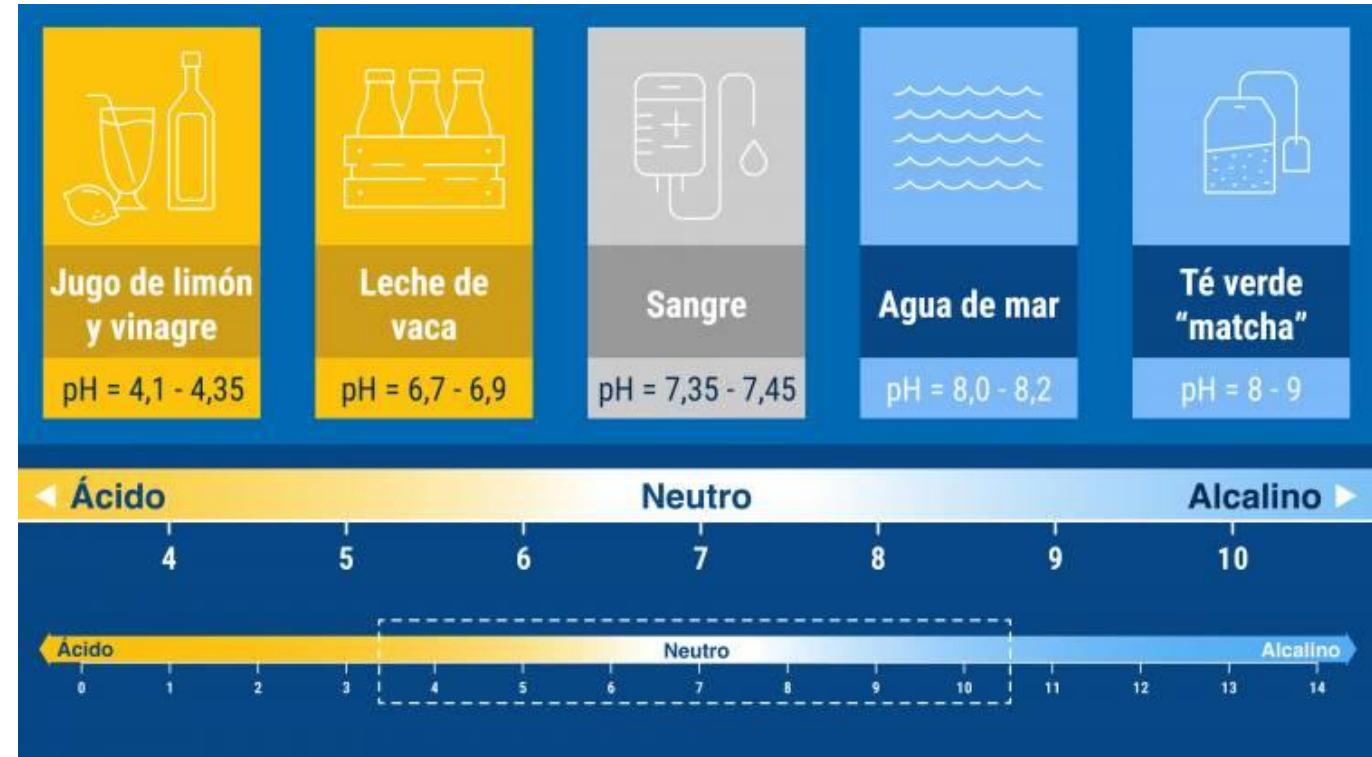
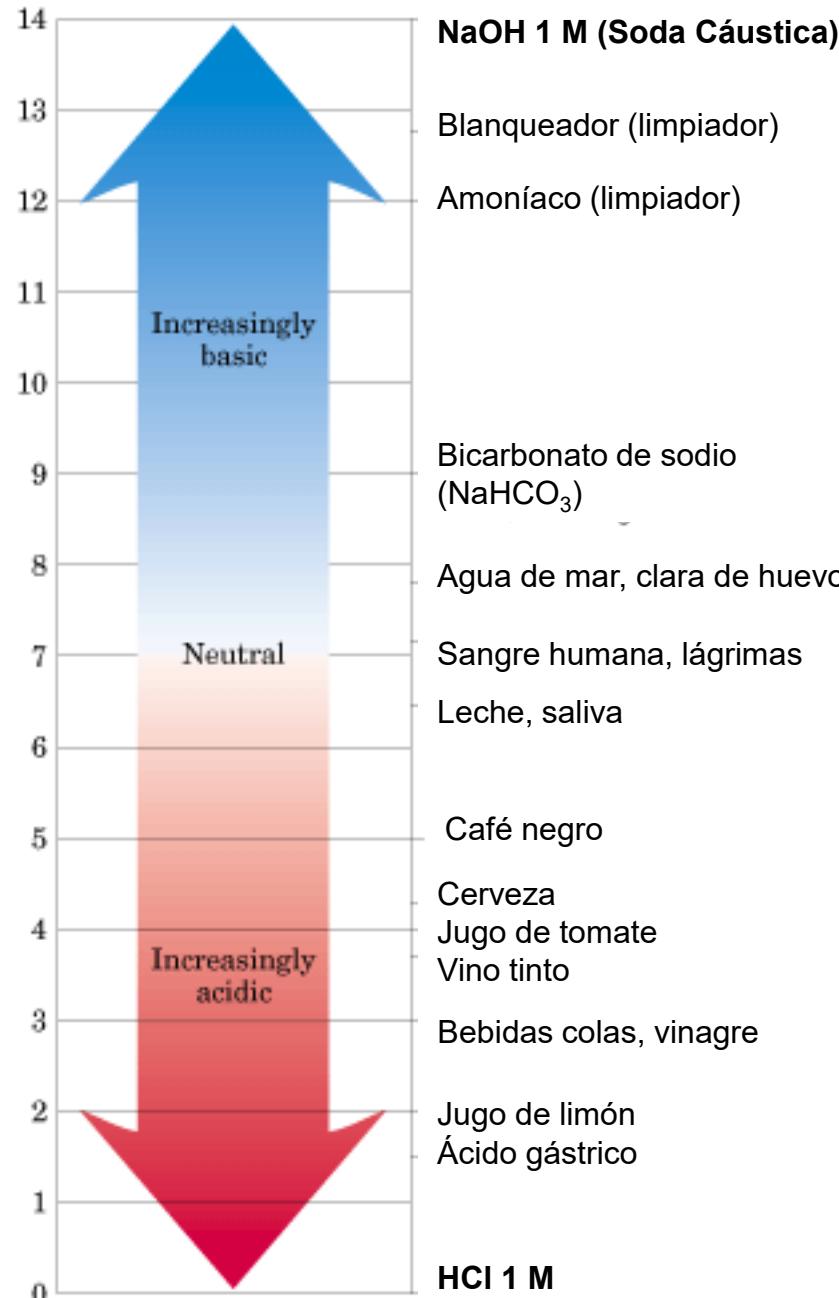
**El pH nos dice si un líquido es ácido, neutro o básico.**  
Es como una regla que va del 0 al 14:

- Si está entre **0 y 6**, el líquido es **ácido** (como el jugo de limón).
- Si está en **7**, es **neutro** (como el agua pura).
- Si está entre **8 y 14**, es **básico o alcalino** (como el jabón o el cloro).



\* El agua expuesta al aire durante largo tiempo absorbe el CO<sub>2</sub> atmosférico para formar ácido carbónico, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

# Conceptos: pH



$$DS. 90 = 6,0 - 9,0$$

# Ciclo del Oxígeno Disuelto

Entrada a través del viento y las corrientes que agregan oxígeno de la atmósfera al agua superficial.

Oxígeno  
Alto

Mezclar con agua de río u océano puede aumentar o disminuir la cantidad de oxígeno.

Oxígeno  
Bajo

Fitoplancton

Consumo a través de la respiración de los animales.



Consumo a través de la respiración por la descomposición de la materia orgánica en el fondo

Materia orgánica:

heces y células de fitoplancton muertas, plantas y animales que han caído al fondo de las aguas superficiales.

## ¿Sabías que?

El %DO es una medida de la cantidad de oxígeno en el agua.

Entrada a través de fotosíntesis por flora subacuática y fitoplancton.



Respiración



# Composición del Cuerpo Humano

**SOMOS AGUA**  **60%** 

..... Del total de agua que tiene el cuerpo humano, se encuentra como líquido intracelular.

