

Presentación Mesa Salinidad

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

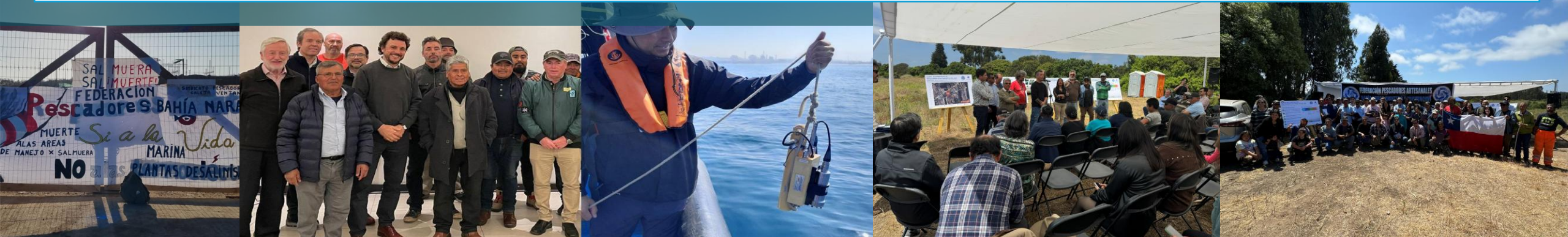
23 Octubre 2025



Acuerdo Federación Bahía Narau-Aguas Pacífico

(septiembre 2023)

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





¿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?

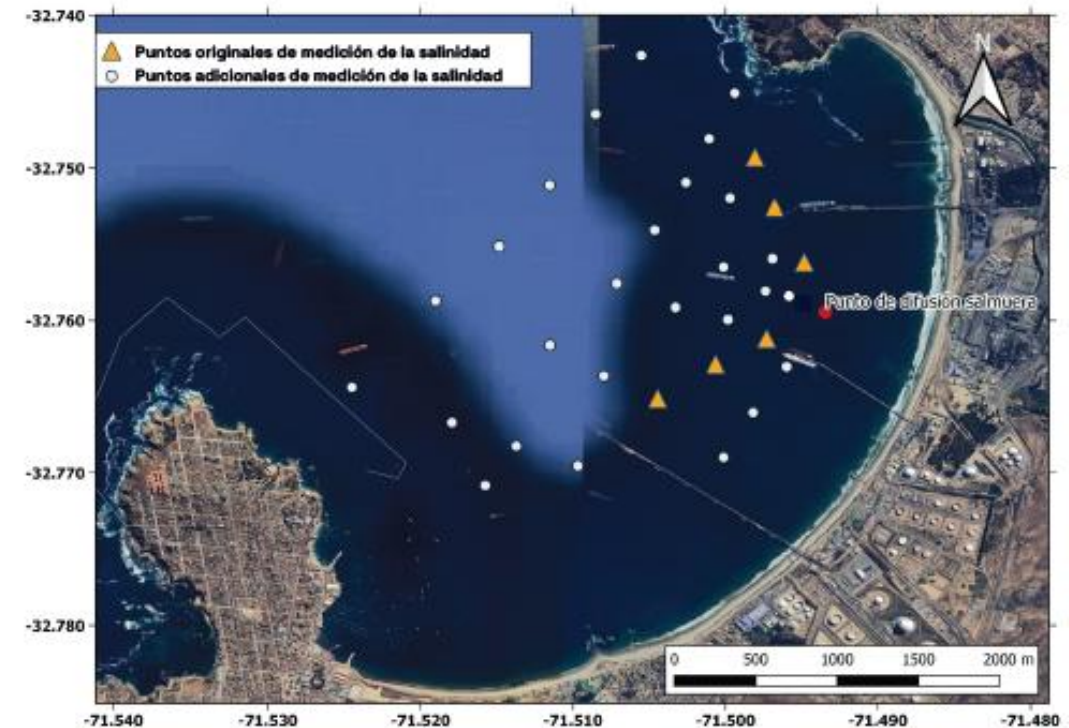


Monitorear los niveles de salinidad en la Bahía (verano e invierno), durante el periodo 2024 – 2028. Con los monitoreos del 2024 y 2025 se establecerá la Línea de Base de salinidad de la bahía, previo a la operación de la Planta desalinizadora.

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

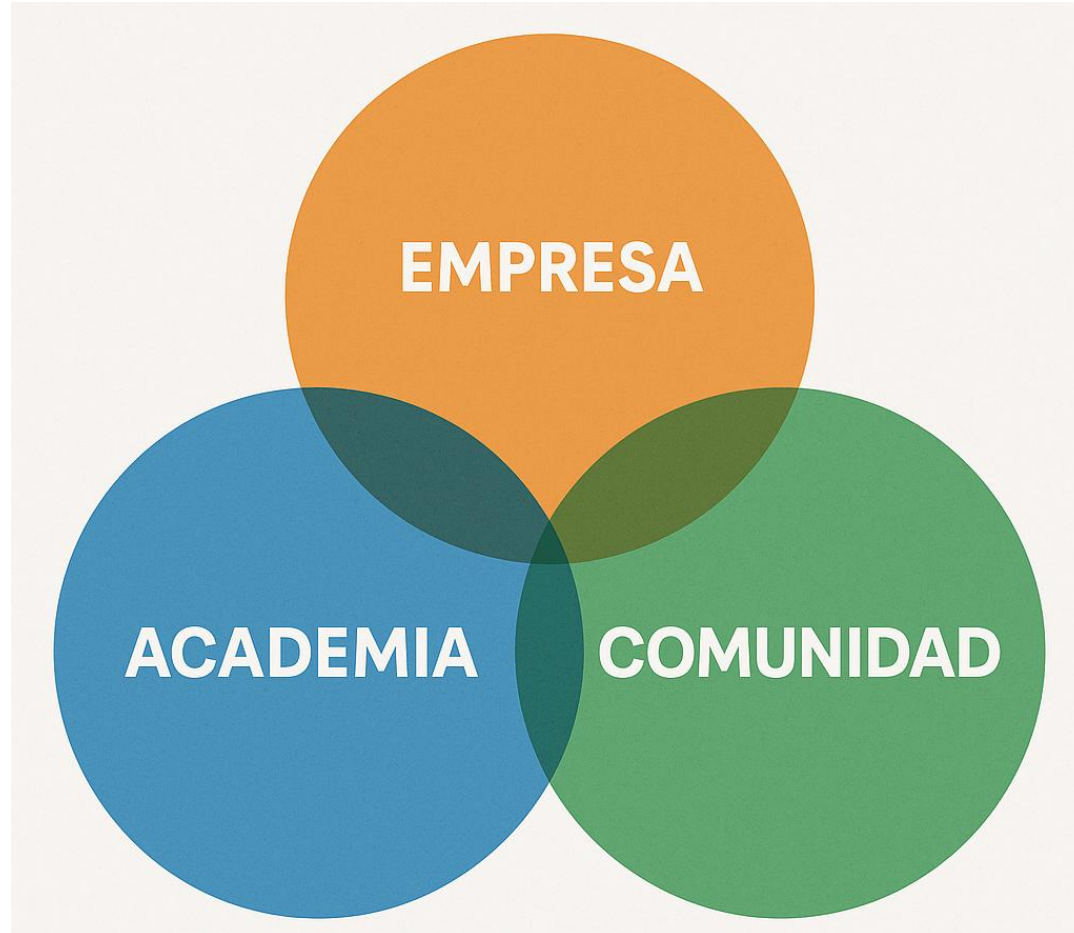
- El **9 de septiembre** se realiza el primer monitoreo de 32 puntos de la bahía. Previamente, durante el 2024 y verano 2025 se monitorearon los 6 puntos definidos inicialmente.



1er TALLER MESA DE LA SALINIDAD

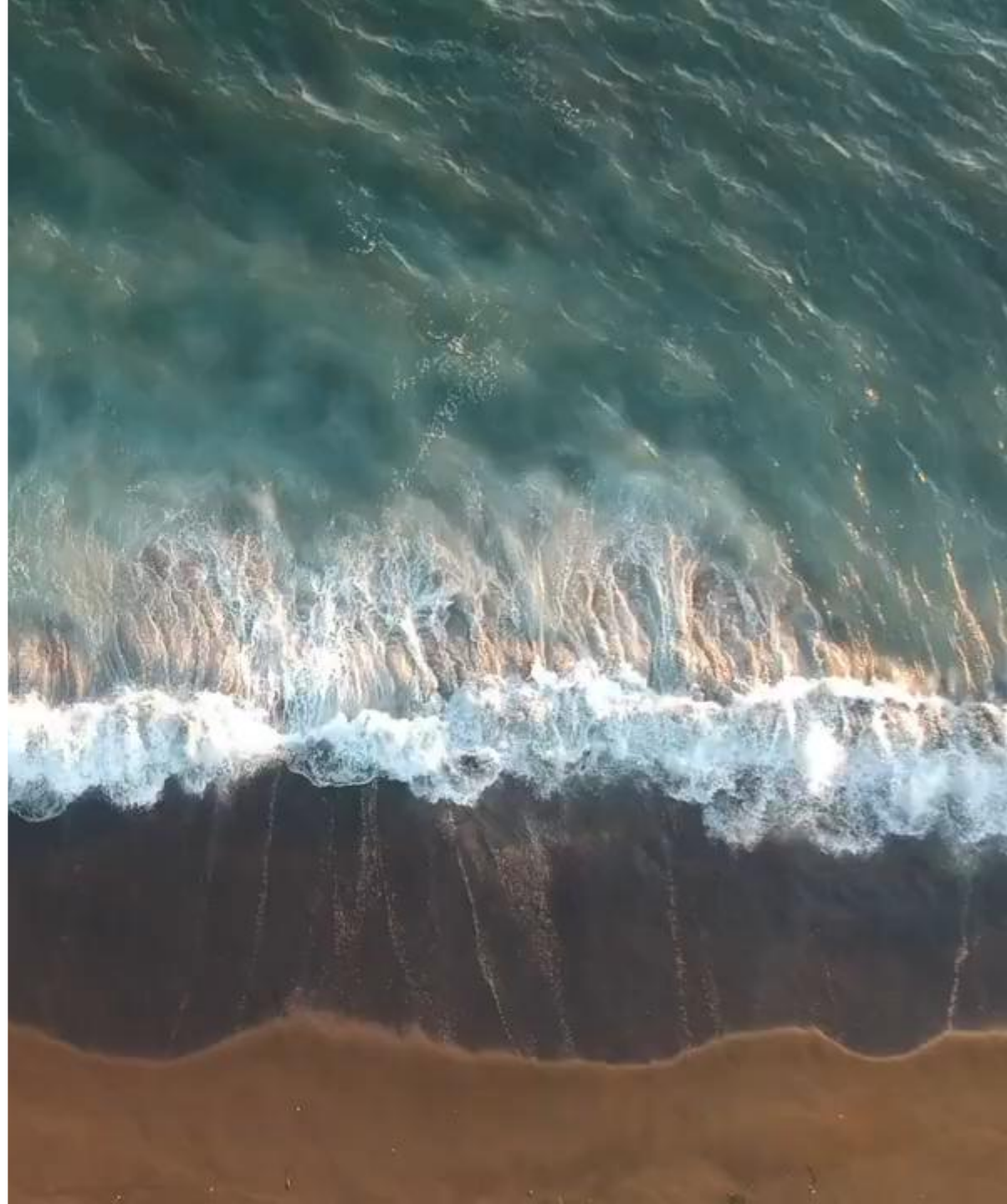
- El **25 de octubre 2025** se realiza en Quintero la primera jornada participativa de tipo pública, destinada a difundir la actividad de la mesa. Más de 100 participantes.

Un Acuerdo Virtuoso



01

CONCEPTOS

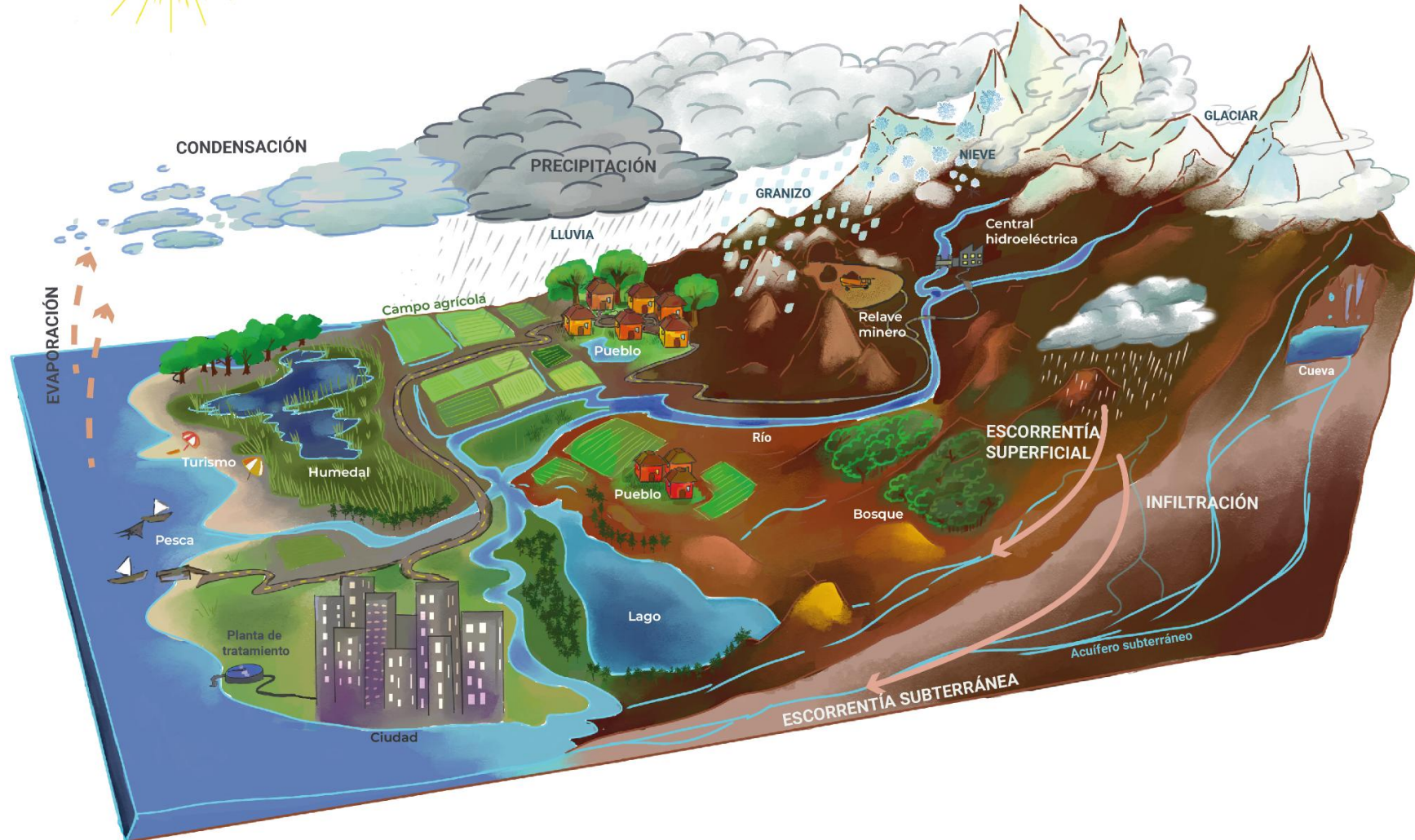


El Ciclo del Agua



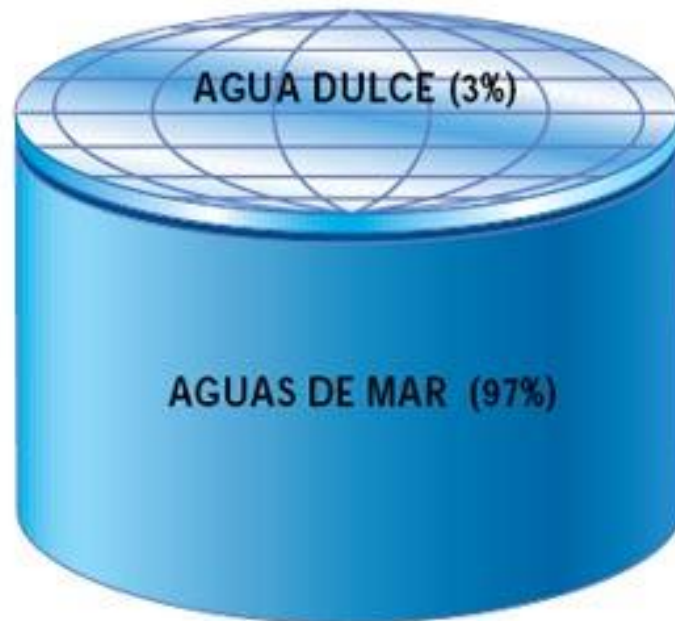
El **ciclo del agua** es un proceso natural de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera.

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



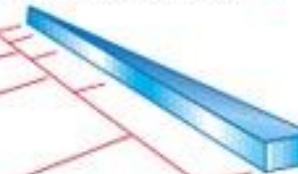
AGUAS SUPERFICIALES DISPONIBLES (0,6%):

Biológica (presente en seres vivos) (3 %)

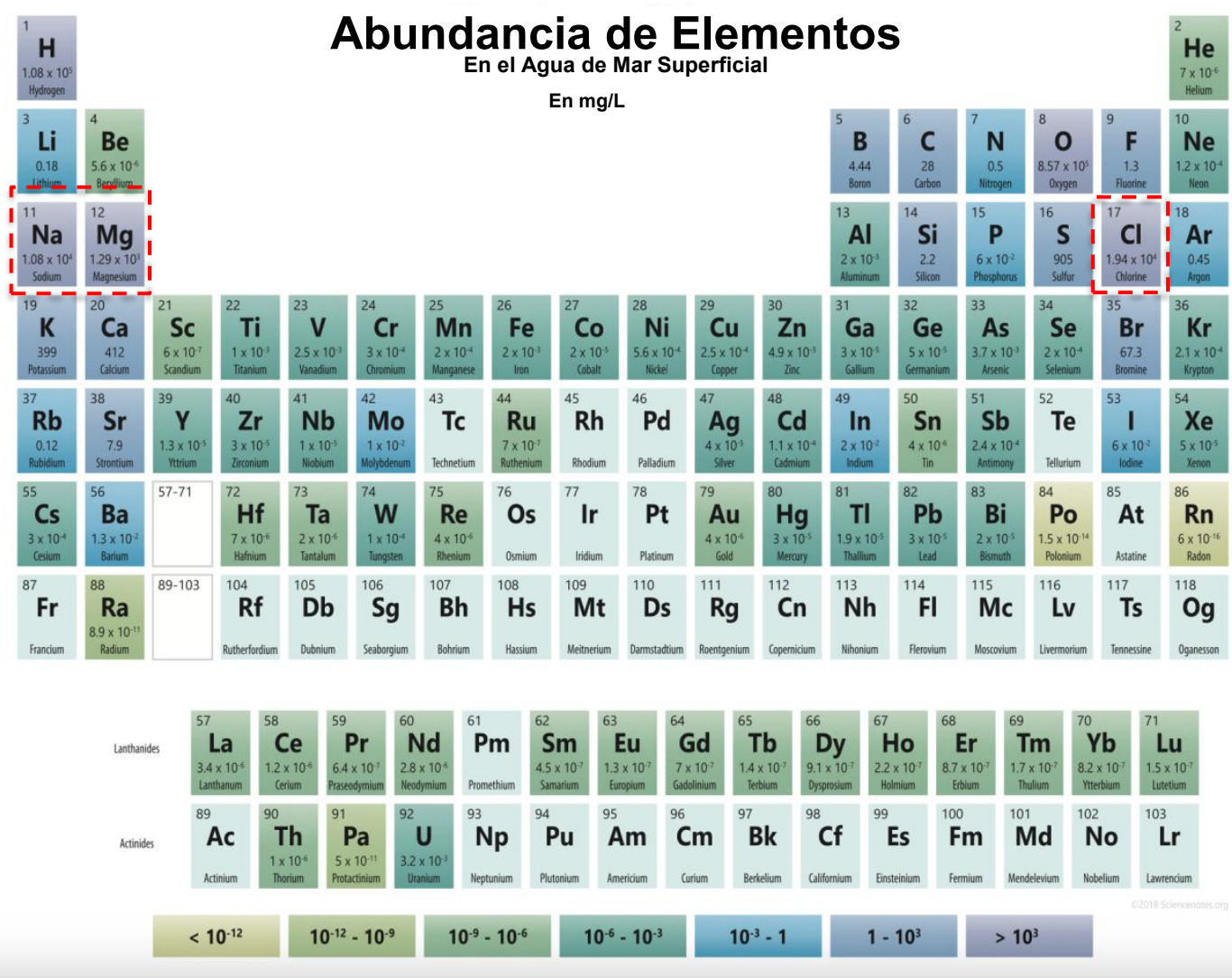
Atmosférica (7 %)

Humedad del suelo (33 %)

Ríos, lagos (57 %)

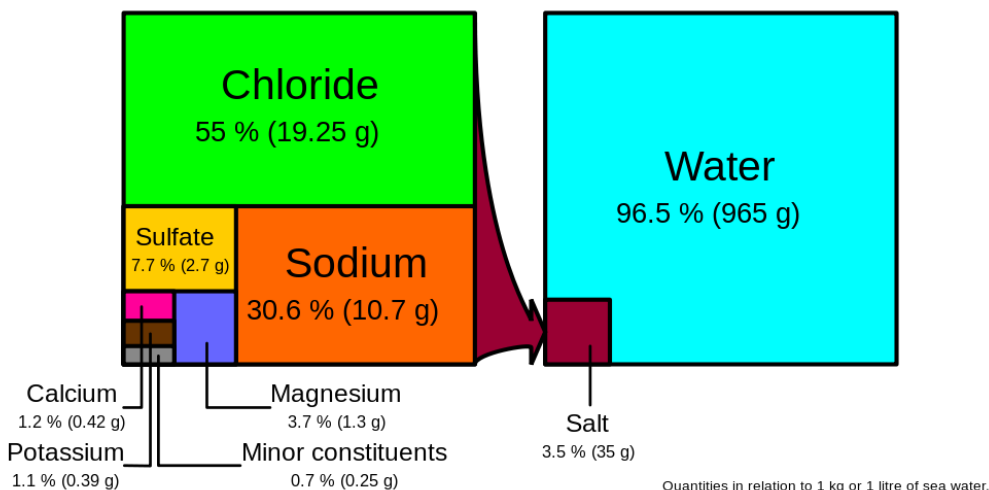


Abundancia de Elementos en el Agua de Mar (Superficial)

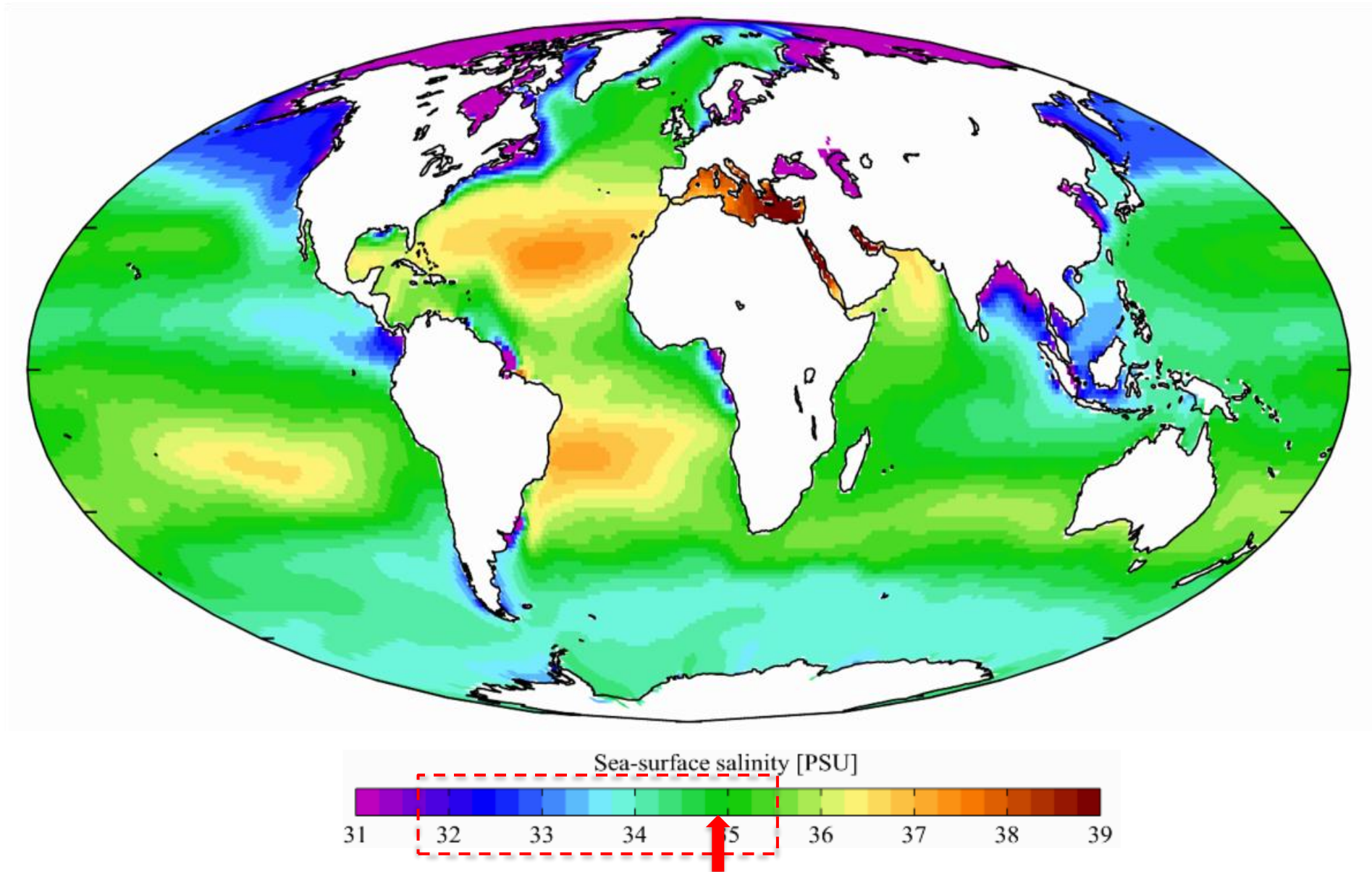


Sales en el Mar

Agua en el Mar



Salinidad Media Anual Superficial en los Océanos



Salinidad Superficial en las Regiones Oceánicas del Mundo

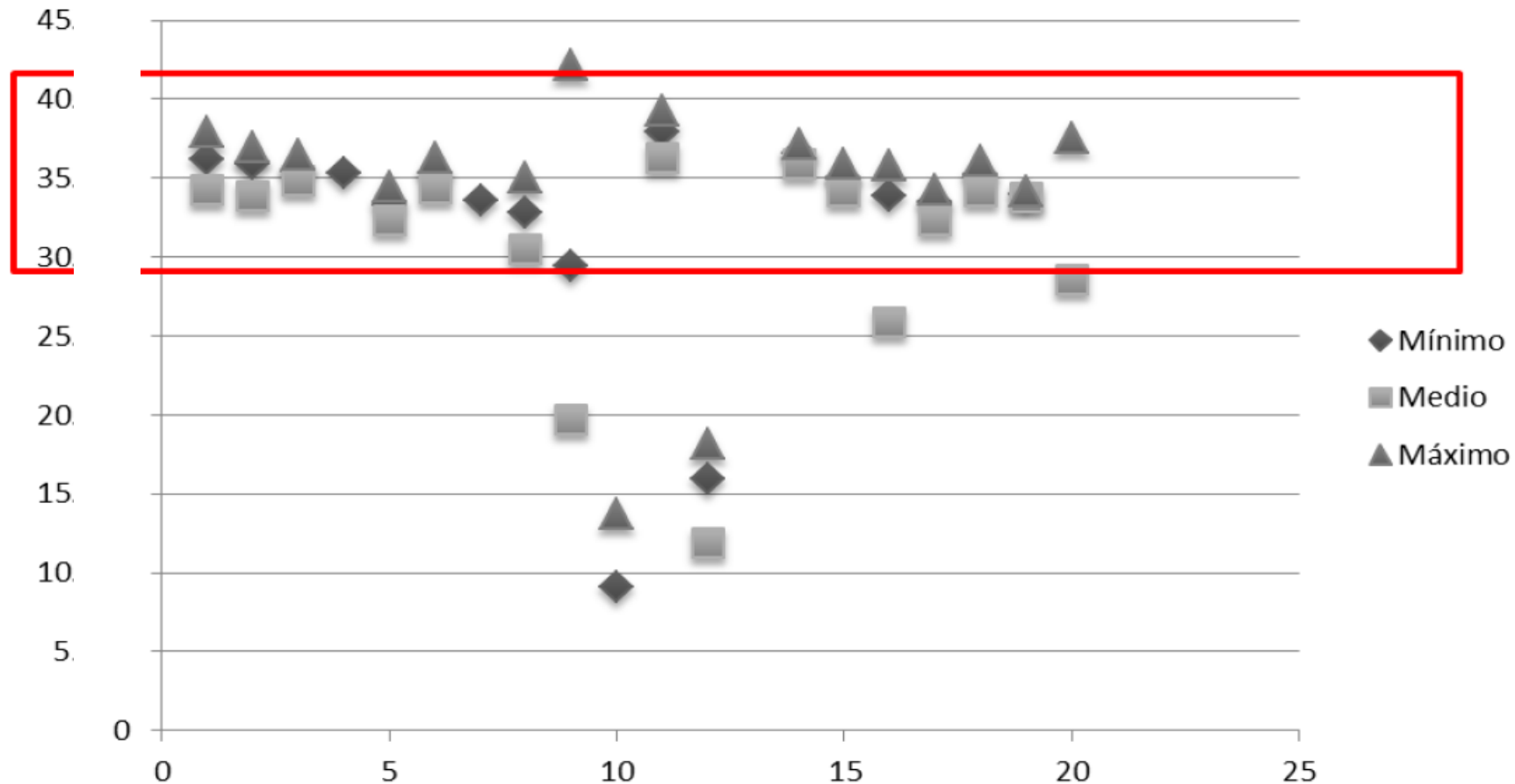
Salinity of the surface of the different parts of the ocean					
On the composition of Sea-water in the different parts of the ocean - Georg Forchhammer					
Región	Oceano/mar	Situación	Salinidad (mg/l)		
			Media	Mínima	Máxima
1ª Región	Oceano Atlántico	Entre el ecuador y latitud 30° Norte	36.169	34.283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