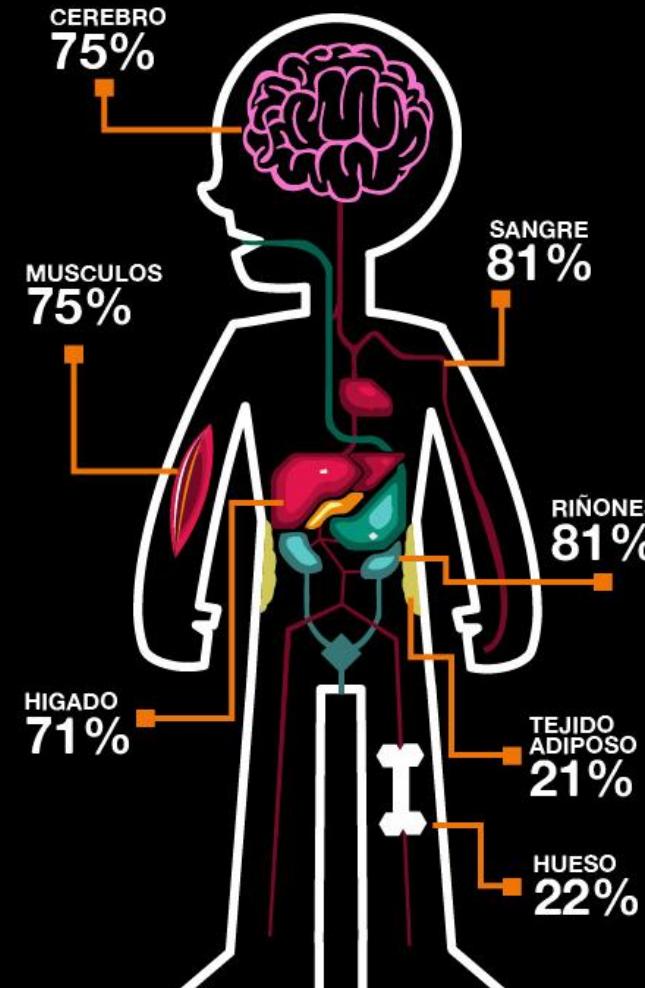


## INGESTA DIARIA POR PERSONA

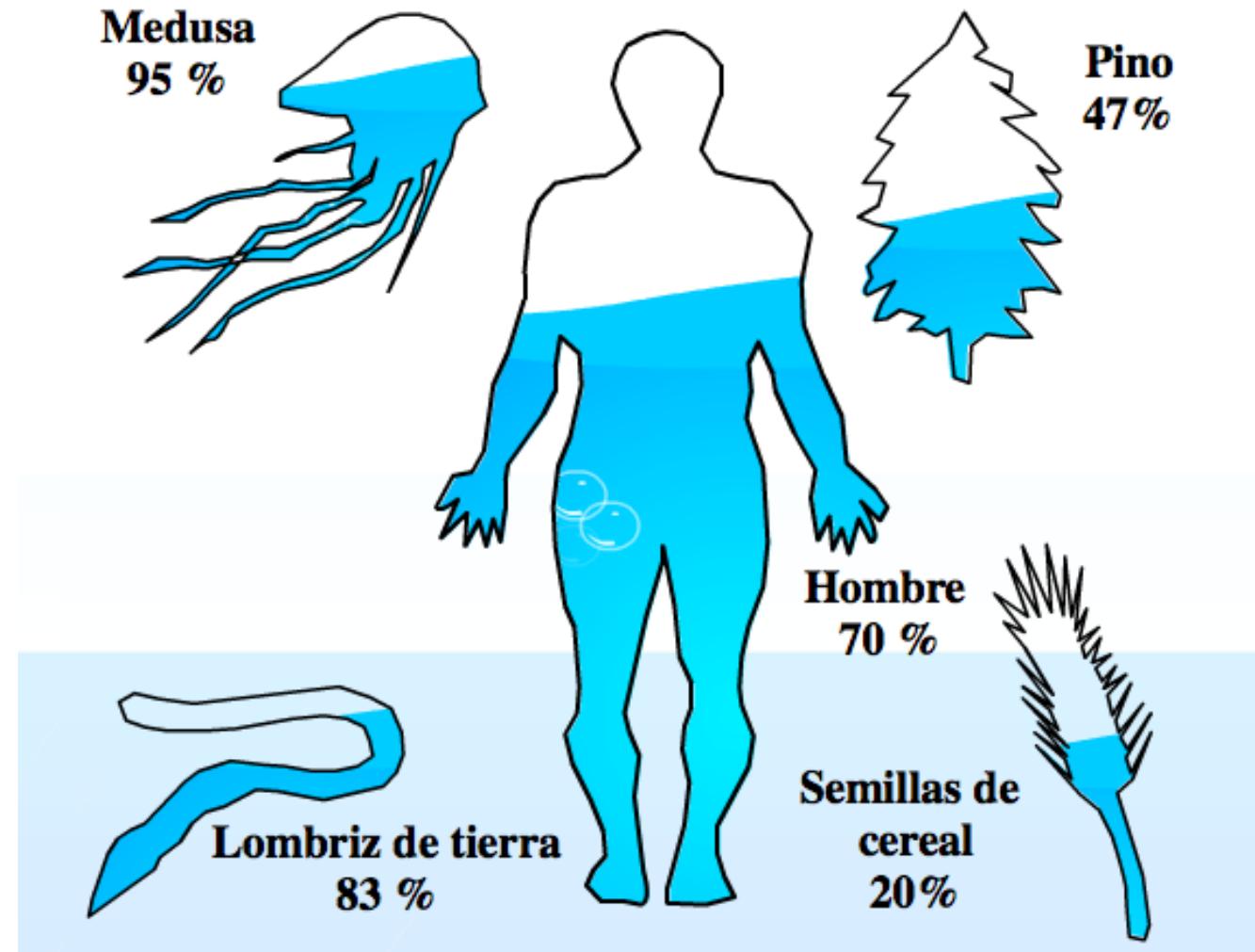
Adultos: 2-3 litros  
Embarazadas: 2-3 litros  
Niños 0-8 años: 1.8 litros  
+ 8 años: 2.5 litros



## PORCENTAJE DE AGUA EN TEJIDOS



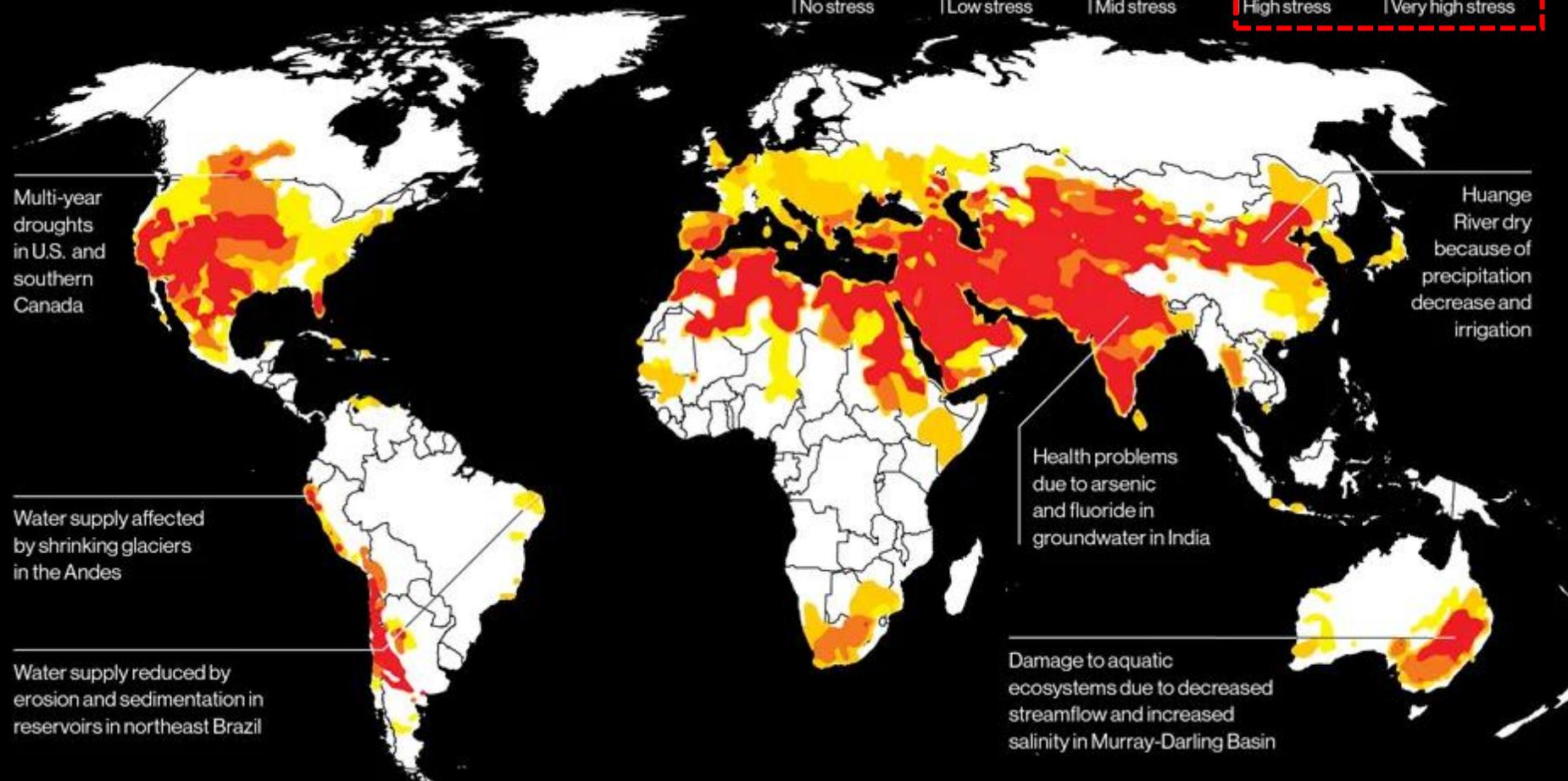
# Contenido de Agua en los Seres Vivos

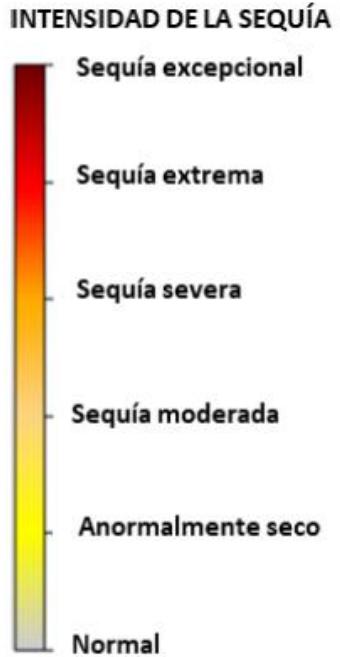
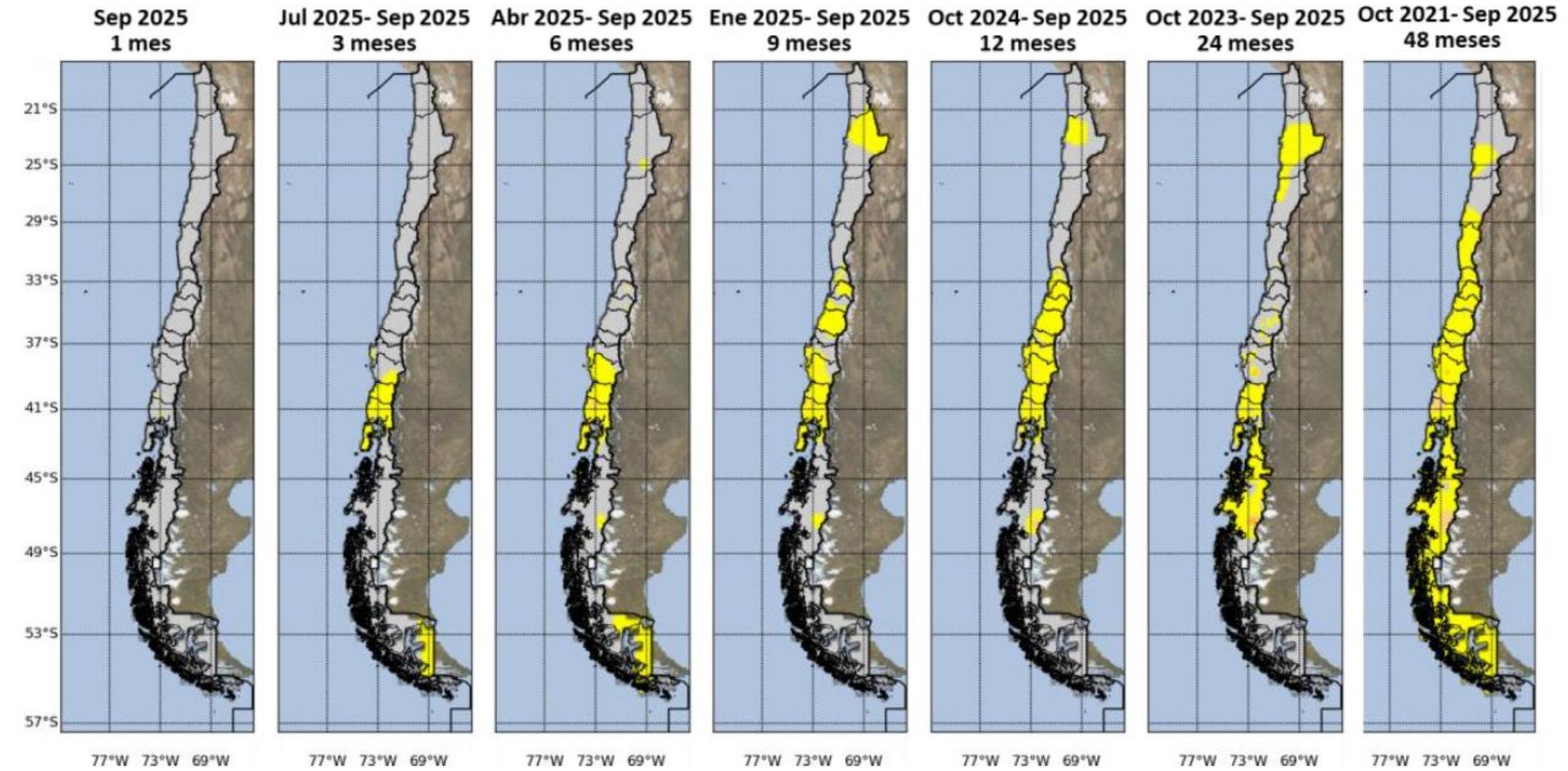


# El Agua Dulce se está Secando

## Fresh Water Is Drying Up

Colors map the ratio of how much fresh water people withdraw to how much is available.