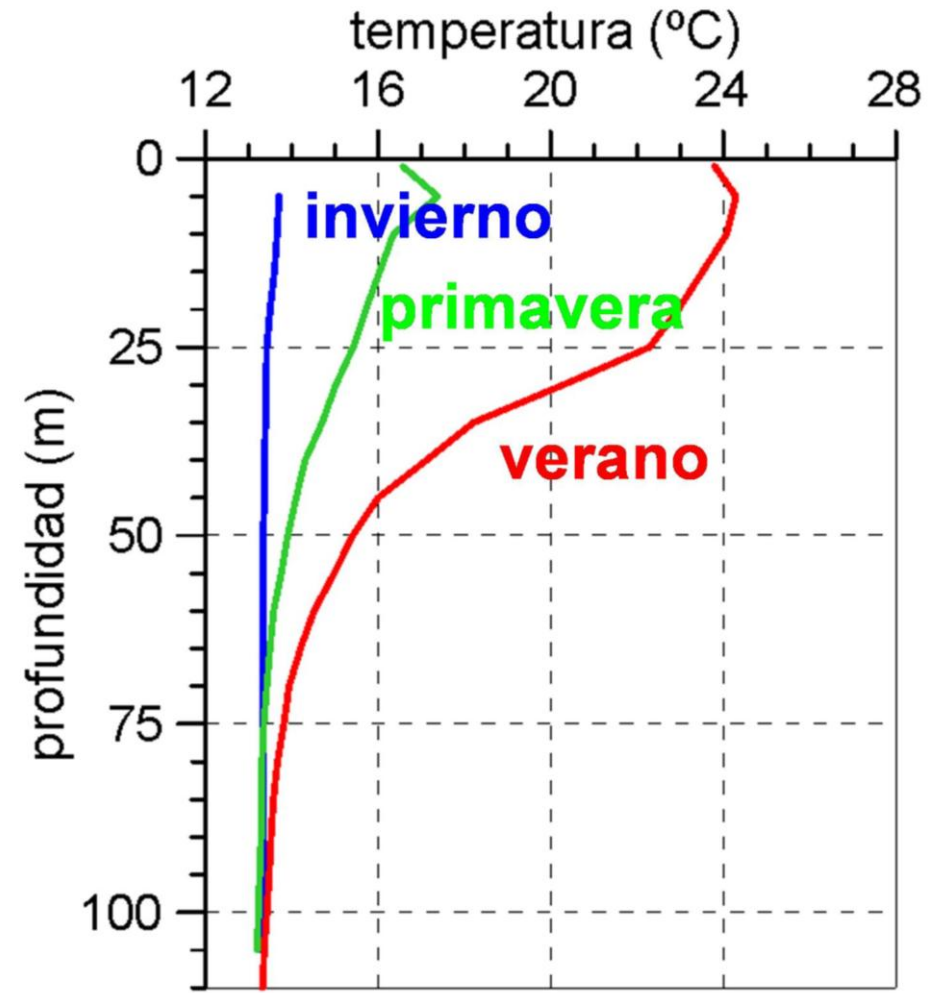
Conceptos: Termoclina, Haloclina y Pícnoclina

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.).

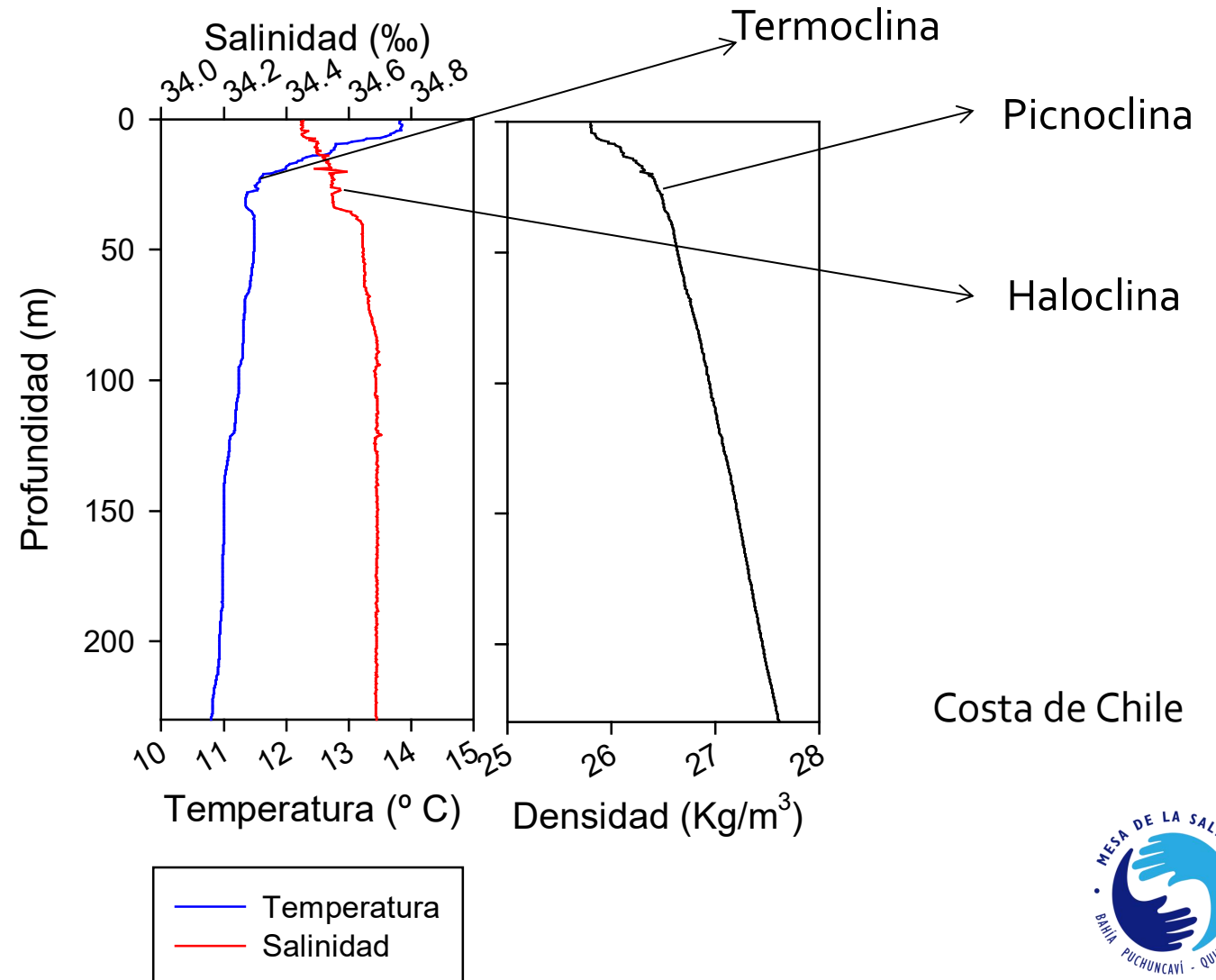
PRESENCIA DE
TERMOCLINA



Conceptos: Termoclina, Haloclina y Pícnoclina

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

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

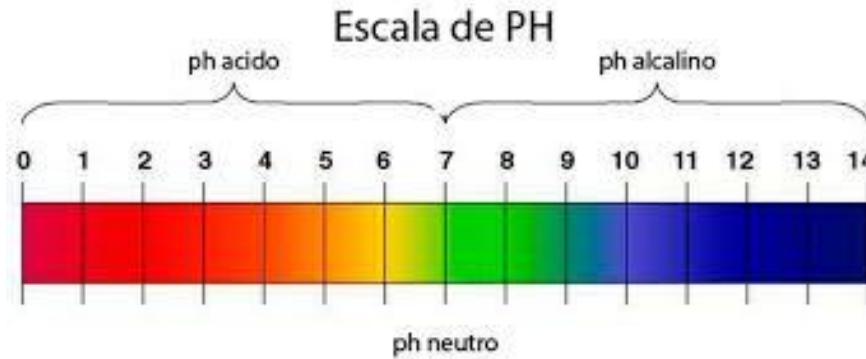


Conceptos: pH

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 agua expuesta al aire durante largo tiempo absorbe el CO_2 atmosférico para formar ácido carbónico, H_2CO_3 .

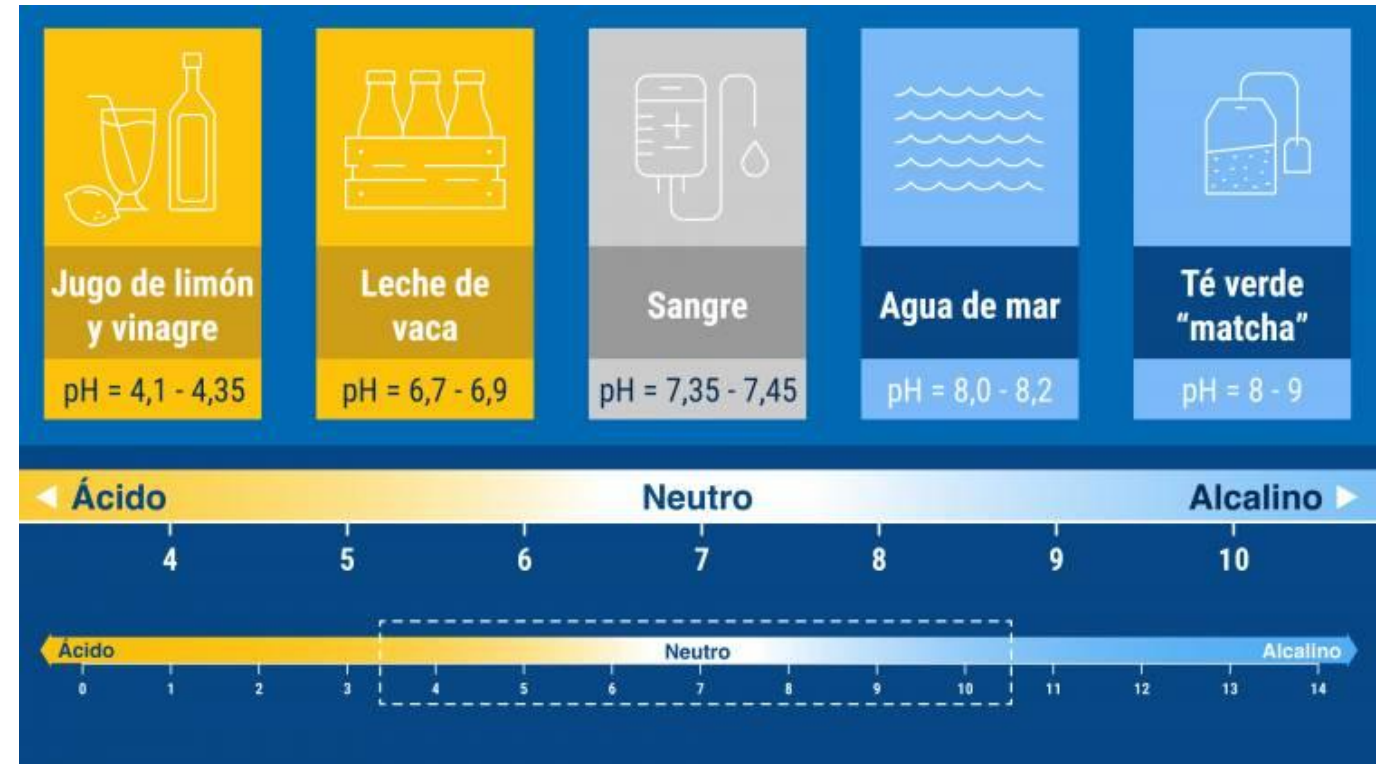
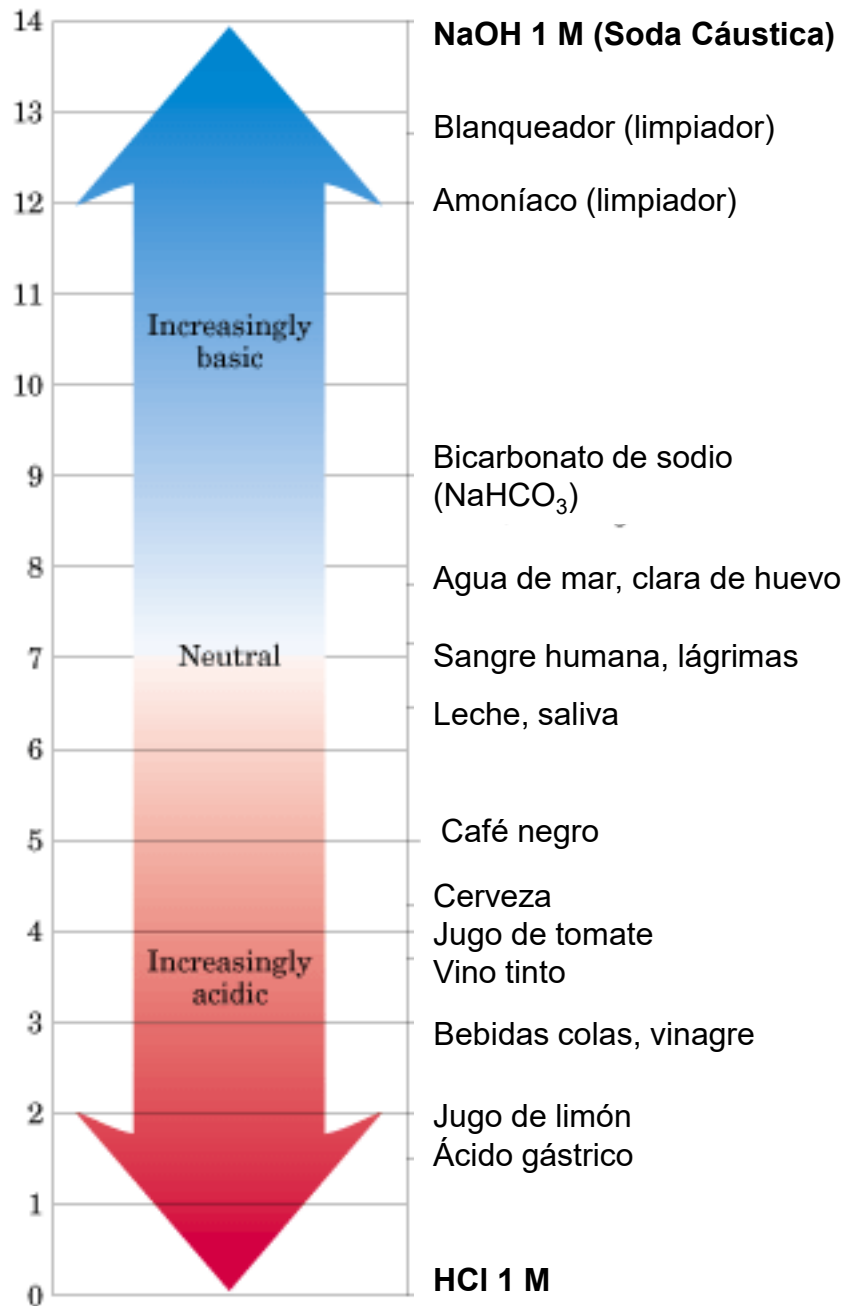


El pH nos dice si un líquido es ácido, neutro o básico. Es como una regla que va del 0 al 14:

- 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).



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

Fitoplancton

¿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.

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

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.



Oxígeno Bajo

Composición del Cuerpo Humano

SOMOS AGUA Del total de agua que tiene el cuerpo humano, se encuentra como líquido intracelular. **60%**

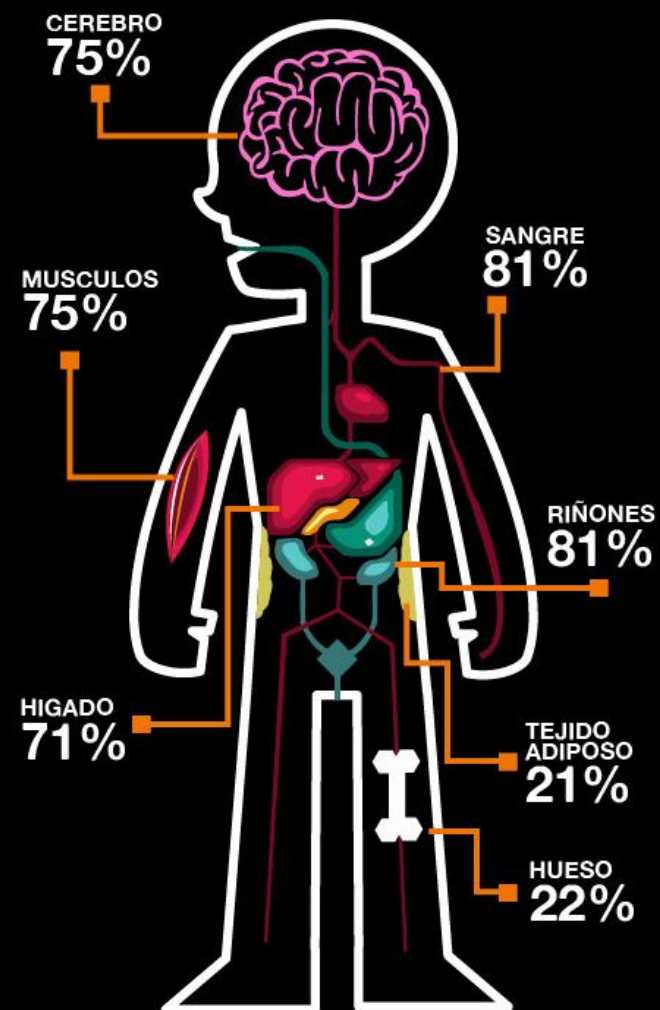


INGESTA DIARIA POR PERSONA

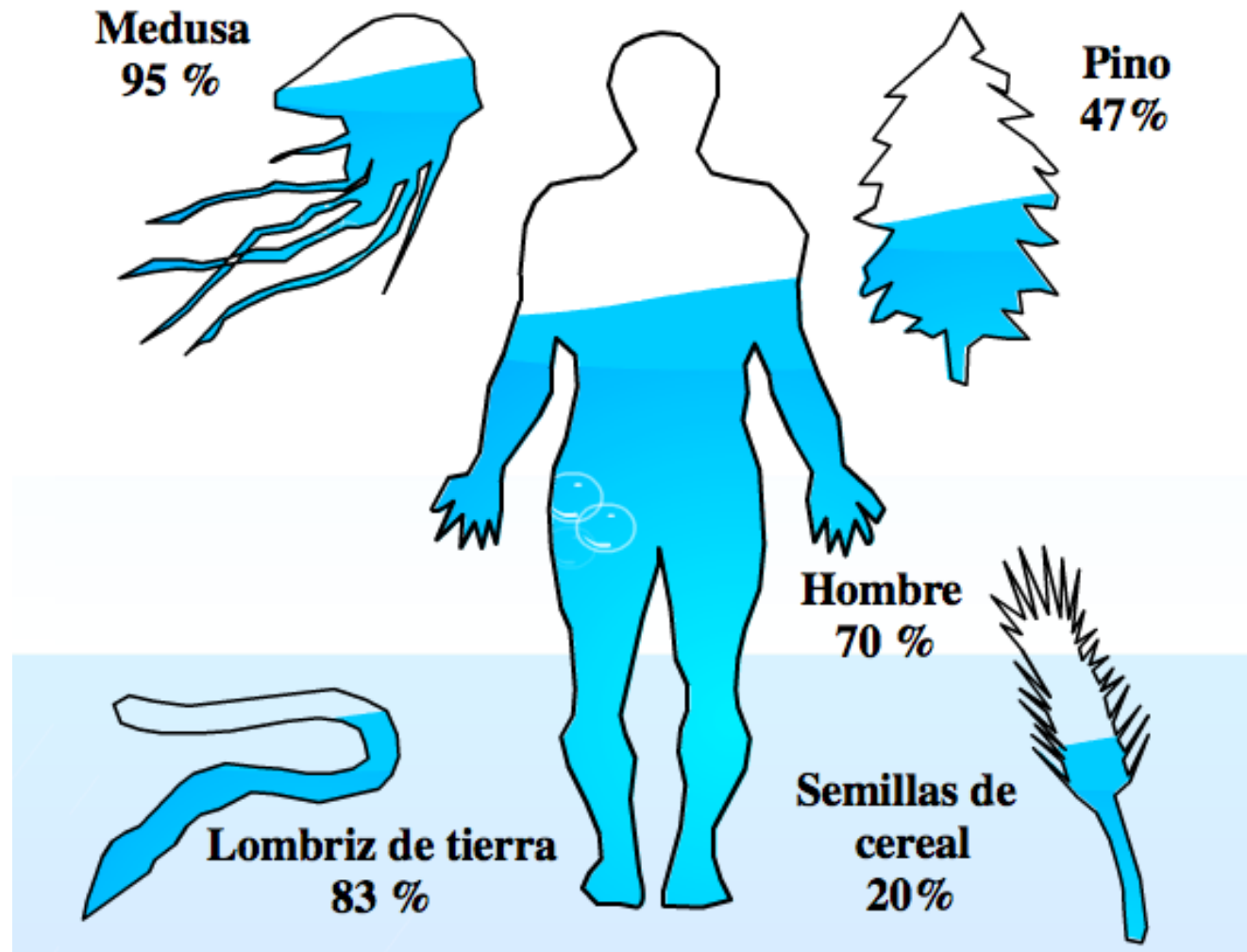
Adultos: 2-3 litros
Embarazadas: 2-3 litros
Niños 0-8 años: 1.8 litros
+ 8 años: 2.5 litros



PORCENTAJE DE AGUA EN TEJIDOS



Contenido de Agua en los Seres Vivos



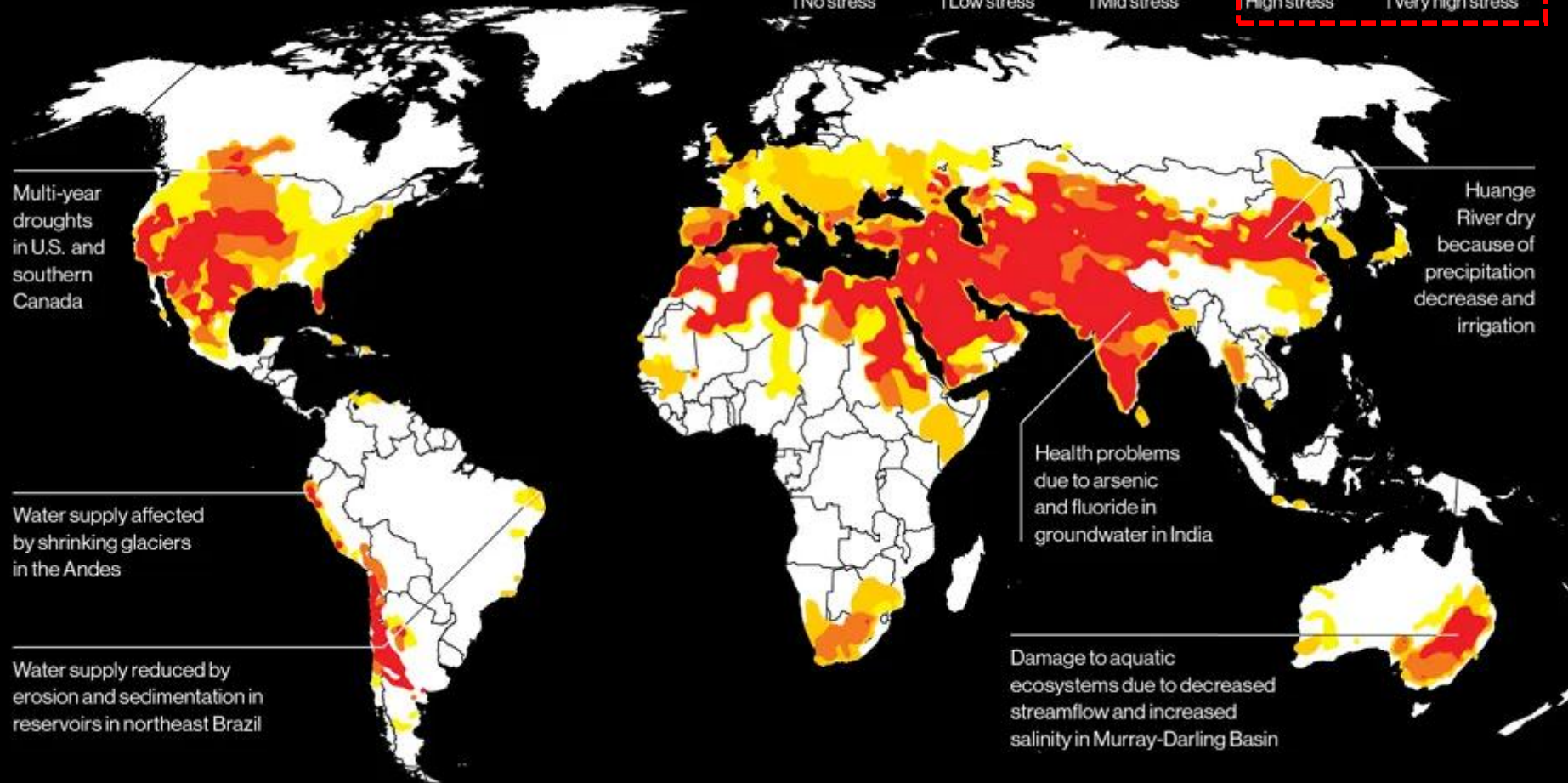
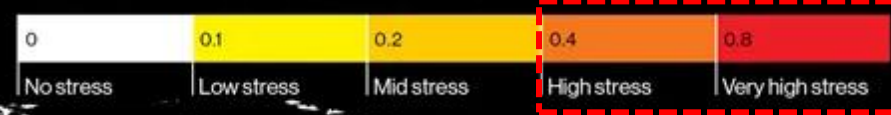
El Agua Dulce se está Secando



Fresh Water Is Drying Up

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

Ratios of 0.4 or higher reflect high water stress imposed by the local population.



Sep 2025
1 mes

Jul 2025- Sep 2025
3 meses

Abr 2025- Sep 2025
6 meses

Ene 2025- Sep 2025
9 meses

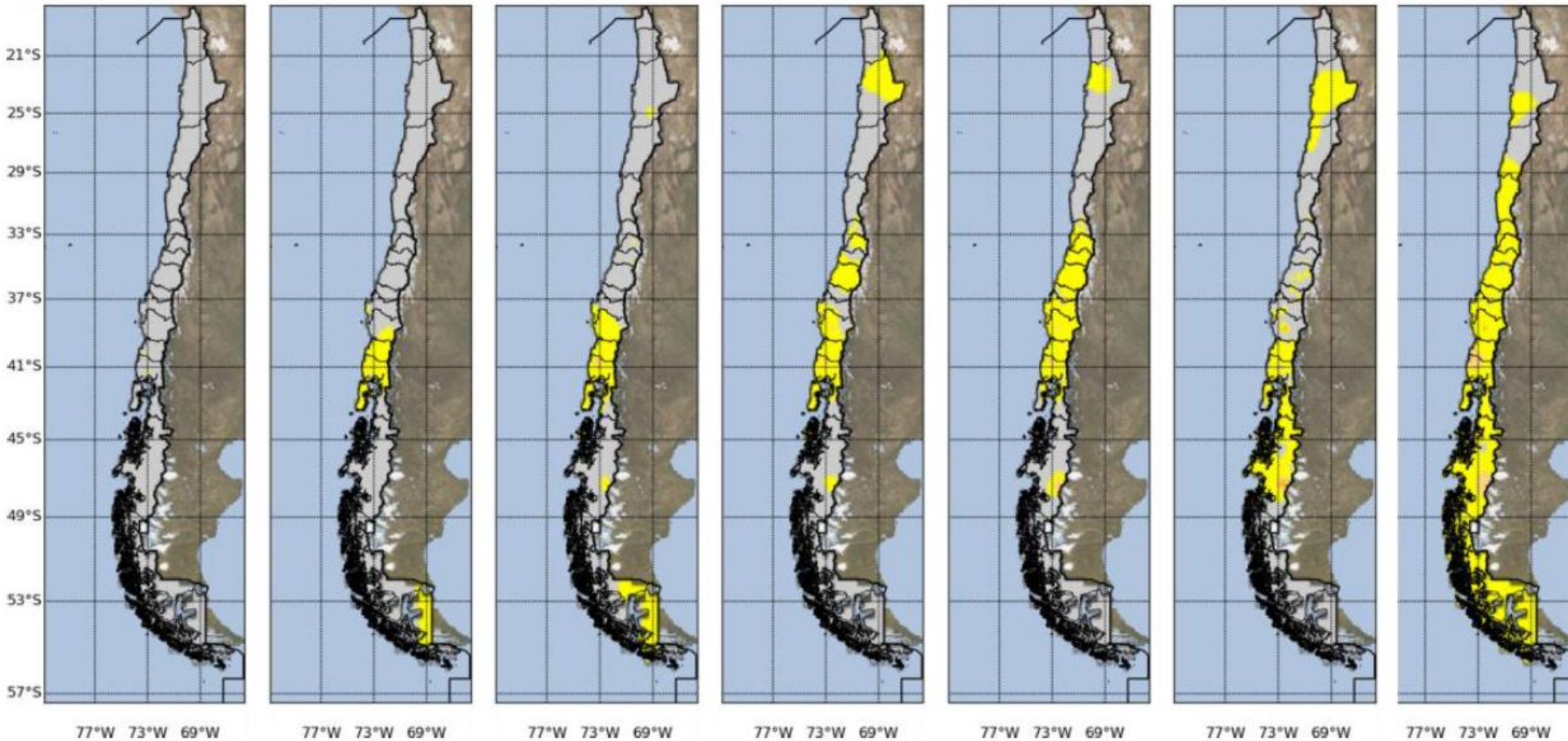
Oct 2024- Sep 2025
12 meses

Oct 2023- Sep 2025
24 meses

Oct 2021- Sep 2025
48 meses



INTENSIDAD DE LA SEQUÍA



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.