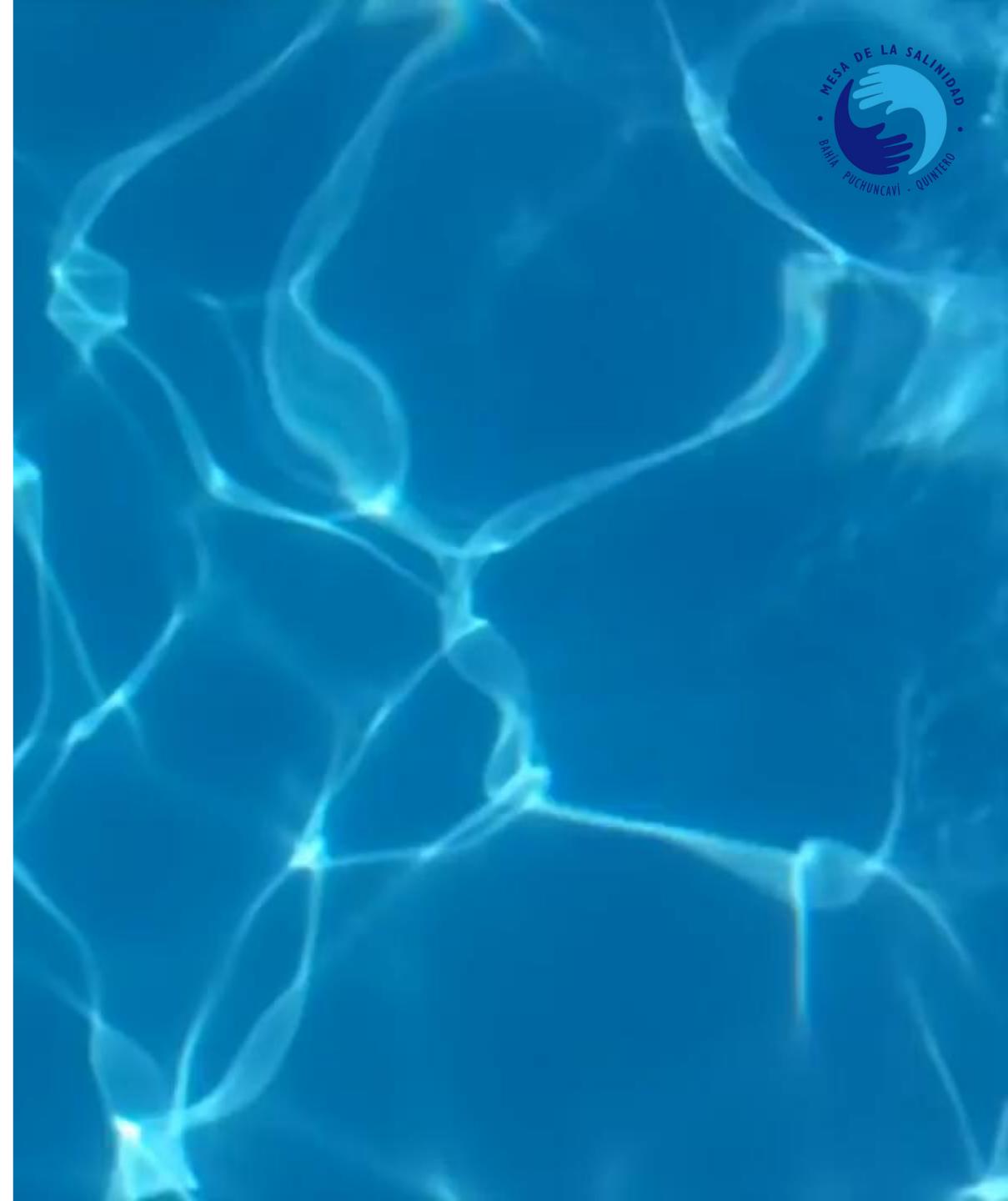


### BOLETÍN DE SEQUÍA N° 147 10.OCT.2025

En la escala de 12 meses, entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos presenta condiciones sequía anormalmente seco. En las escalas de 24 y 48 meses, se registran categorías de sequía que van desde anormalmente seco hasta sequía moderada, afectando principalmente a las regiones comprendidas entre Antofagasta y Magallanes.

# 02

## Desalinización



# ¿Qué es Desalinización?



La desalación es un proceso mediante el cual se remueven las sales del agua de mar o salobre

Normalmente el agua de mar contiene una concentración típica de sales disueltas, por ejemplo

- **Océano Pacífico < 3,6%**
- **Mar Mediterráneo < 4,0%**
- **Mar Muerto < 37,0%**

*% de Sólidos Disueltos Totales (TDS)*

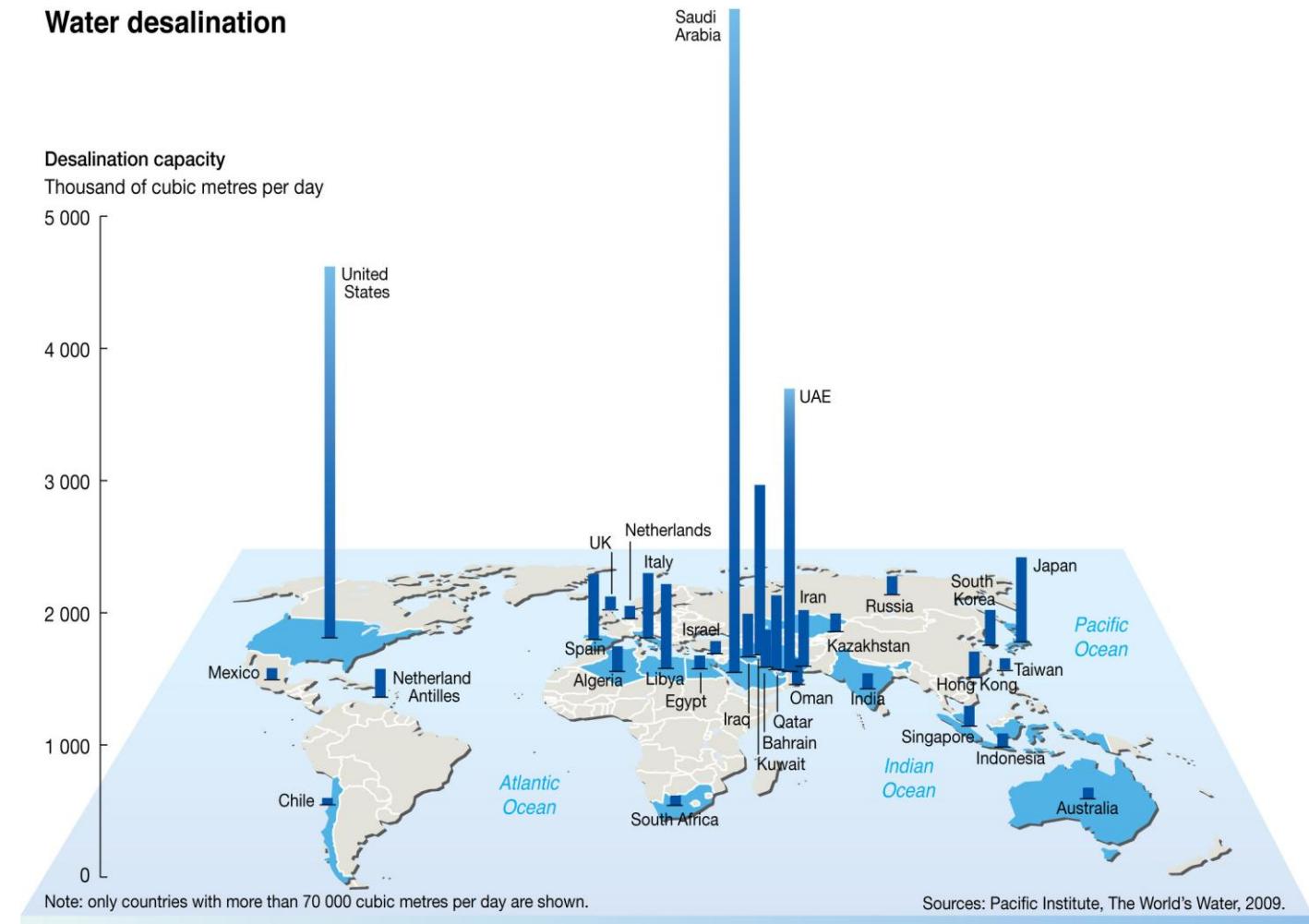
## El agua potable en Chile (NCh 409)

- **TDS < 0,15 % (24 veces menos que el agua de mar)**
- **Cl < 0,04 % (50 veces menos que el agua de mar)**
- **Por cada 2 litros de agua de mar obtengo 0,9 litros de agua dulce y 1,1 litro de salmuera.**

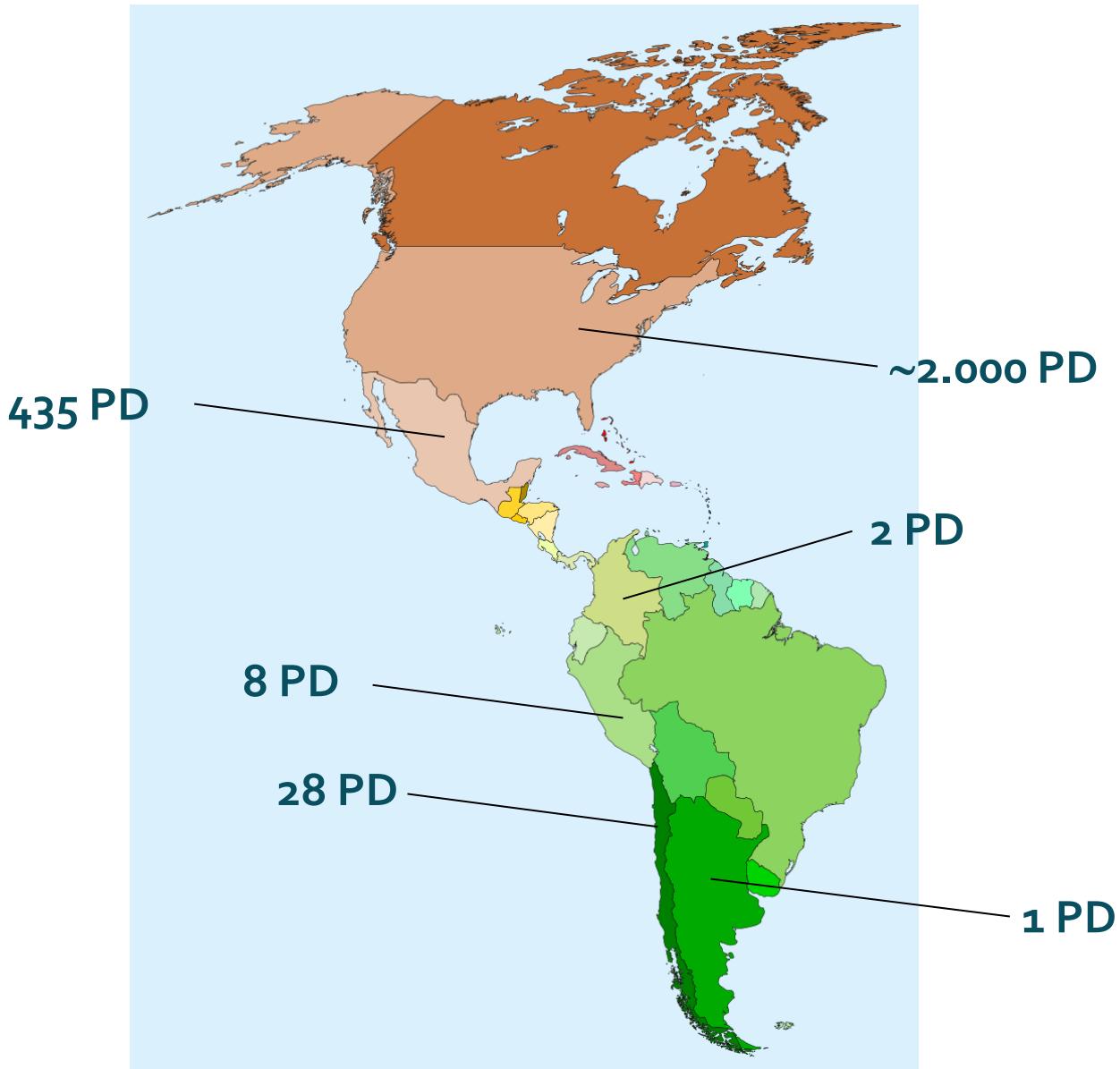
# Desalinización en el Mundo

- **20.000 plantas desaladoras** operaban en el mundo a 2021 con capacidad para producir **100 MM de m<sup>3</sup>/día**.
- **9.000** de estas plantas corresponden a desaladoras de agua de mar.