Dirección General De Aeronáutica Civil

Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos

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)

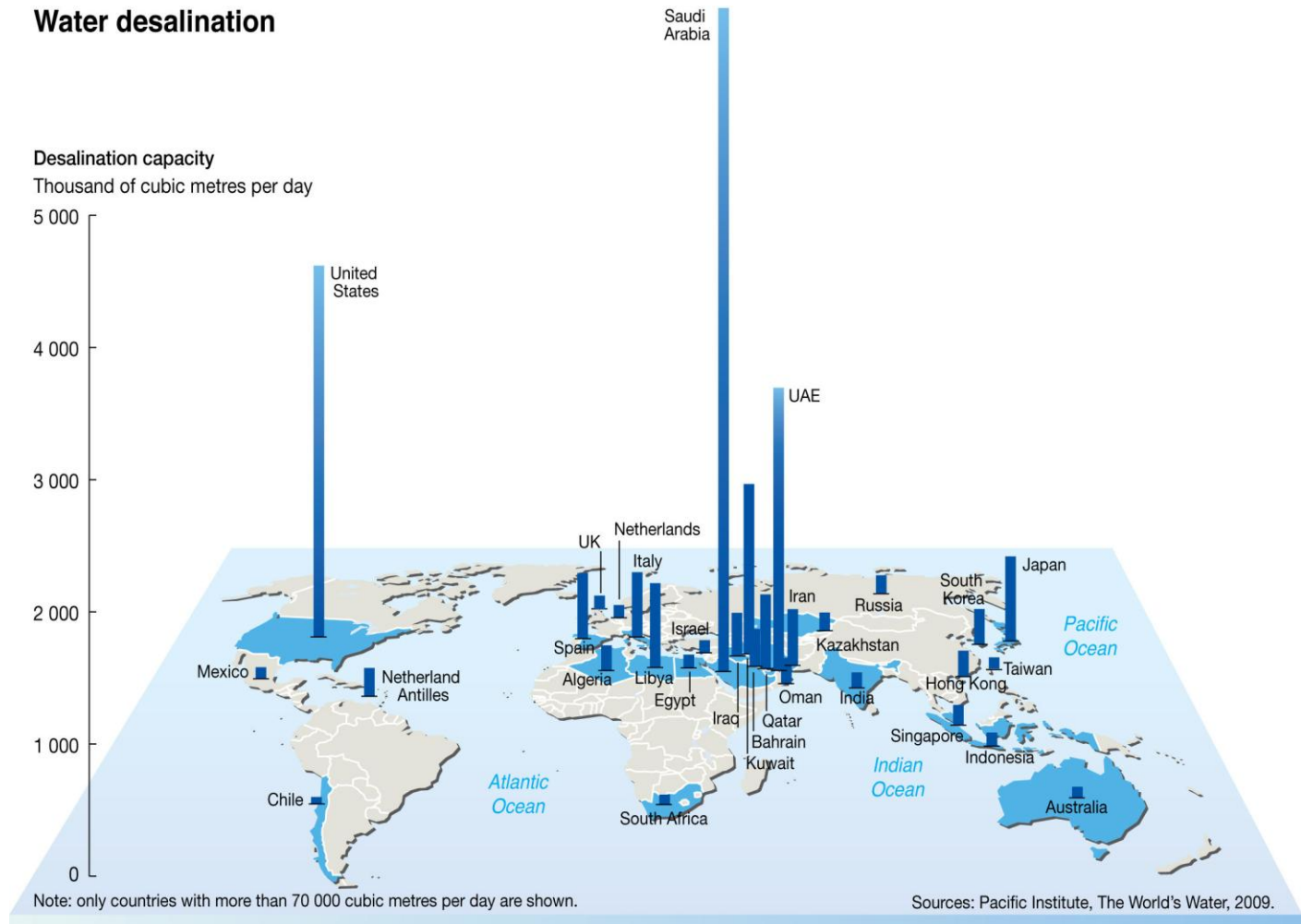
El agua potable en Chile (NCh 409)

- 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.

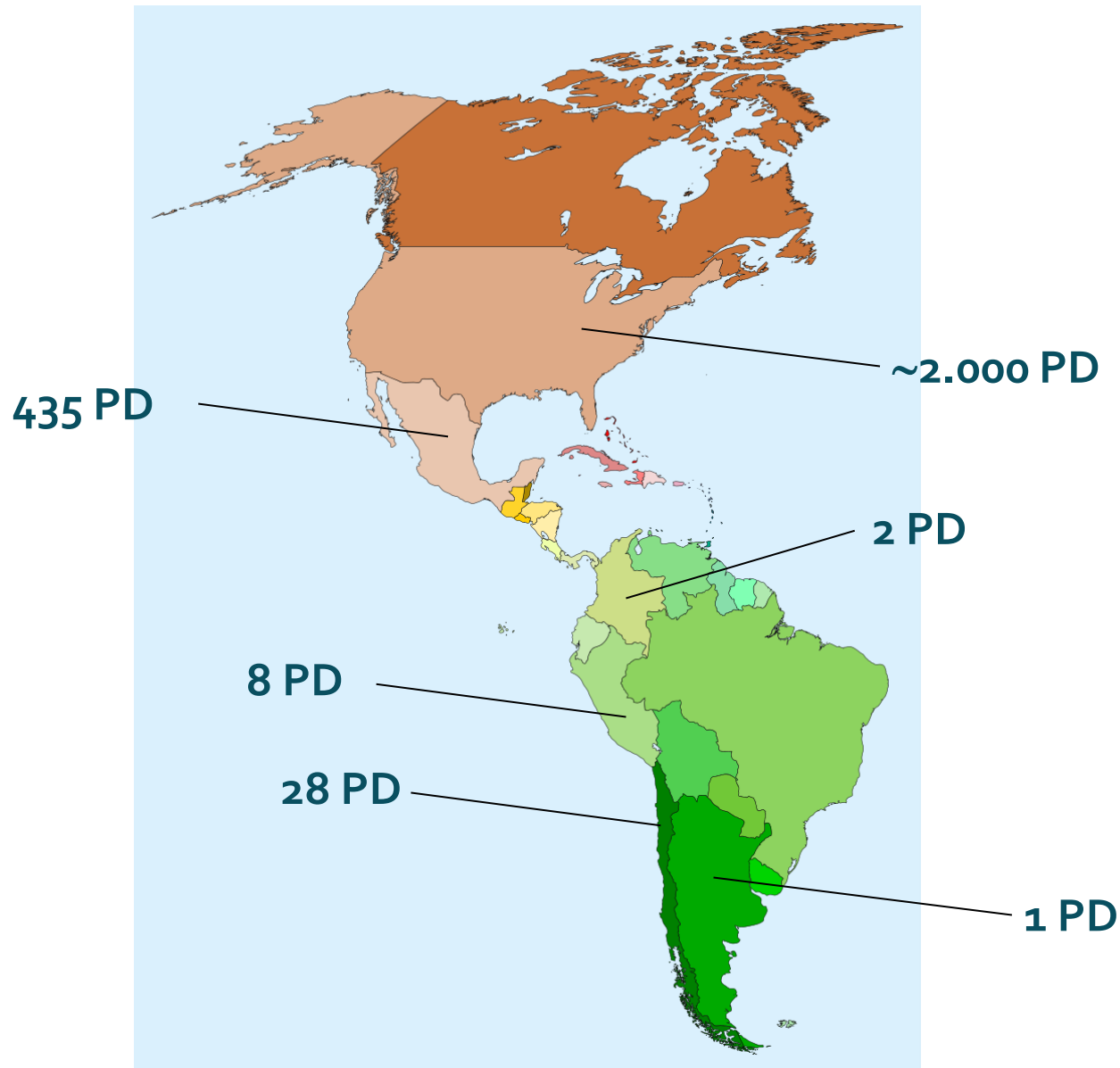
Desalinización en el Mundo

- **20.000 plantas desaladoras** operaban en el mundo a 2021 con capacidad para producir **100 MM de m³/día.**
- **9.000** de estas plantas corresponden a desaladoras de agua de mar.

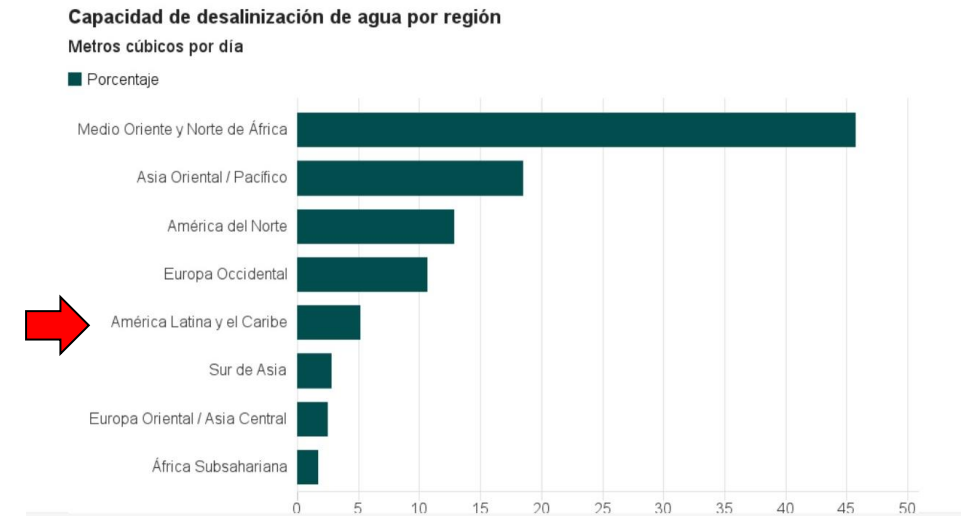
Fuente: researchgate.net



Desalinización en América

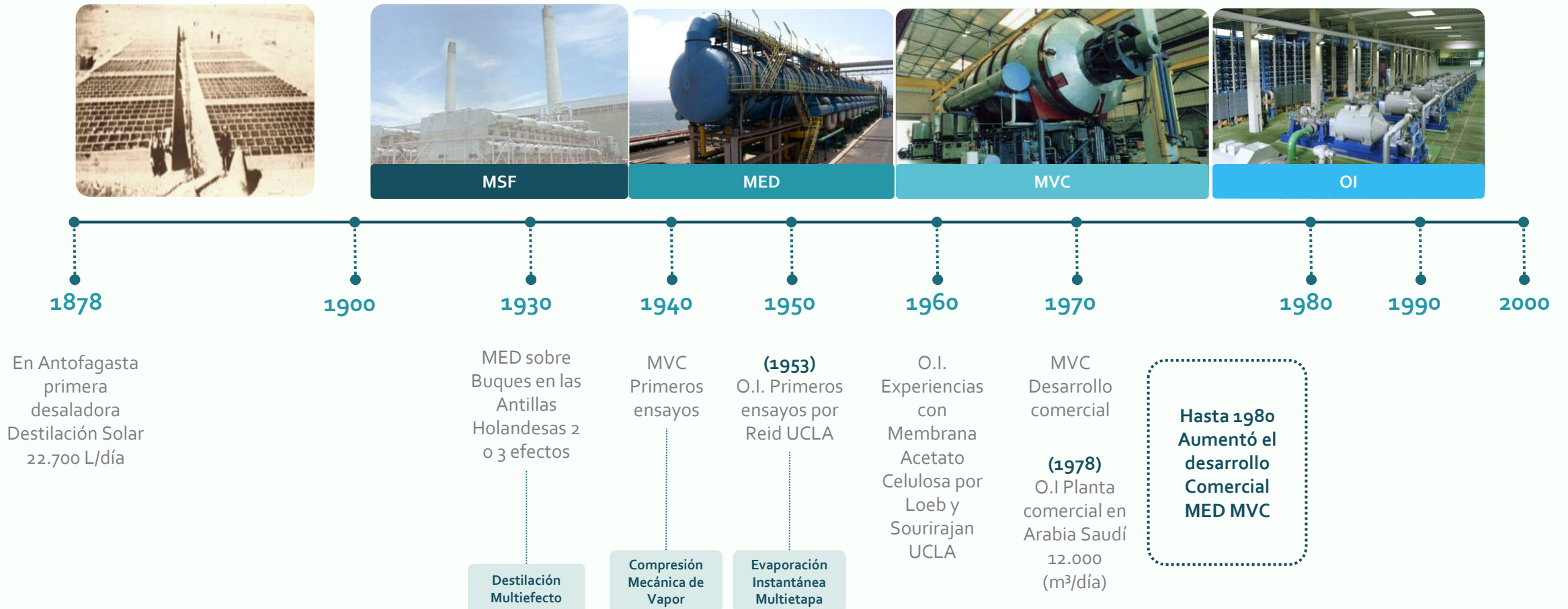


- > 20.000 Plantas Desaladoras en el mundo.
- 300 millones de personas depende de estas plantas para fines municipales, industriales o agrícolas.



Evolución de la Desalación

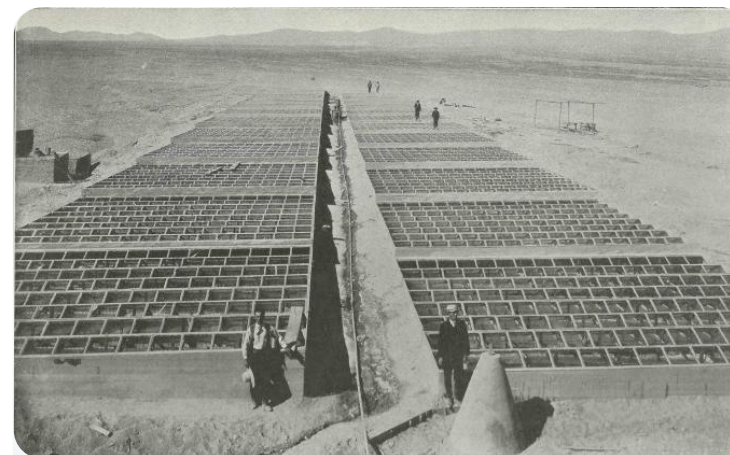
No hay una sola desalación de agua de mar



Desalación en Chile: desde 1872



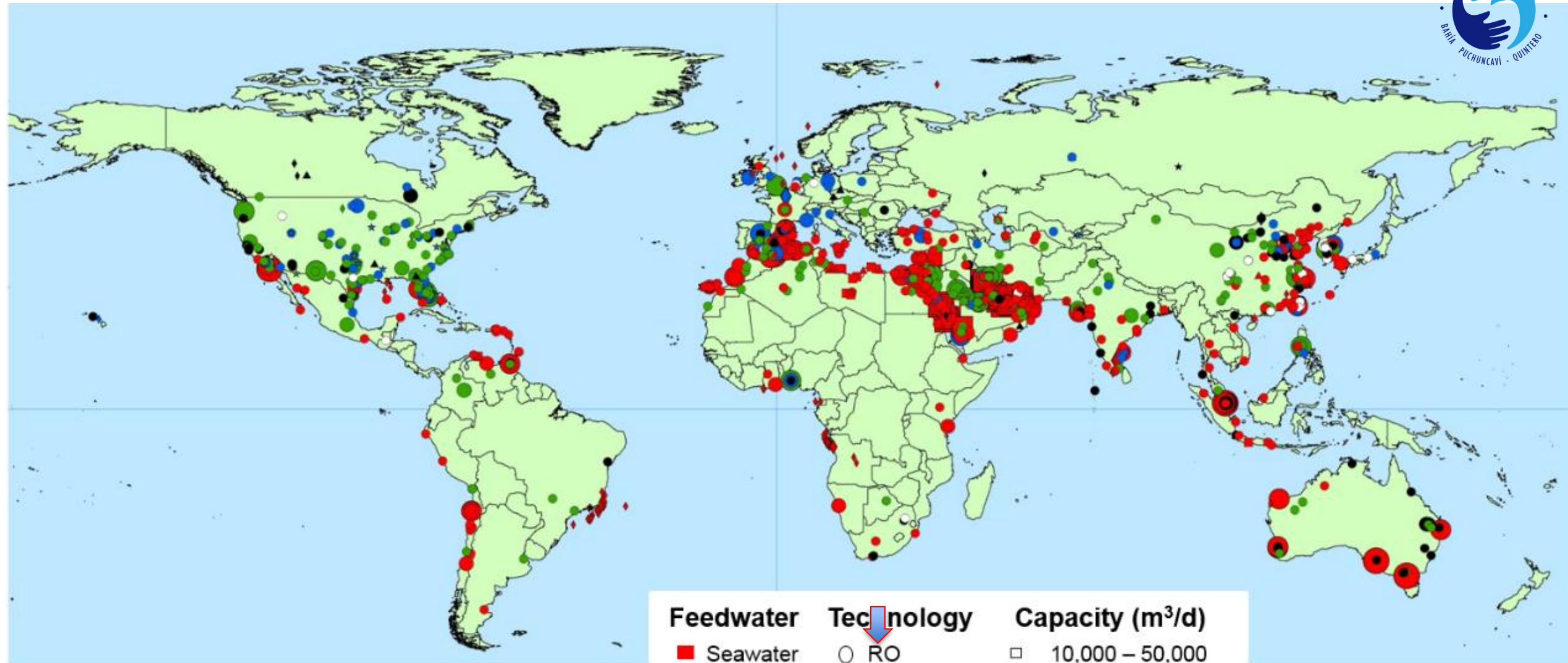
Entre 1872 y 1907 se construyeron **3 plantas desaladoras** en la Región de Antofagasta, Las Salinas, Domeyko y Sierra Gorda. Fabricadas por ingenieros británicos, era capaz de producir cinco mil galones de agua desalada por día.