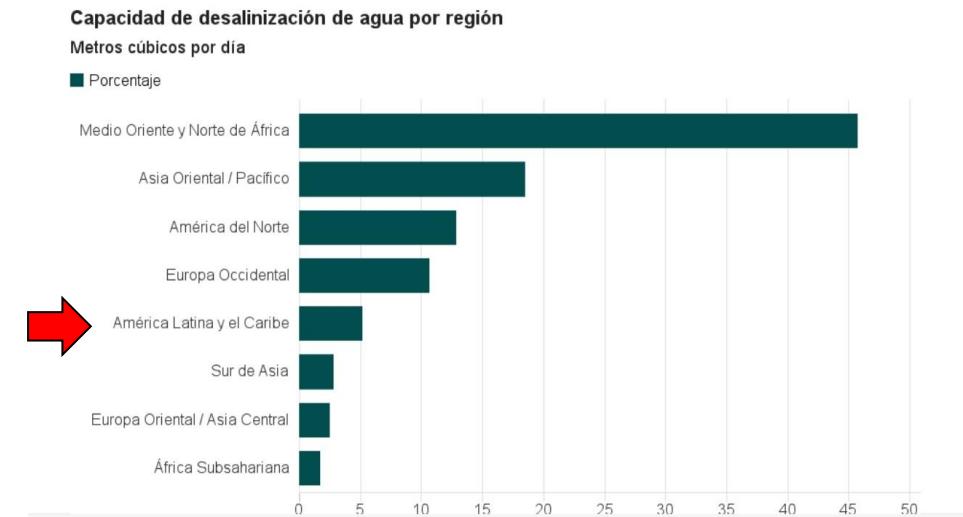
Fuente: [researchgate.net](https://www.researchgate.net)



# Desalinización en América



- **> 20.000** Plantas Desaladoras en el mundo.
- **300 millones** de personas depende de estas plantas para fines municipales, industriales o agrícolas.



# Evolución de la Desalación

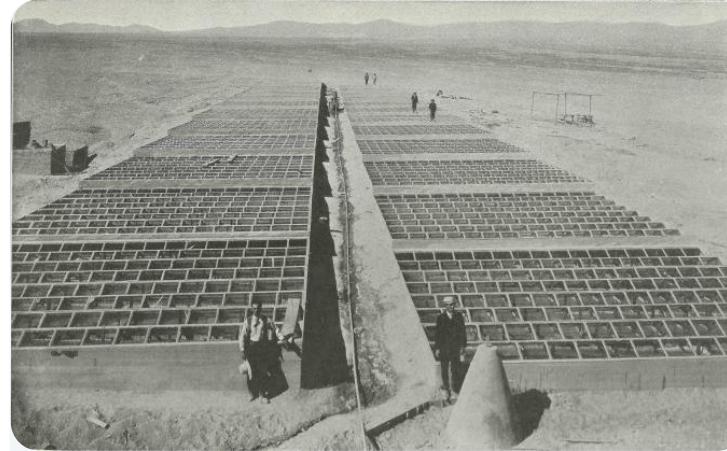
*No hay una sola desalación de agua de mar*



# Desalación en Chile: desde 1872



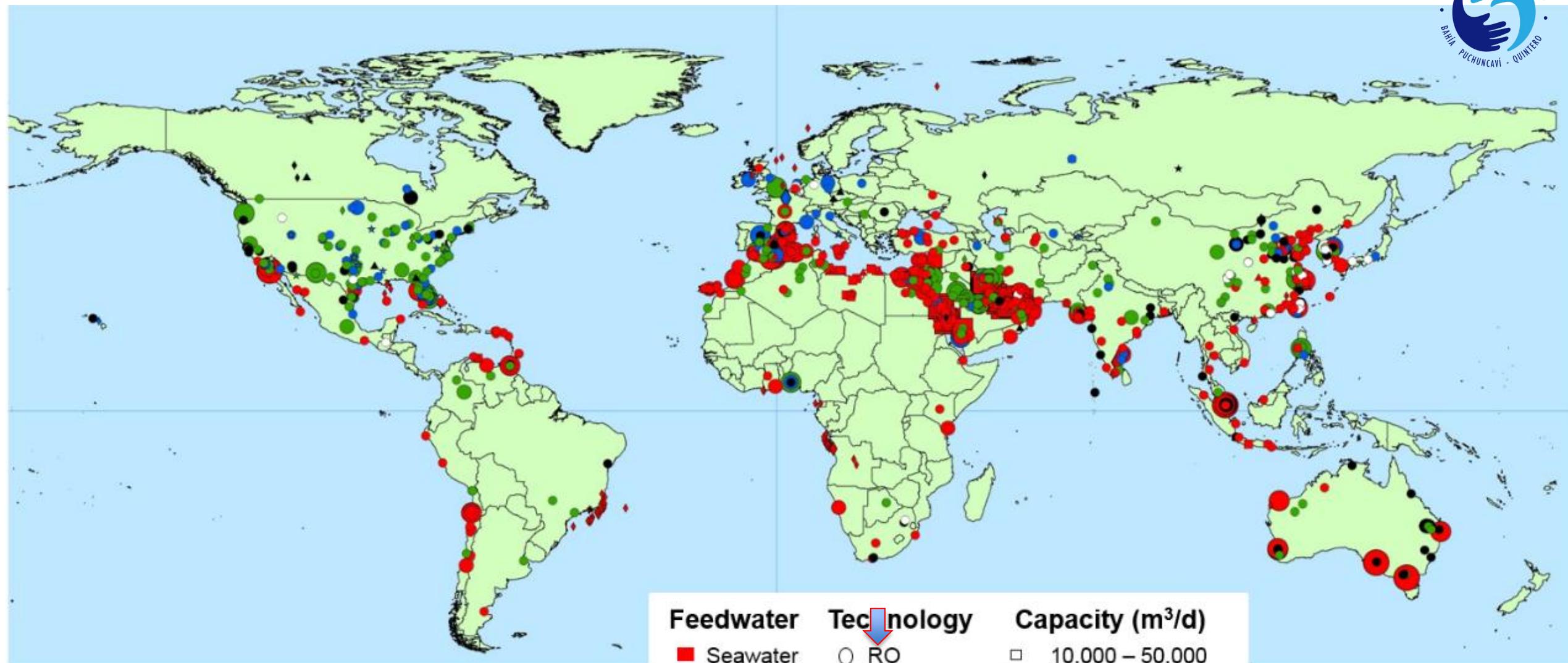
Entre 1872 y 1907 se construyeron **3 plantas desaladoras** en la Región de Antofagasta, Las Salinas, Domeyko y Sierra Gorda. Fabricadas por ingenieros británicos, era capaz de producir cinco mil galones de agua desalada por día.



Planta Desaladora Domeyko, 1907

**La primera planta solar para desalación de agua del mundo fue construida en 1872 en el desierto de Atacama** en la oficina salitrera de Las Salinas.

# Tecnologías en el Mundo



Feedwater	Technology	Capacity (m <sup>3</sup> /d)
■ Seawater	○ RO	□ 10,000 – 50,000
■ Brackish	△ MED	□ 50,000 – 100,000
■ River	□ MSF	□ 100,000 – 250,000
■ Waste	☆ ED	□ >250,000
□ Other	◊ Other	

# Desalación en Chile

## Catastro ACADES

Plantas Desaladoras de  
Agua de Mar en Chile

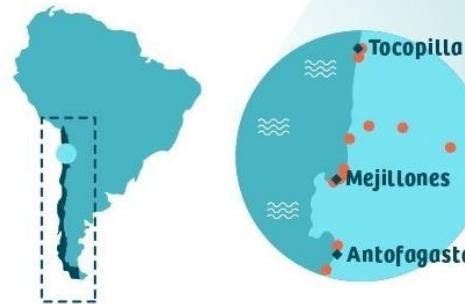
CANTIDAD DE PLANTAS  
con capacidad mayor a 20 L/s

24 distribuïdas en  
7 regiones del país

10.583 L/s  
Total capacidad de las 24 plantas

La región de Antofagasta  
representa el **66,6%**  
de L/s producidos

\*  
ZOOM A LA REGIÓN  
DE ANTOFAGASTA



# Región de Valparaíso

8%

2

## Plantas desaladoras

Del total de las desaladoras distribuidas a lo largo del país.



## PLANTAS DESALADORAS

### Unidad 3 Ventanas

Propietarios:  
EE Ventanas /AES Chile

Inicio de operación: **2008**



TIPO DE TECNOLOGÍA:  
**Compresión Mecánica de Vapor (CMV)**

Cliente:  
Autoconsumo

Hojuelas

Producto:  
Agua industrial

Capacidad de producción  
nominal Instalada: **28 L/s**

### Unidad 4 Ventanas

Propietarios:  
EE Campiche / AES Chile

Inicio de operación: **2008**

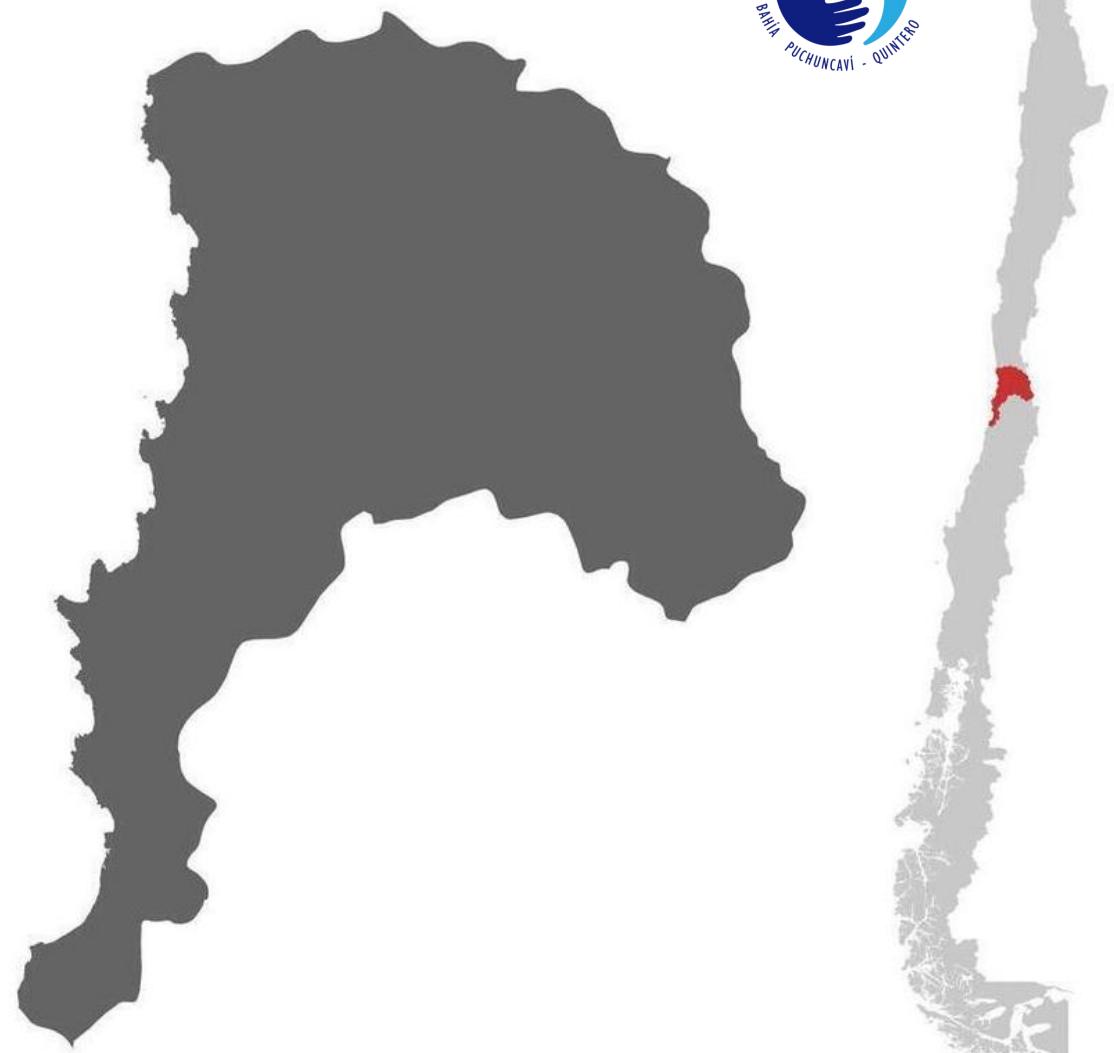


TIPO DE TECNOLOGÍA:  
**Compresión Térmica a Vapor (CTV)**

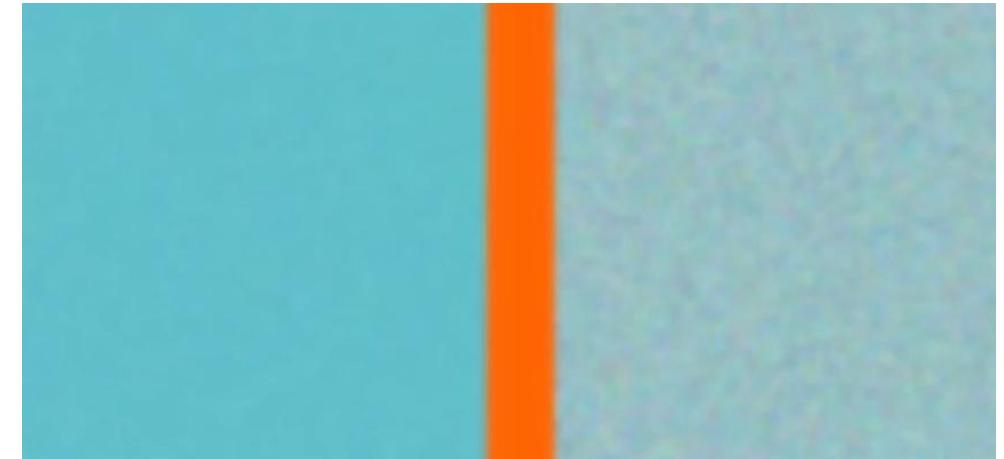
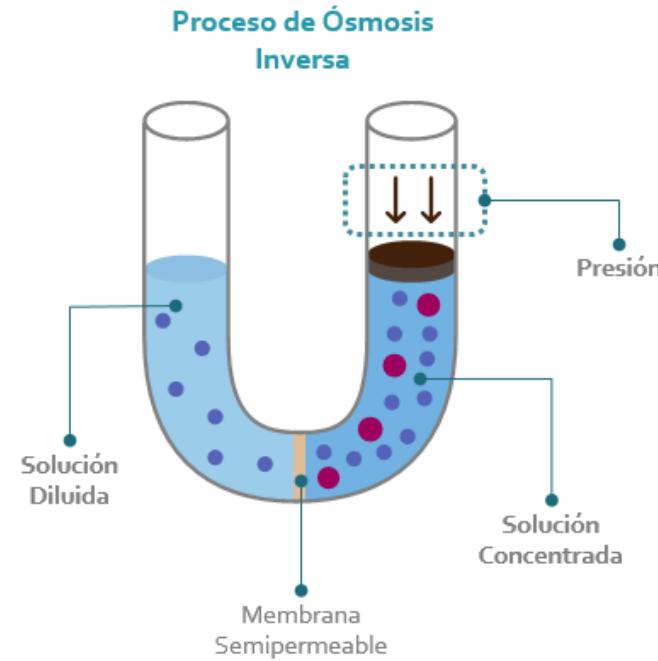
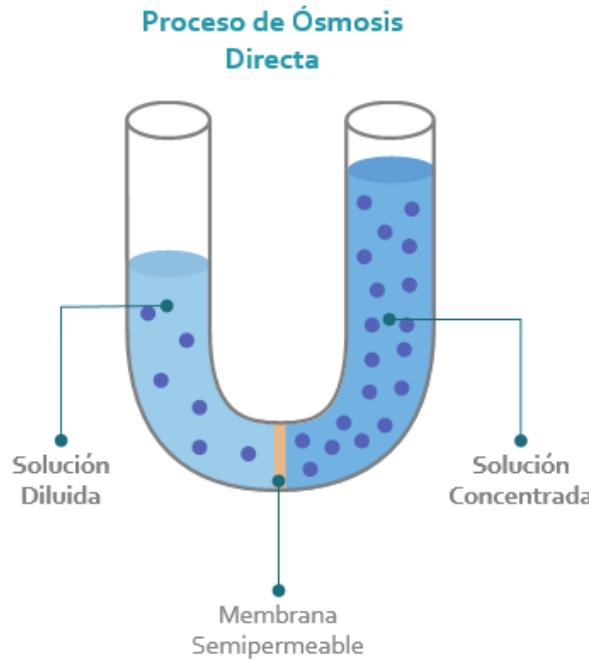
Cliente:  
Autoconsumo

Producto:  
Agua industrial y potable  
de acuerdo a NCh 409.of.01

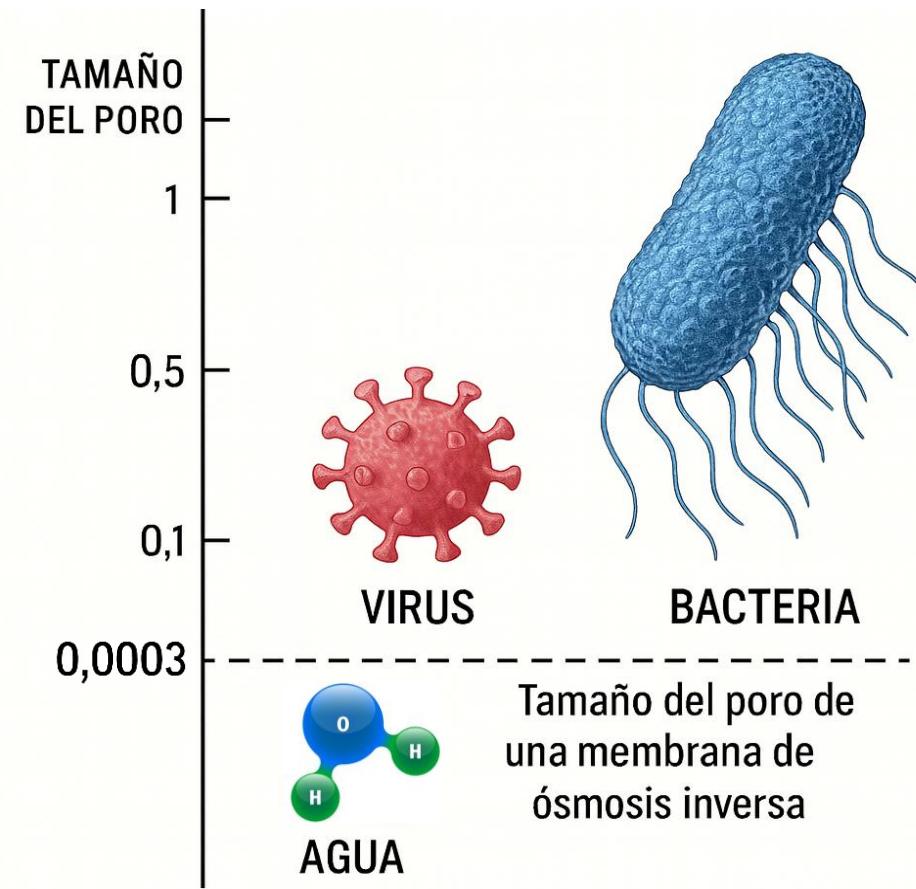
Capacidad de producción  
nominal Instalada: **30 L/s**



# Desalación por Osmosis Inversa



# Desalación por Osmosis Inversa y Microrganismos



# Desalación por Osmosis Inversa



aguas pacífico

La primera planta  
desalinizadora  
multipropósito de la  
zona central de Chile

## ALGUNOS DATOS SOBRE DESALINACIÓN:



De 2 litros de agua  
de mar se obtiene 1 litro de agua  
desalada y 1 de salmuera



24 plantas desaladoras  
en Chile con capacidad de  
producción de 20 litros por  
segundo de agua.



80% de los habitantes  
consume agua desalada  
en Antofagasta.



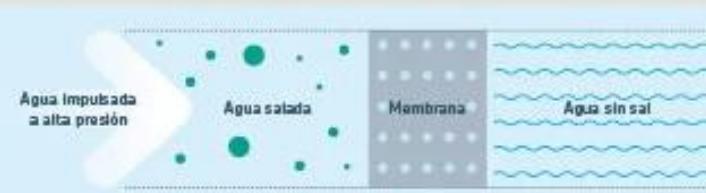
100% de los habitantes  
consume agua desalada  
en Tocopilla.

## ¿Cómo funciona una planta desalinizadora?

- 1 El agua es captada directamente desde el océano, mediante una tubería que funciona sin succión.
- 2 El agua captada pasa por un proceso de filtrado o pretratamiento para eliminar impurezas.
- 3 Osmosis inversa: el agua es impulsada a presión por unas membranas semipermeables, que retienen la sal del agua.
- 4 El agua con sal o salmuera es devuelta al mar a través de una tubería que la disuelve sin sustancias y sin generar cambios en la temperatura del océano ni impactar el ecosistema marino.
- 5 El agua desalada pasa por un proceso en el que se le añaden todos los minerales necesarios.
- 6 El agua desalada es almacenada en un estanque.
- 7 Para que el agua desalada sea impulsada por el acueducto, pasa por un proceso de bombeo previo.