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

- Seawater
- Brackish
- River
- Waste
- Other

Tecnología

- RO
- MED
- MSF
- ED
- Other

Capacity (m³/d)

- 10,000 – 50,000
- 50,000 – 100,000
- 100,000 – 250,000
- >250,000

Desalación en Chile

Catastro ACADES

Plantas Desaladoras de
Agua de Mar en Chile

CANTIDAD DE PLANTAS
con capacidad mayor a 20 L/s

24 distribuidas 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

Cliente:
Autoconsumo

Producto:
Agua industrial

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

 Inicio de operación: **2008**



TIPO DE TECNOLOGÍA:

Compresión Mecánica de Vapor (CMV)

Unidad 4 Ventanas

Propietarios:
EE Campiche / AES Chile

Cliente:
Autoconsumo

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

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

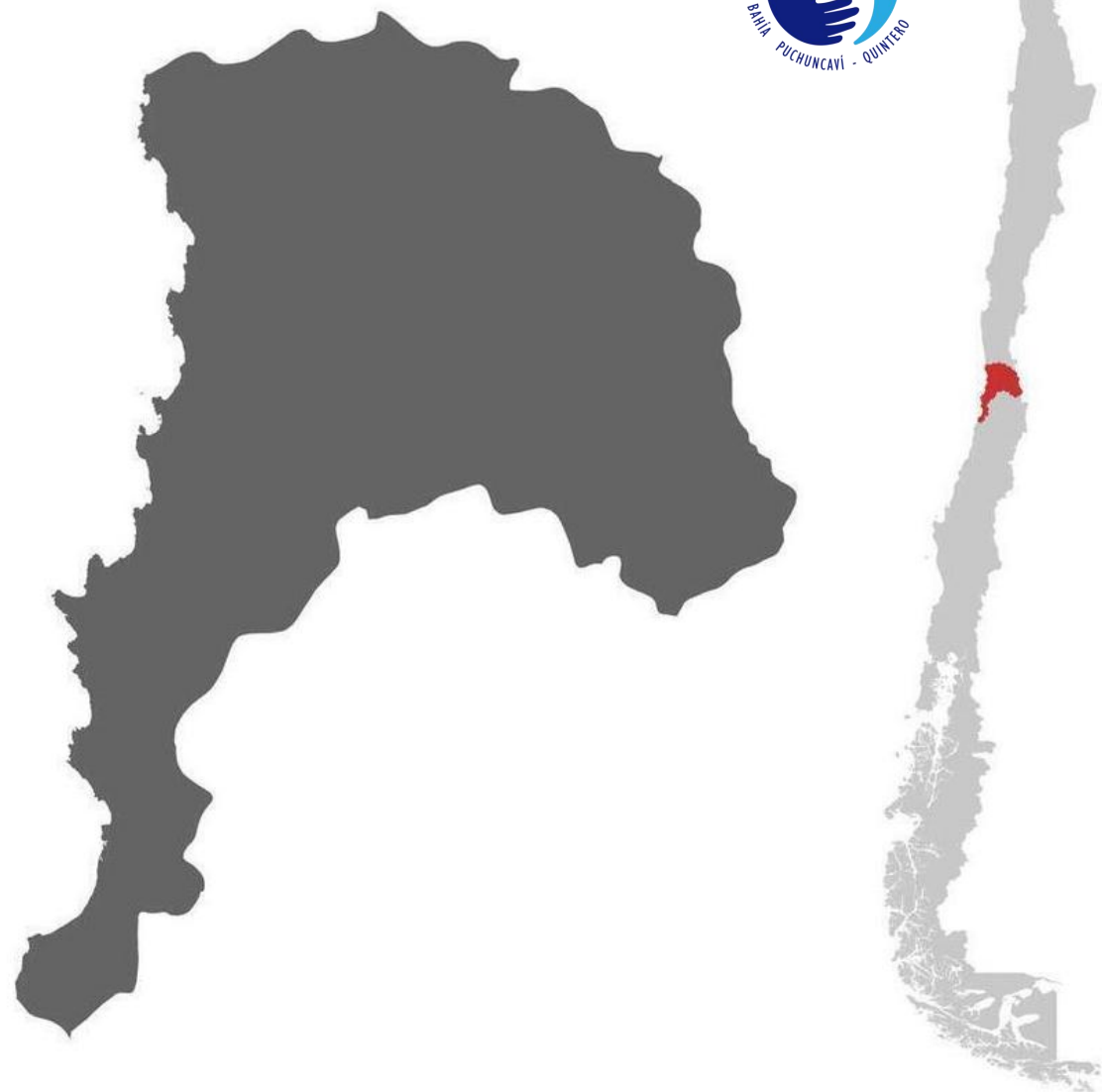
 Inicio de operación: **2008**



TIPO DE TECNOLOGÍA:

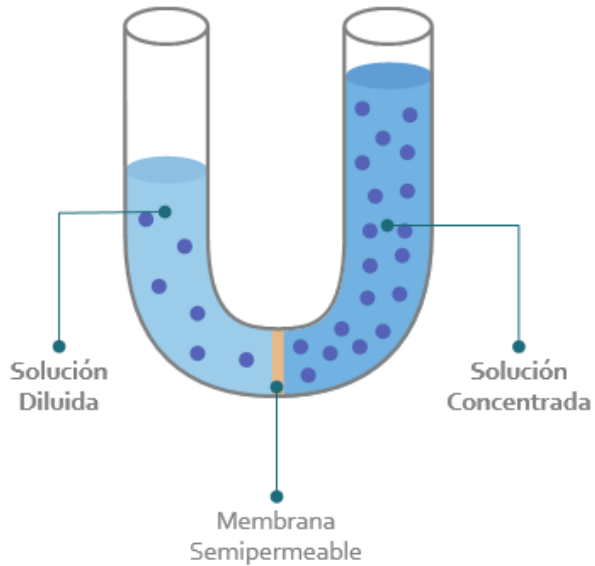
Compresión Térmica a Vapor (CTV)

Capacidad de almacenamiento:
1.800 m³

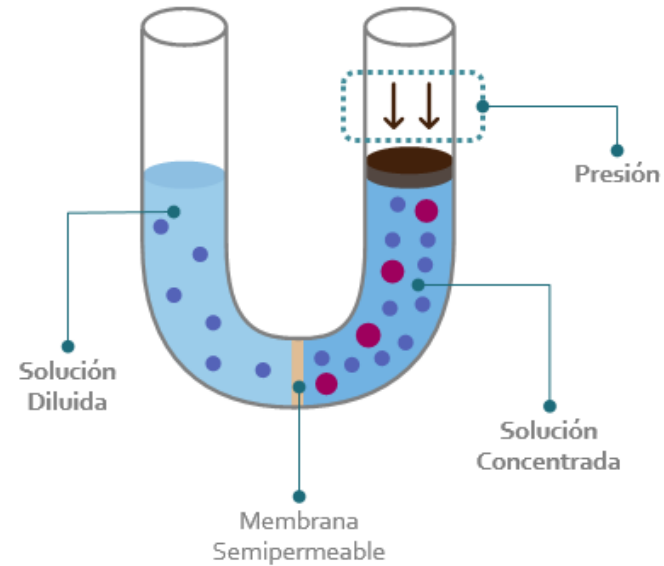


Desalación por Ósmosis Inversa

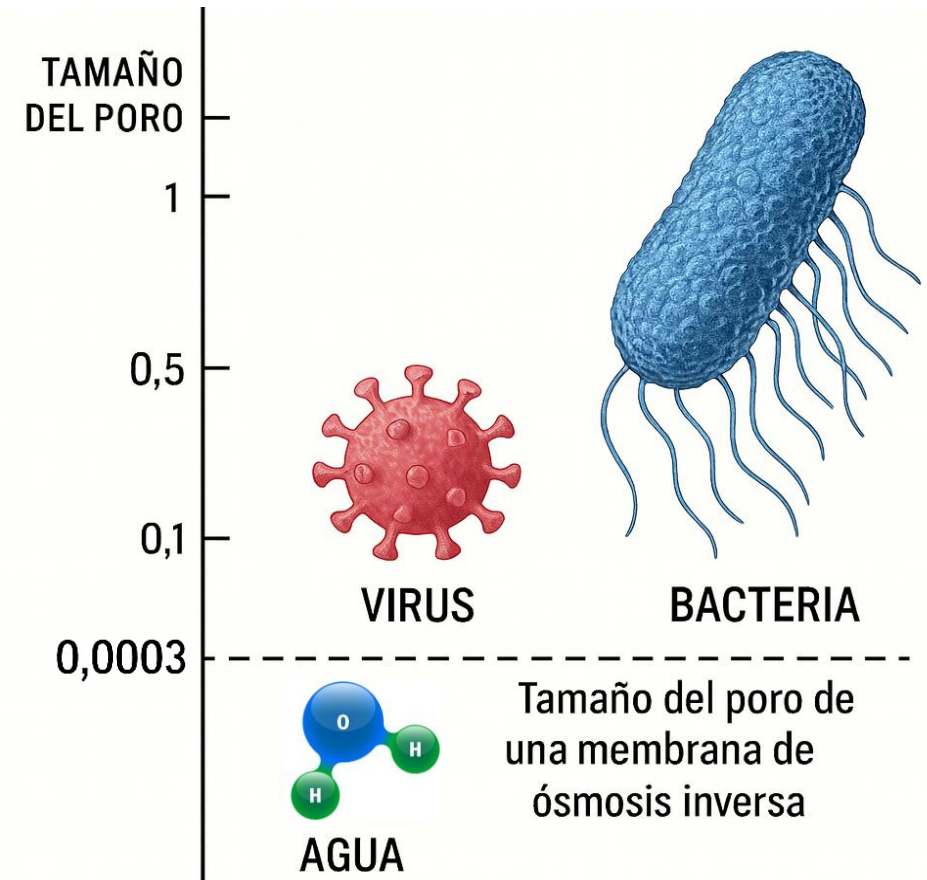
Proceso de Ósmosis Directa



Proceso de Ósmosis Inversa



Desalación por Osmosis Inversa y Microorganismos



Desalación por Osmosis Inversa



La primera planta desalinizadora multipropósito de la zona central de Chile

ALGUNOS DATOS SOBRE DESALINIZACIÓN:

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?