## Osmosis inversa

Proceso que permite  
desalinar el agua





Dubai en Jebel Ali



# Proyecto Aconcagua de Aguas Pacífico



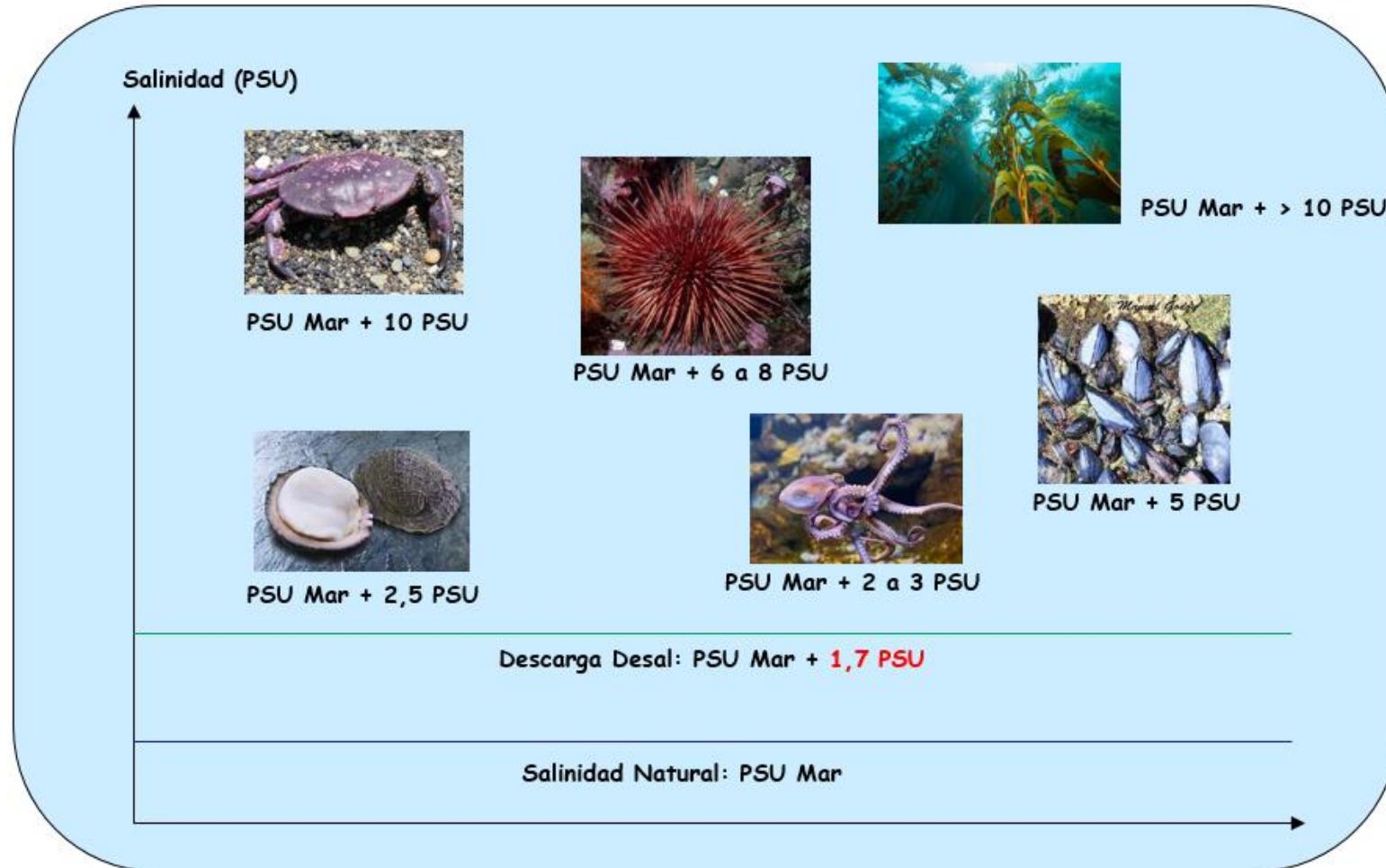
## Planta Multipropósito



# Parámetros Críticos: Agua de Mar y PD

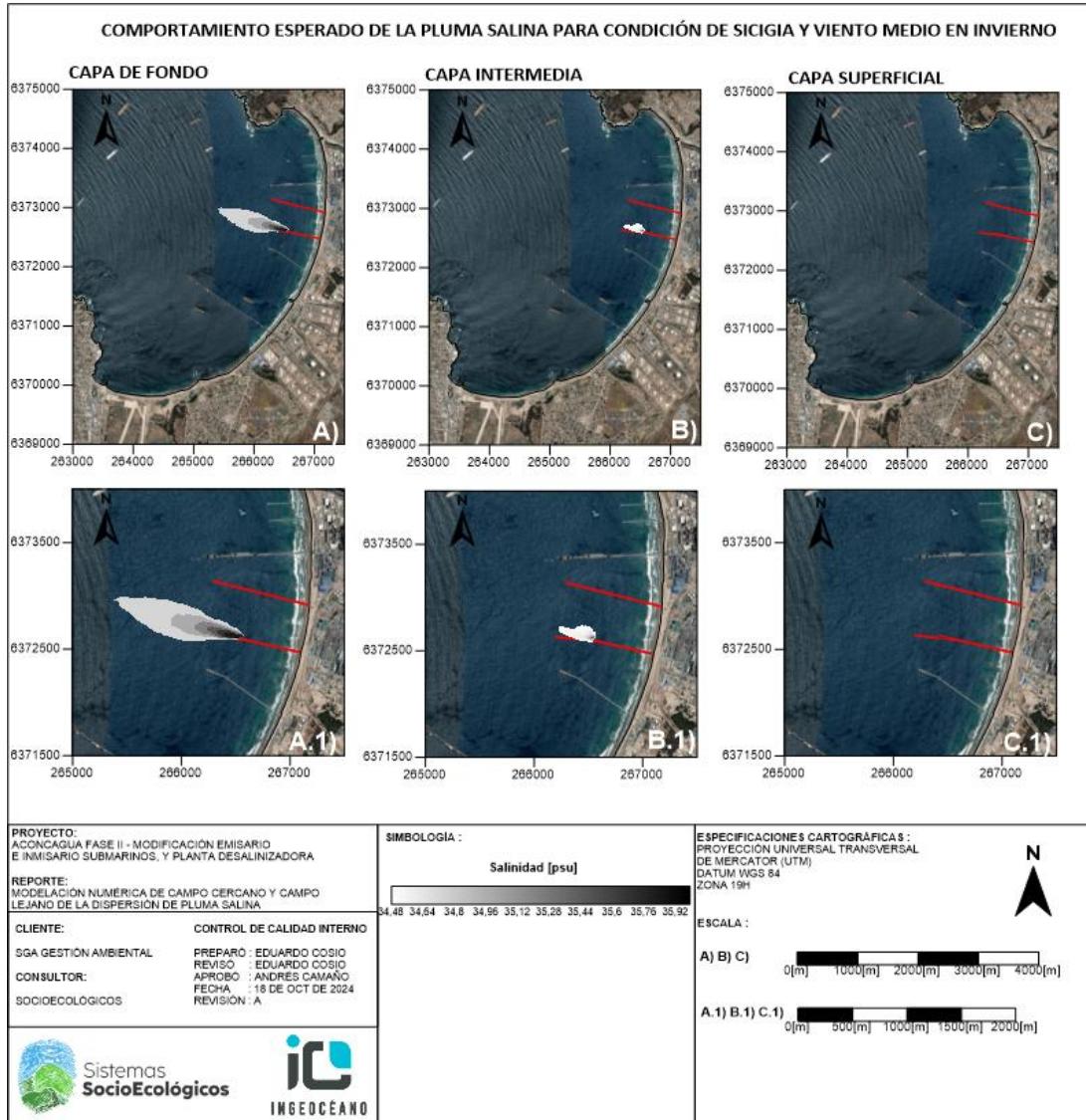


# Parámetros Críticos: Agua de Mar y PD

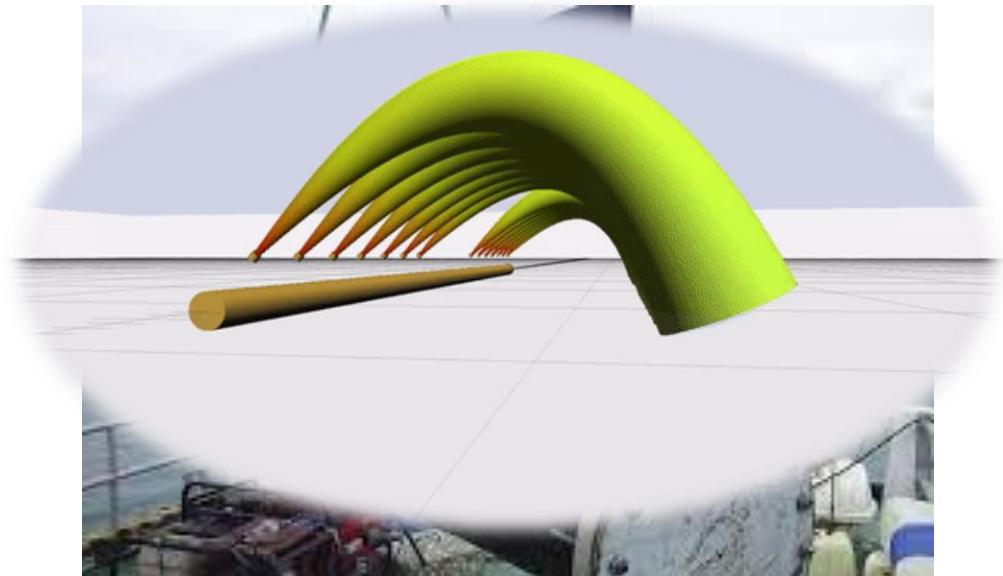


Arica: 35,7 psu – Quintero: 34,9 psu – Aysén: 32,0 psu

# Compatibilidad Hidrodinámica - Modelamientos

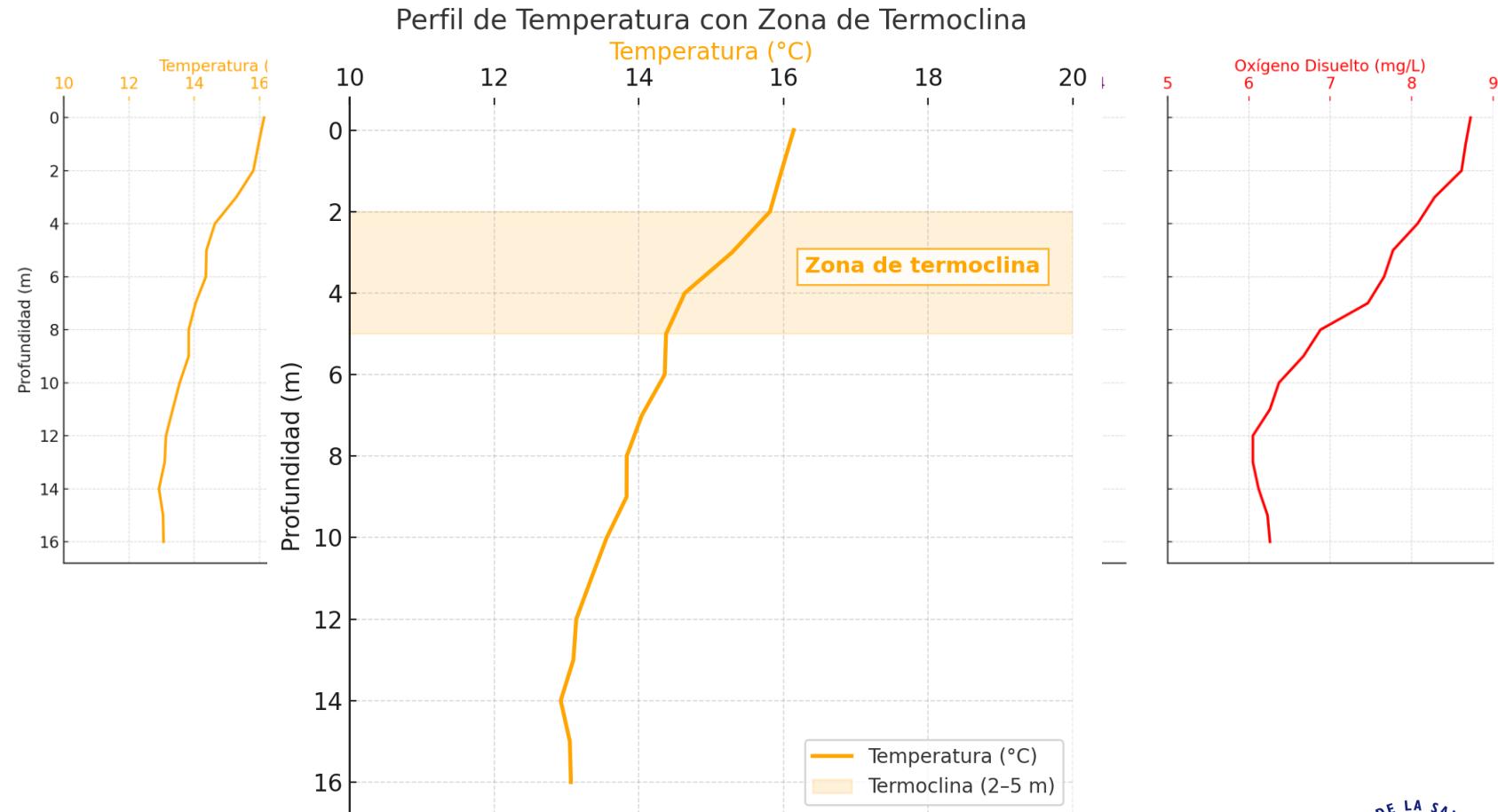


Fuente: Ingeoceano (2024)



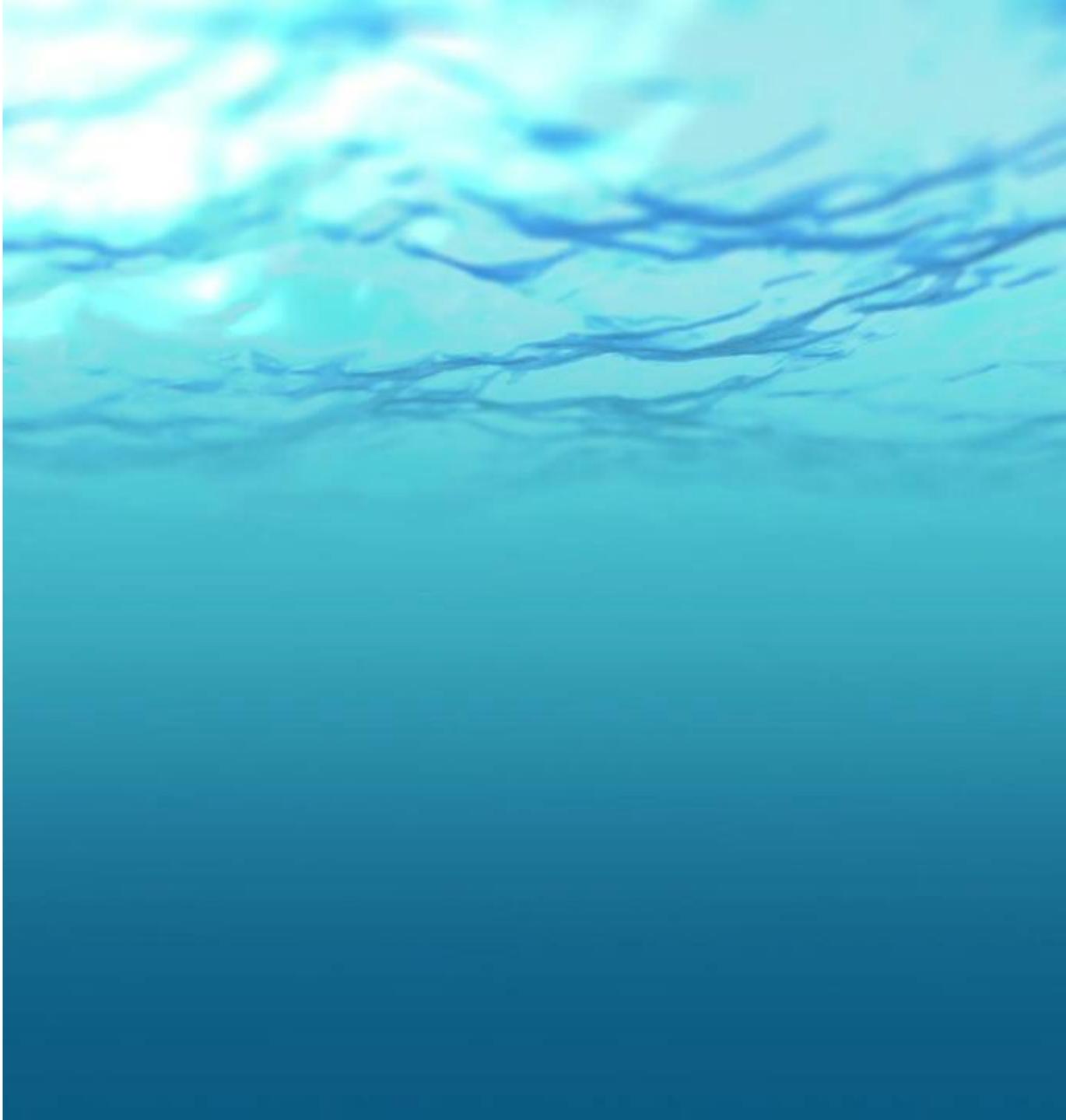
# Parámetros Físicos y Químicos del Agua