Osmosis inversa

Proceso que permite desalinizar el agua

Agua impulsada a alta presión

Agua salada

Membrana

Agua sin sal



Dubai en Jebel Ali



Proyecto Aconcagua de Aguas Pacífico



Planta Multipropósito

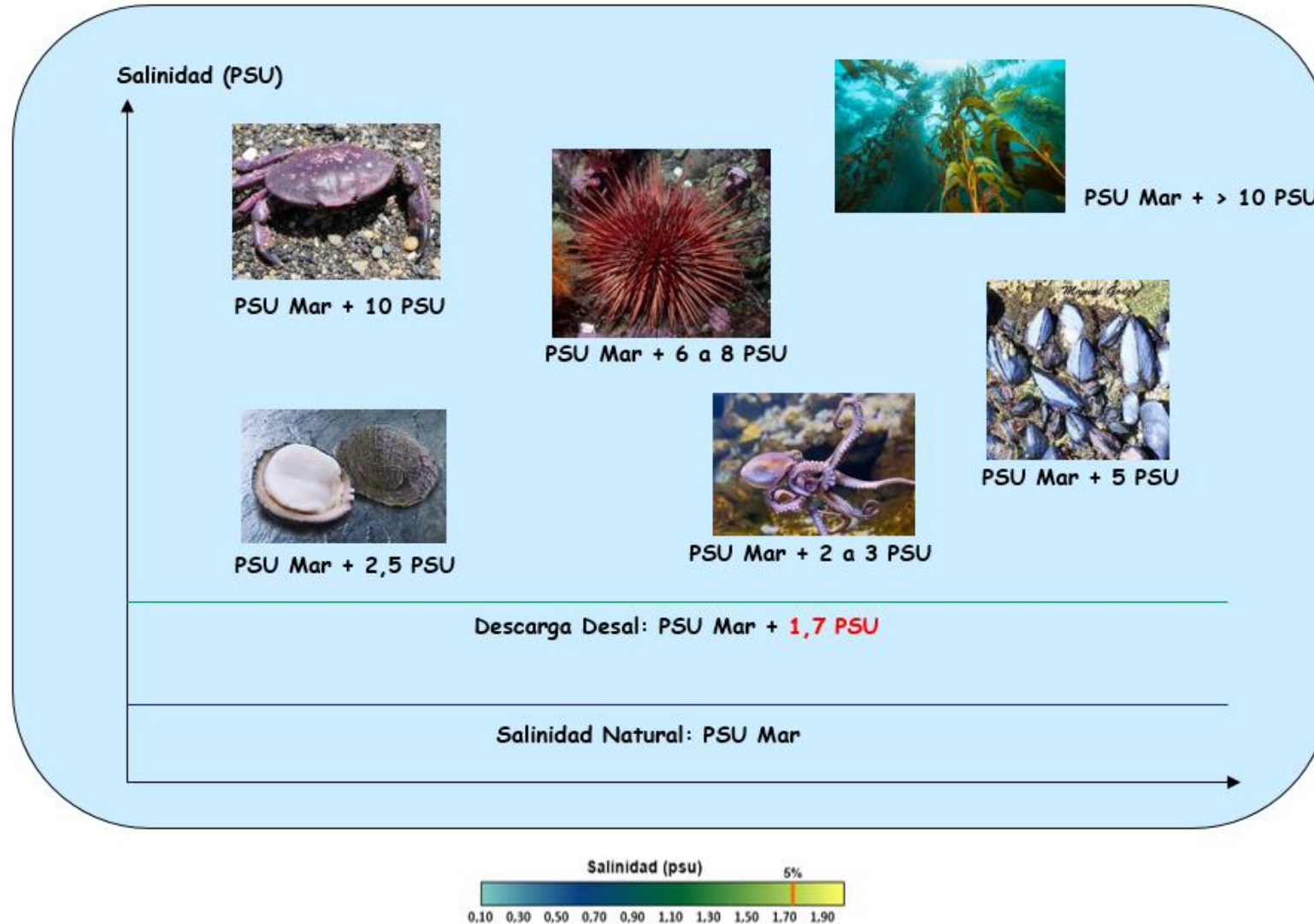


Parámetros Críticos: Agua de Mar y PD

Salmuera: 2x

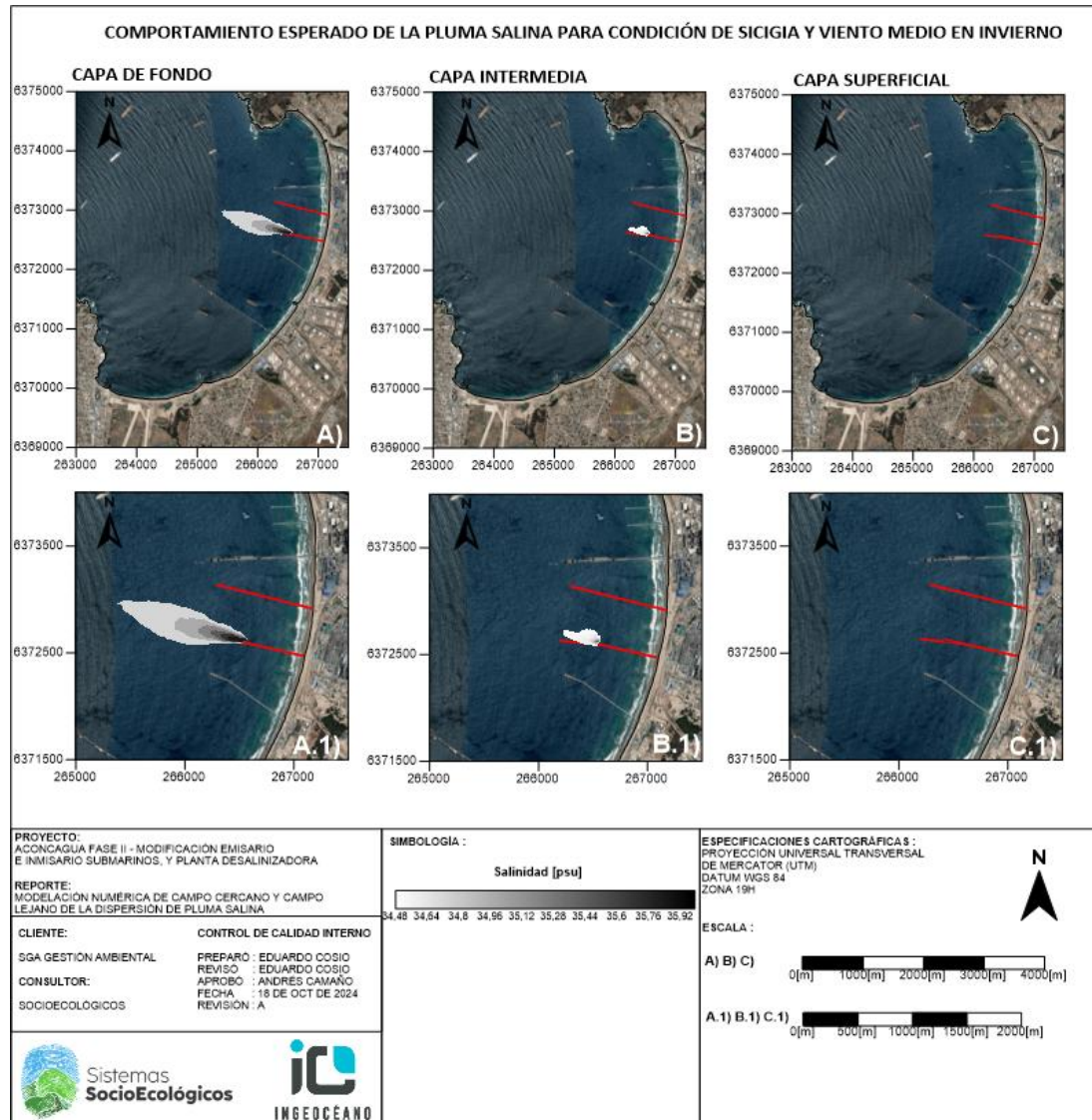


Parámetros Críticos: Agua de Mar y PD

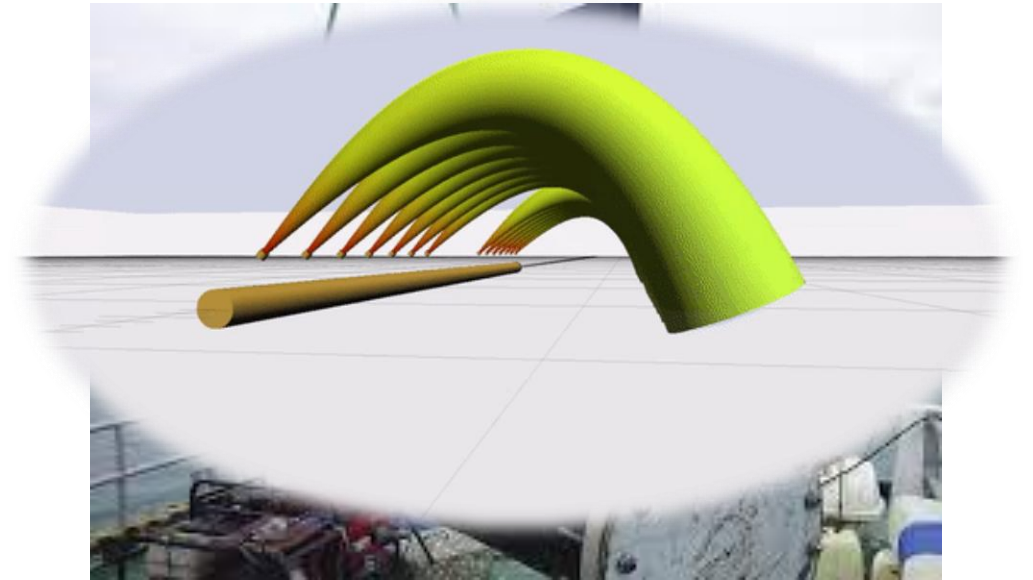


Arica: 35,7 psu – Quintero: 34,9 psu – Aysén: 32,0 psu

Compatibilidad Hidrodinámica - Modelamientos

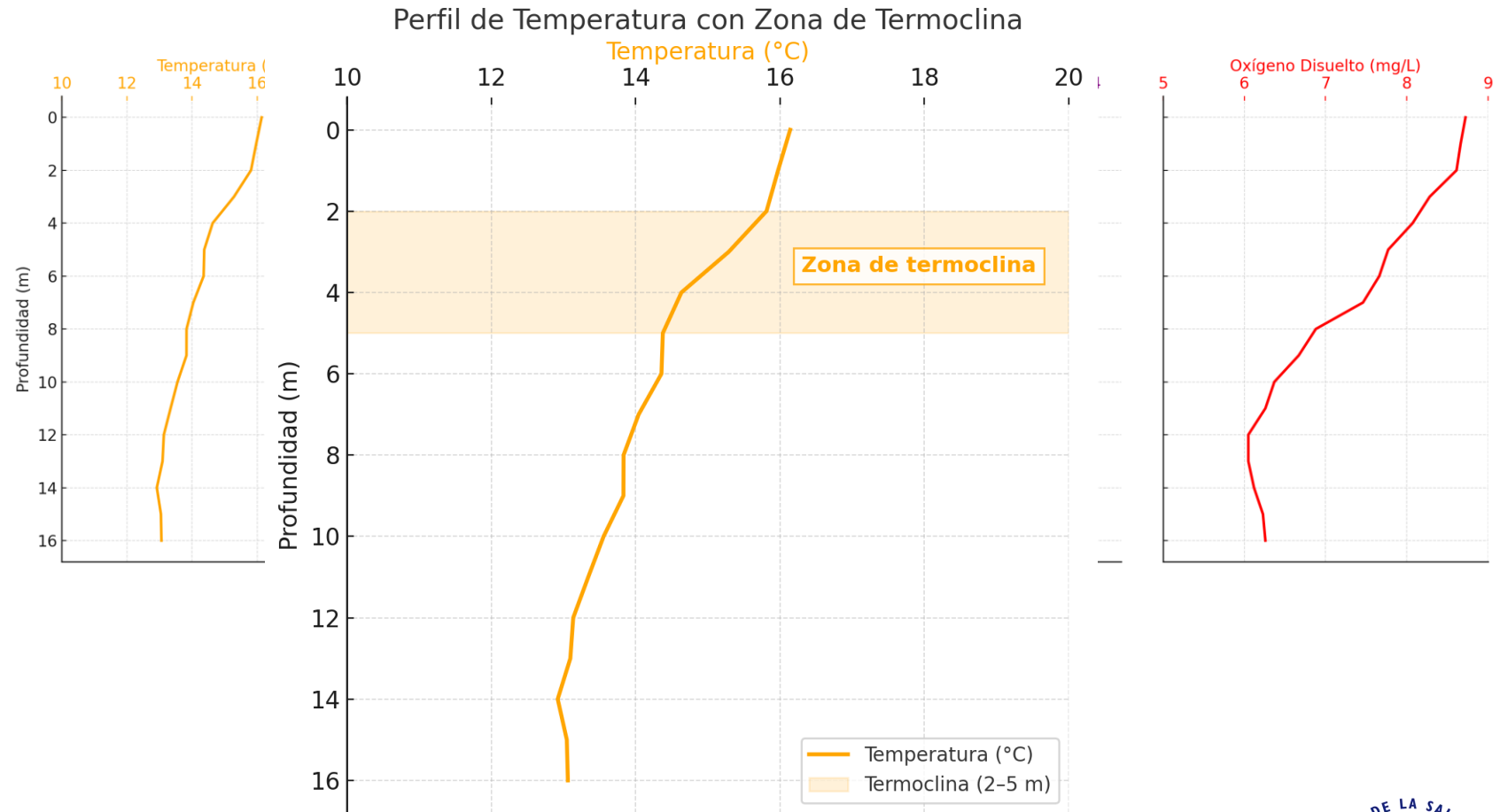


Fuente: Ingeoceano (2024)



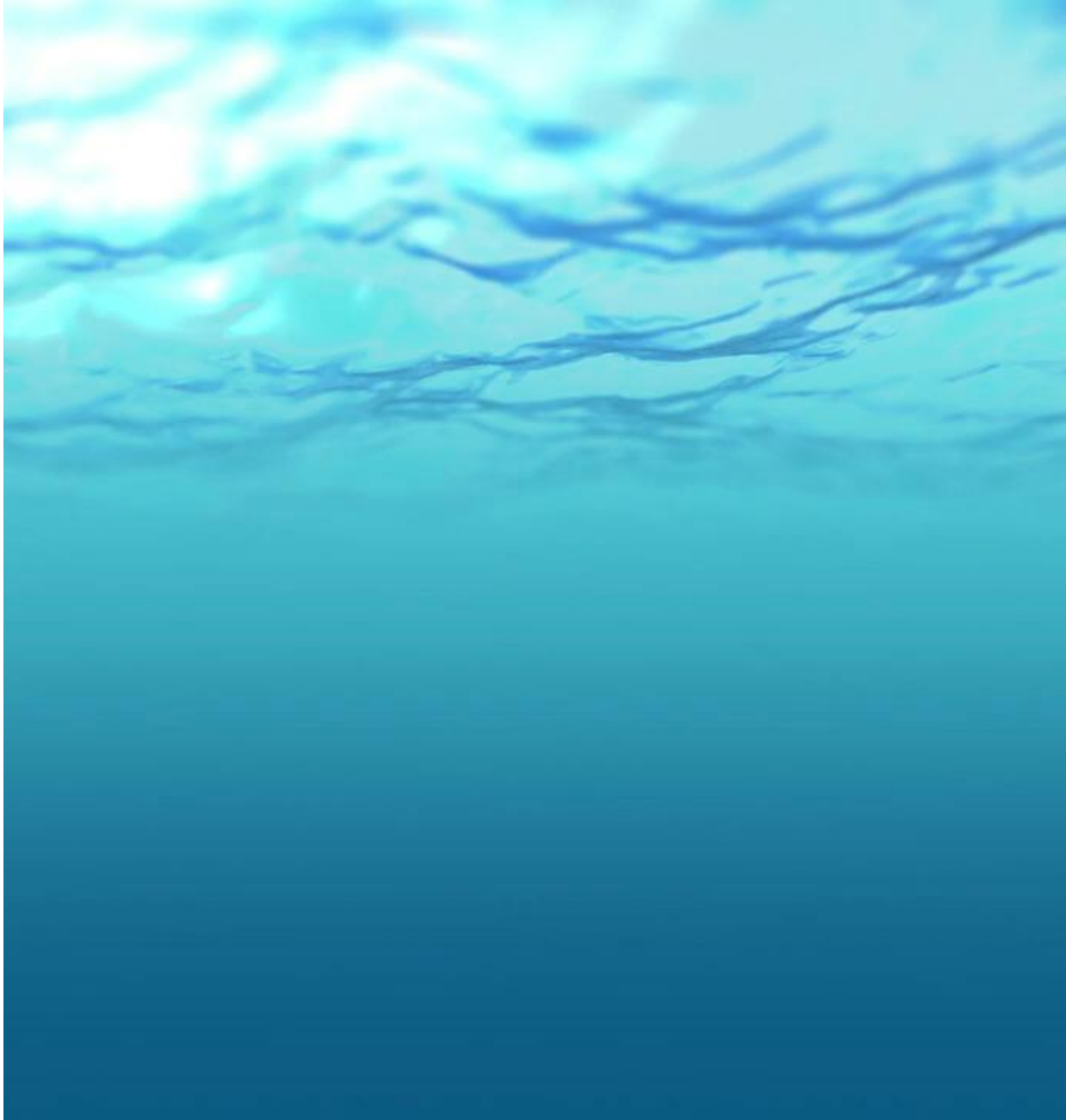
Parámetros Físicos y Químicos del Agua

Prof. m	Temp. °C	Sal. PSU	Conduc. µS/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	14.09	34.93	52934	8.6	8
4	14.34	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	7.9	3
9	13.37	34.94	53014	7.9	8
10	13.55	34.95	53047	7.4	7
11	13.42	34.95	53064	7.3	6
12	13.61	34.95	53067	7.2	2
13	13.94	34.95	53082	7.0	5
14	12.19	34.96	53102	7.9	2
15	13.05	34.96	53095	7.1	3
16	11.06	34.96	53089	7.2	6