Prof. m	Temp. °C	Sal. PSU	Conduc. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Ph unid pH	Oxi Dis. mg/L
0	16.41	34.93	52911	8.3	2
1	15.73	34.94	52932	8.2	6
2	15.13	34.93	52921	8.1	1
3	14.99	34.93	52934	8.0	8
4	14.84	34.93	52968	8.4	7
5	14.76	34.94	52991	8.3	7
6	14.57	34.94	52990	8.3	6
7	14.41	34.93	52992	8.1	6
8	13.54	34.93	53011	8.9	3
9	13.37	34.94	53014	8.9	8
10	13.55	34.95	53047	8.4	7
11	13.42	34.95	53064	8.3	6
12	13.61	34.95	53067	8.2	2
13	13.94	34.95	53082	8.0	5
14	12.19	34.96	53102	8.9	2
15	11.05	34.96	53095	8.1	3
16	10.66	34.96	53089	8.2	6



# 03

## Monitoreo



# **Monitoreo de la Salinidad del Agua de Mar en la Bahía Puchuncaví-Quintero:**

**Metodología y estudio** del vertido de la planta desalinizadora de Aguas Pacífico

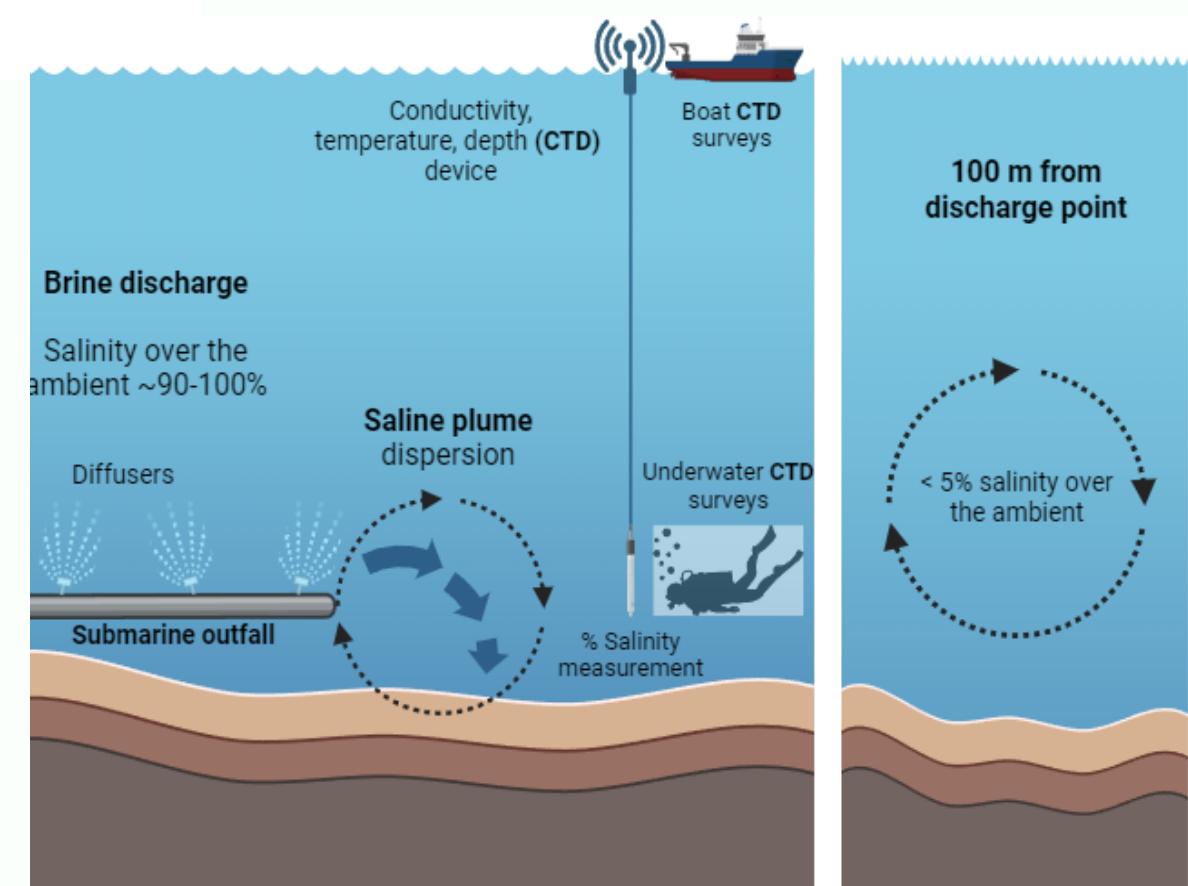




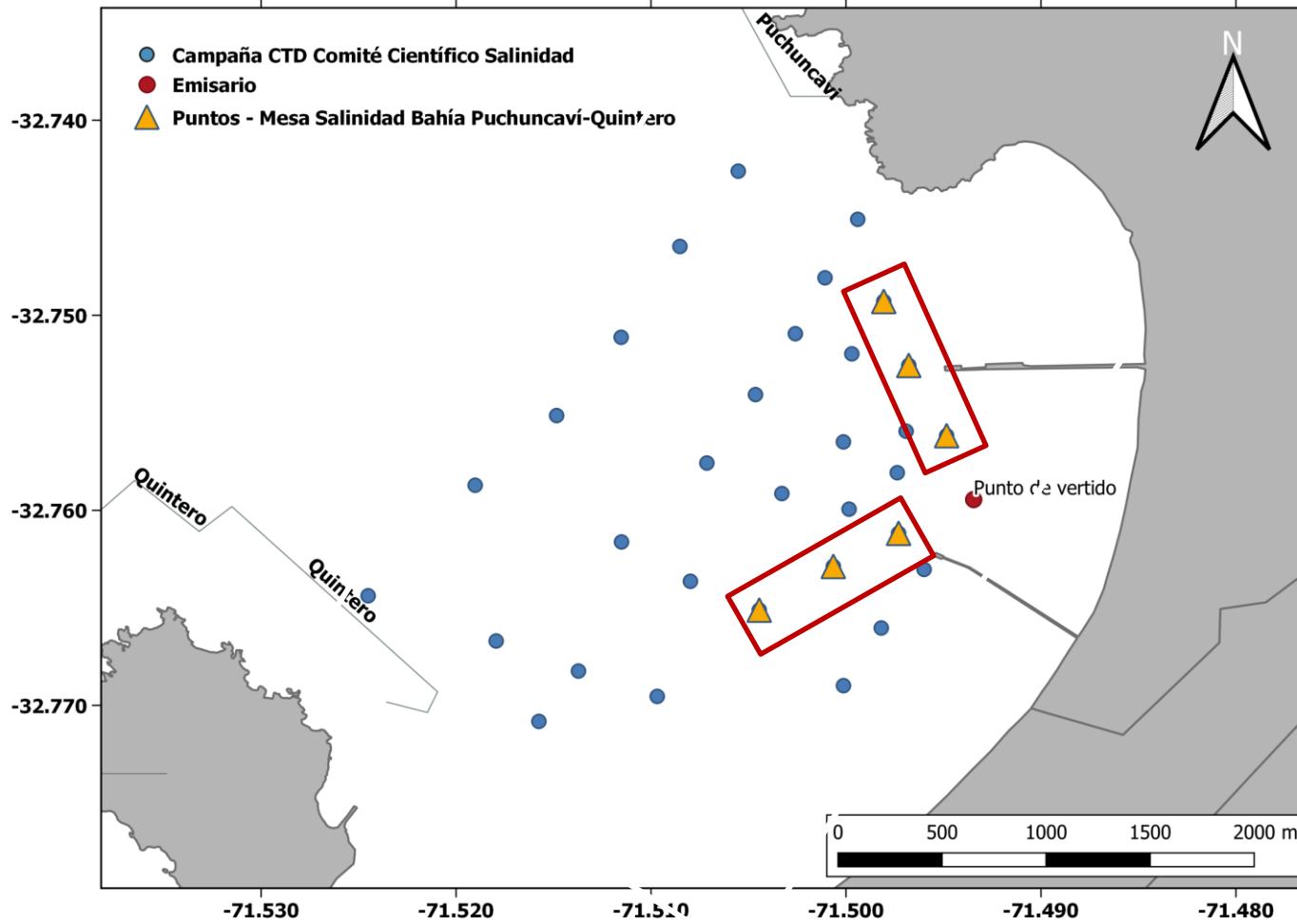
## Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast

Iván Sola <sup>a,b,\*</sup>, Adoración Carratalá <sup>c</sup>, Jeniffer Pereira-Rojas <sup>b,d</sup>, María José Díaz <sup>b,e</sup>, Fernanda Rodríguez-Rojas <sup>b,e</sup>, José Luis Sánchez-Lizaso <sup>a,f</sup>, Claudio A. Sáez <sup>a,b</sup>

- Metodología **científica** robusta y estandarizada a nivel **global** en el largo plazo
- Diseño y campaña de muestreo **científico-técnica**
- Validación **normativa** y **Mesa Comité Salinidad**

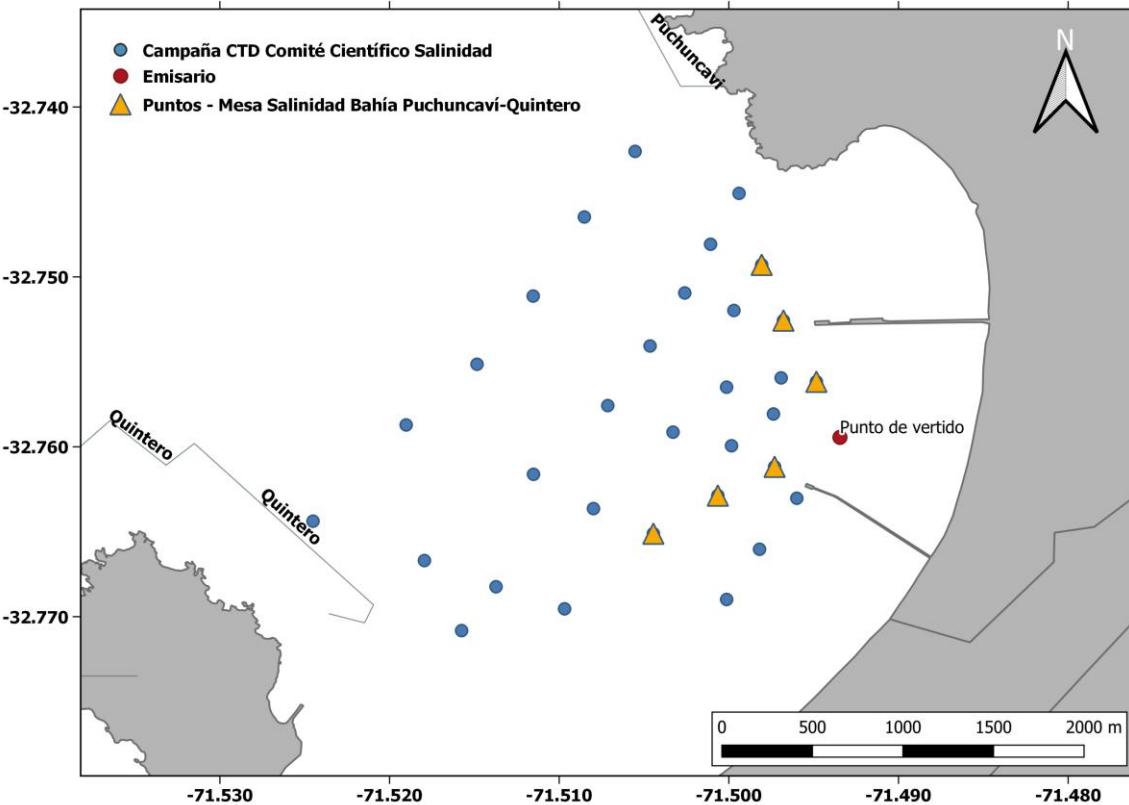


# Campaña monitoreo salinidad – Proyecto Aguas Pacífico



## Diseño experimental

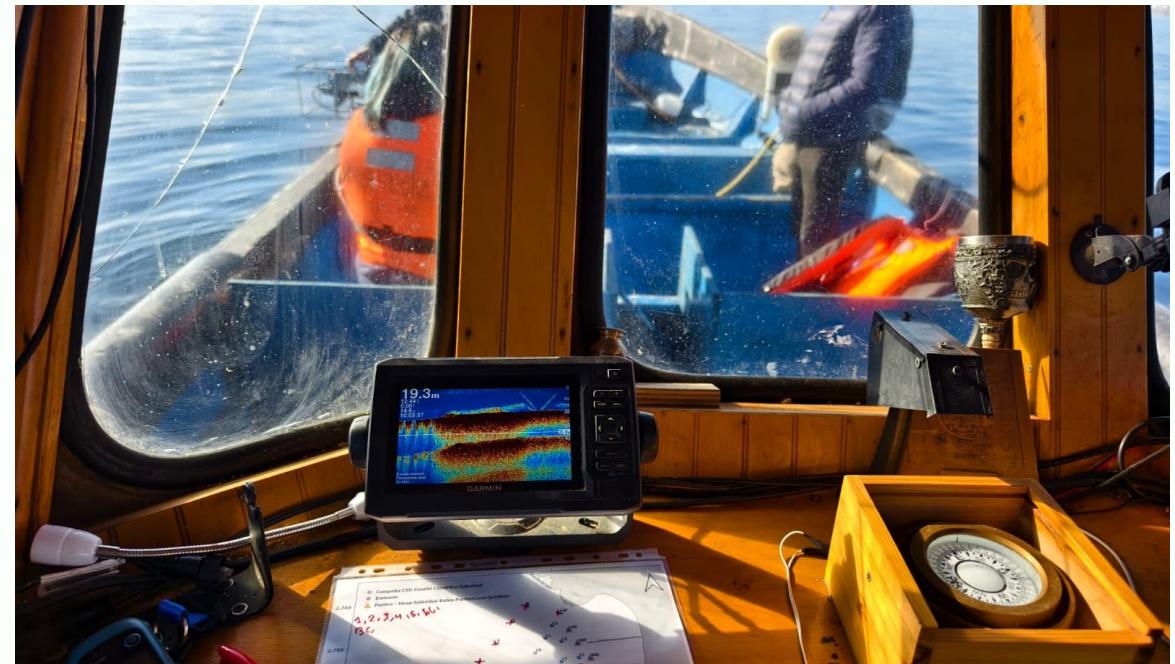
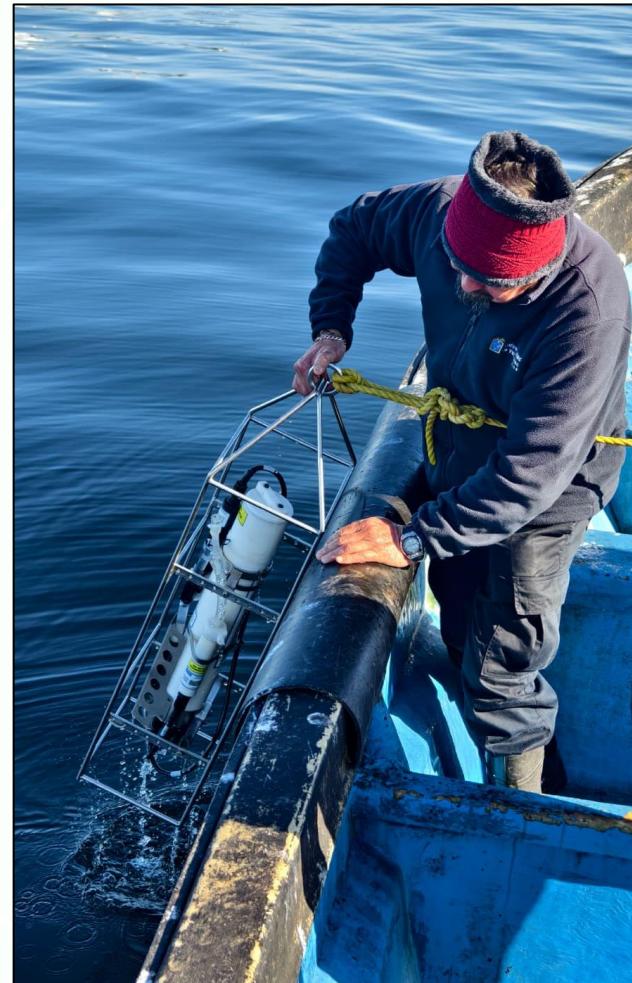
1. Cuadrícula de **6 a 32 estaciones** de muestreo a diferentes distancias del emisario.
2. Muestreo equipo CTD
3. Medición en estación basado en sistema de coordenadas WGS84



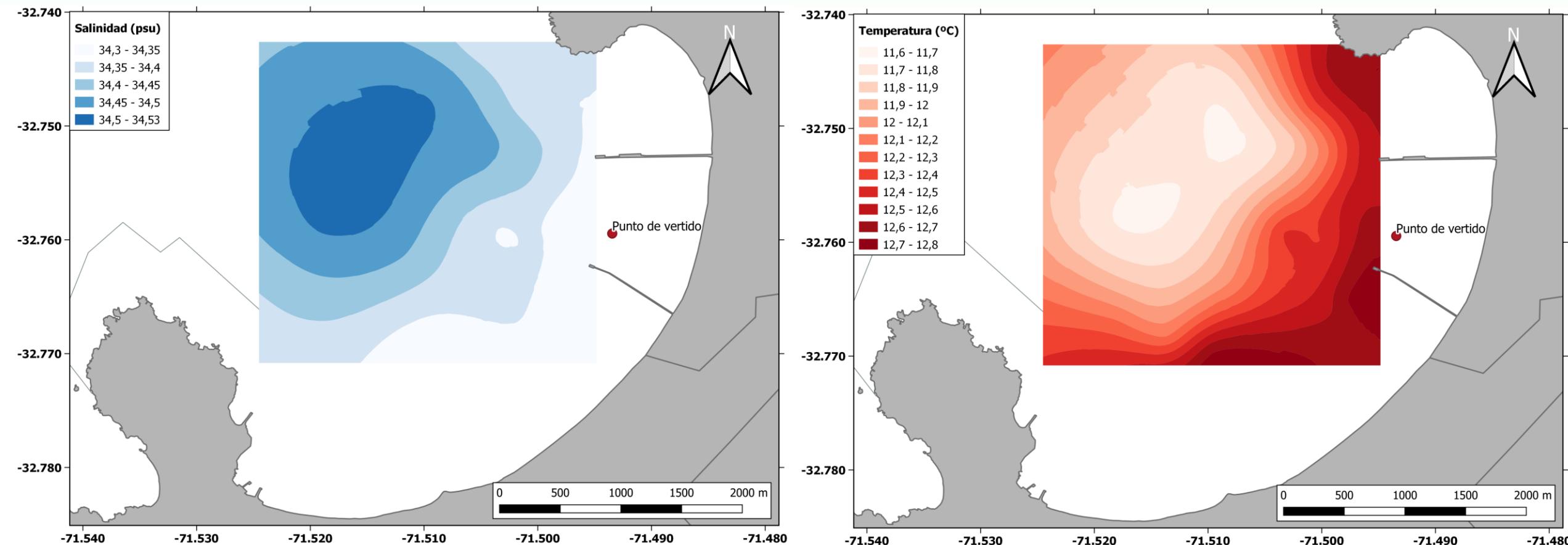
## Muestreo equipo CTD

- **Validación** valores de salinidad <5% incremento
- **Perfiles** salinidad columna de agua
- **Medición** y modelación salinidad

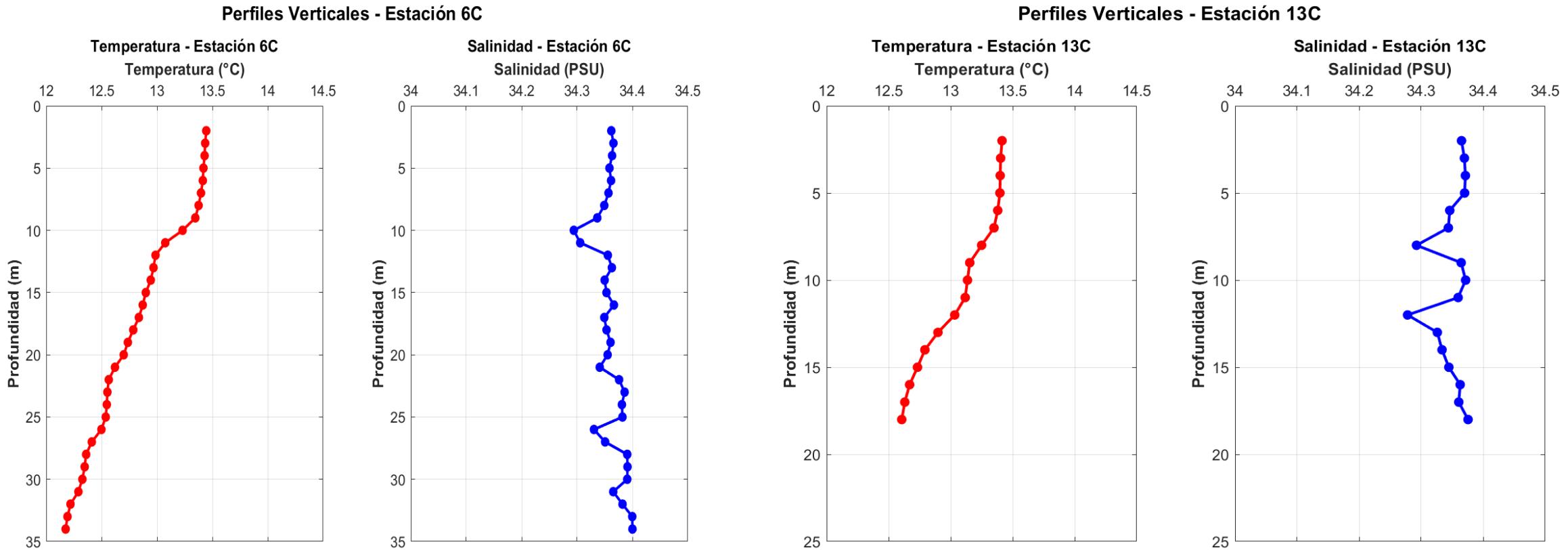




# Campaña de invierno de salinidad y temperatura en la Bahía de Quintero-Puchuncaví



# Perfiles de salinidad y temperatura en la columna de agua



**¡Muchas gracias por su  
atención!**