03

Monitorio



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

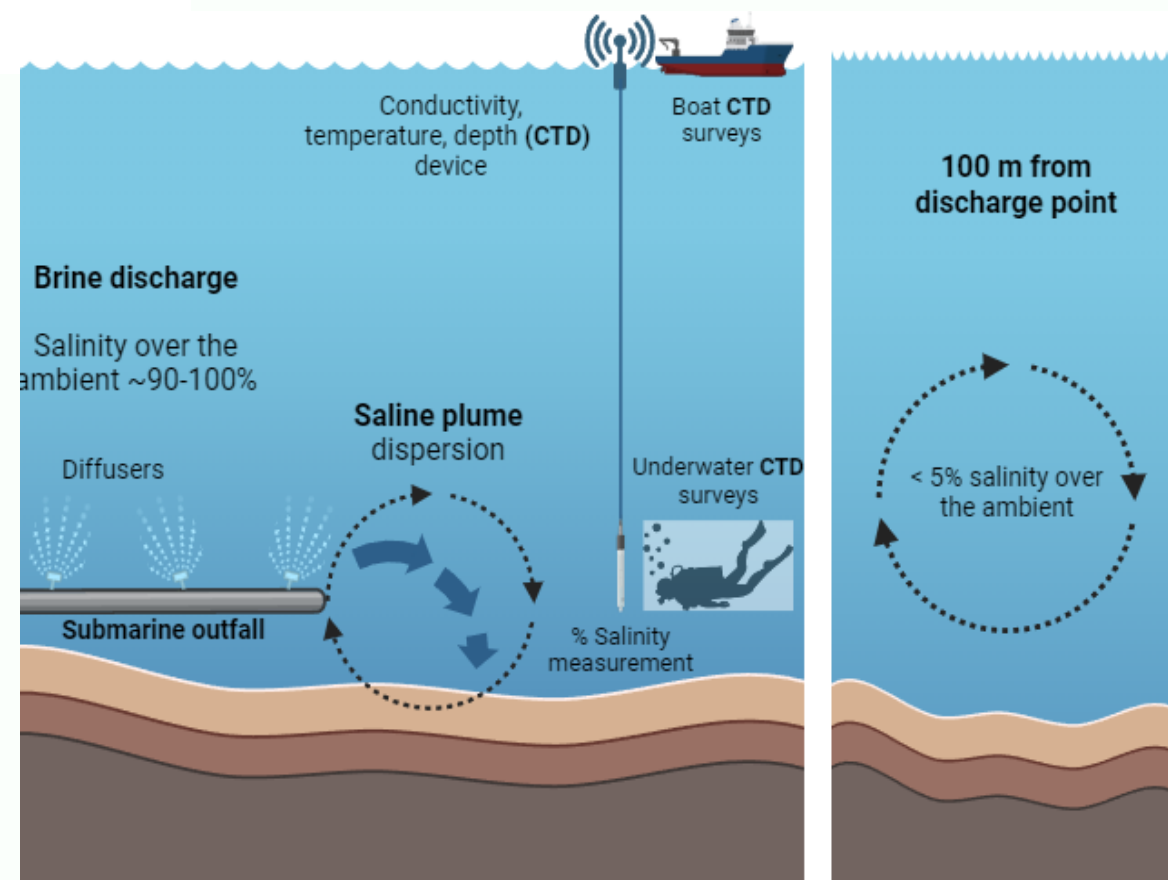
Metodología y estudio del vertido de la planta
desalinizadora de Aguas Pacífico



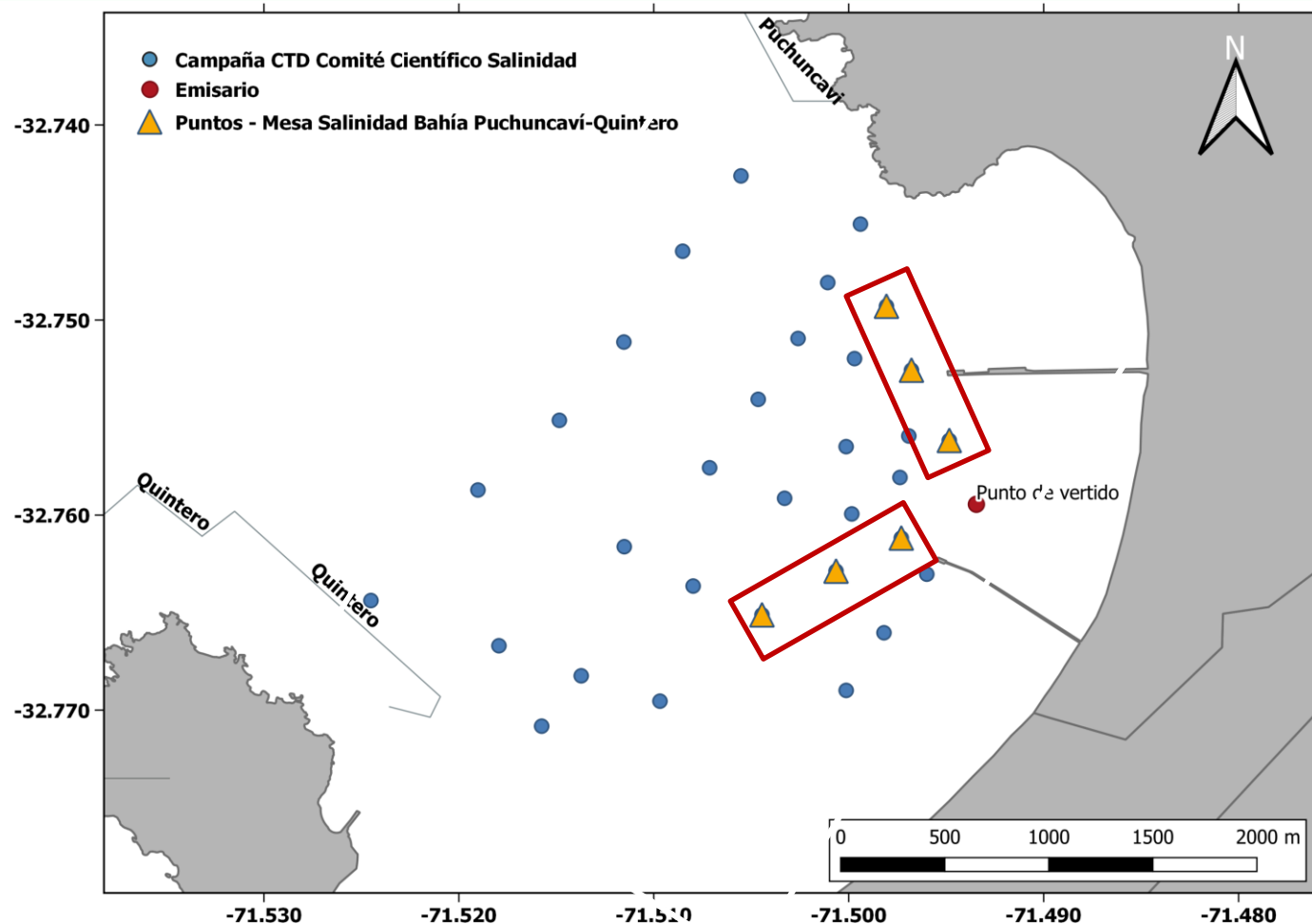
Assessment of brine discharges dispersion for sustainable management of SWRO plants on the South American Pacific coast

Iván Sola ^{a,b,*}, Adoración Carratalá ^c, Jeniffer Pereira-Rojas ^{b,d}, María José Díaz ^{b,e},
Fernanda Rodríguez-Rojas ^{b,e}, José Luis Sánchez-Lizaso ^{a,f}, Claudio A. Sáez ^{a,b}

- 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**

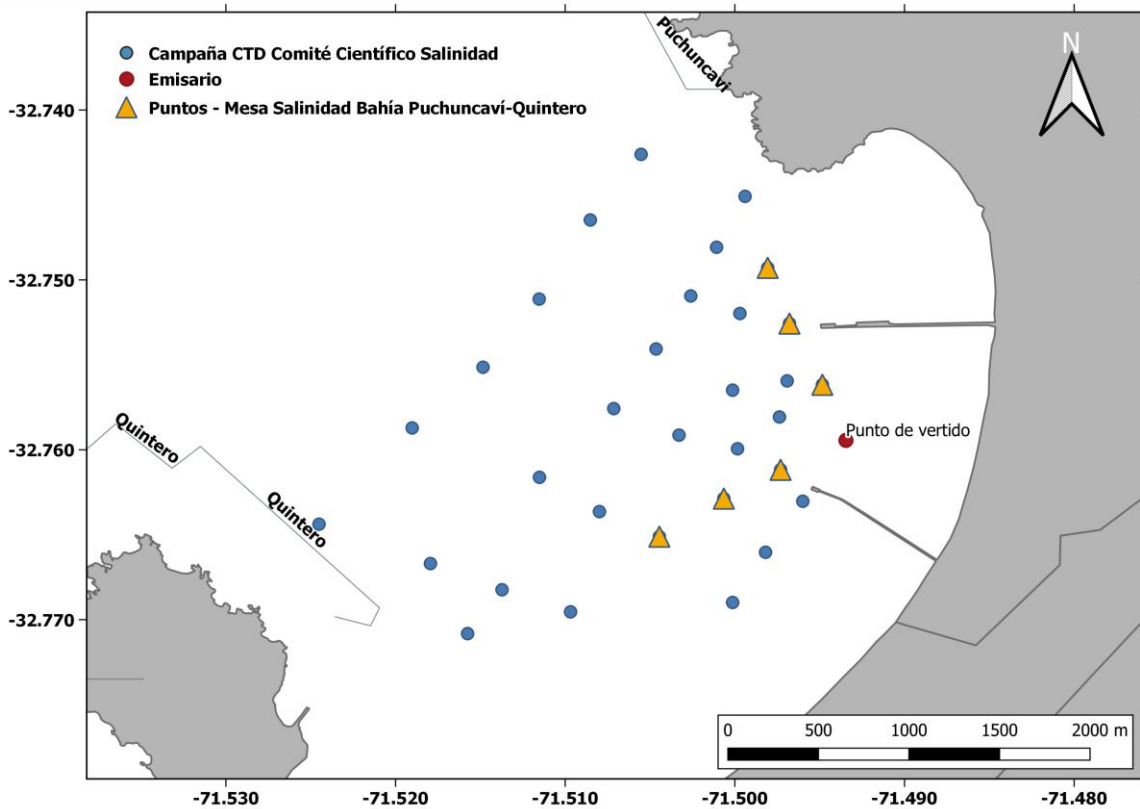


Campaña monitoreo salinidad – Proyecto Aguas Pacífico



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

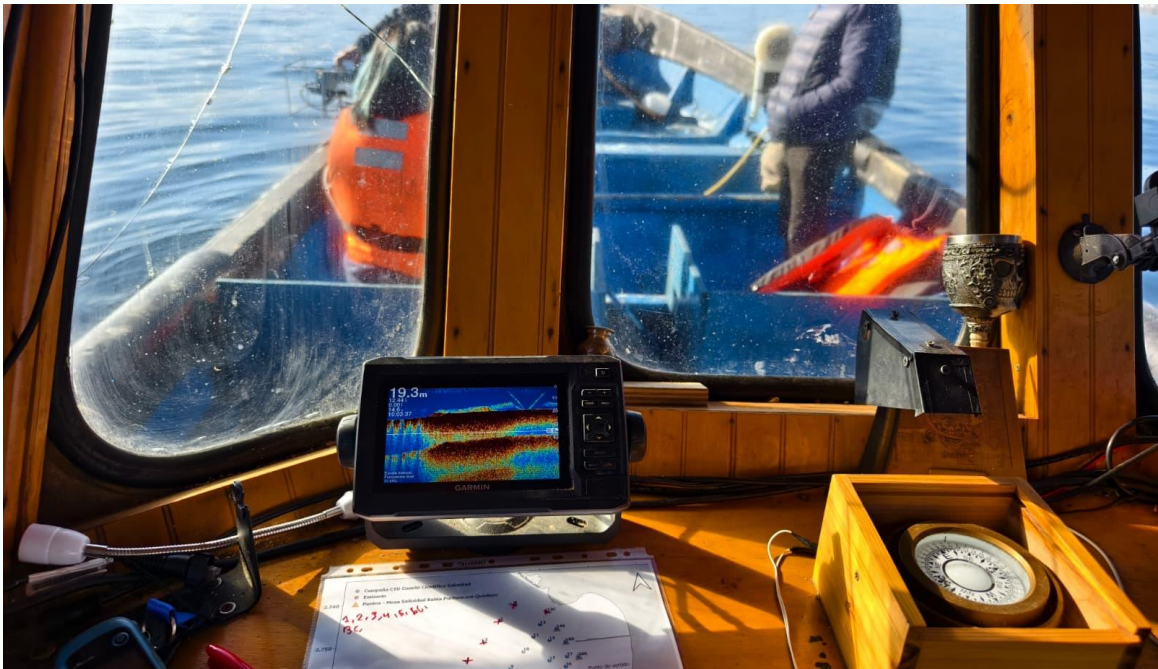


- **Validación** valores de salinidad $< 5\%$ incremento
- **Perfiles** salinidad columna de agua

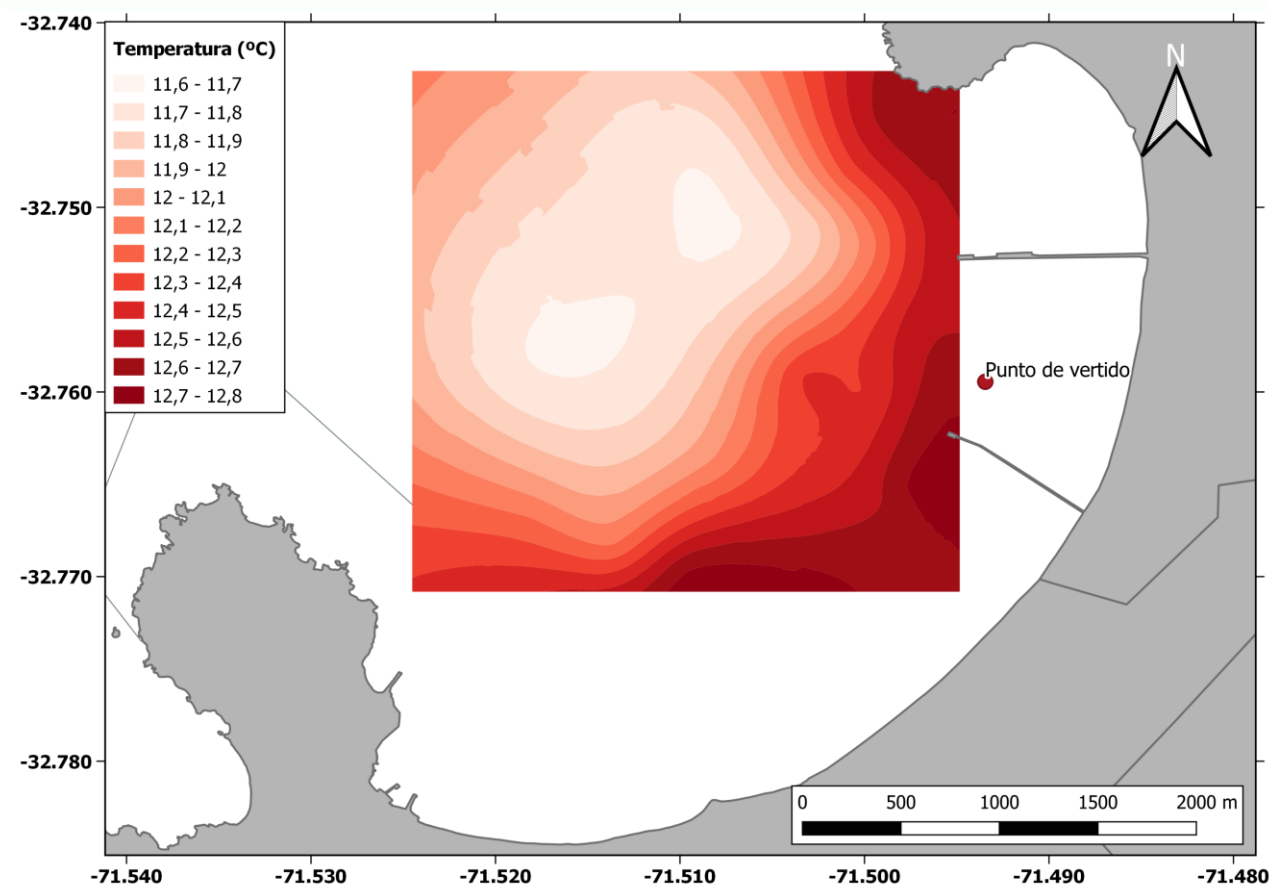
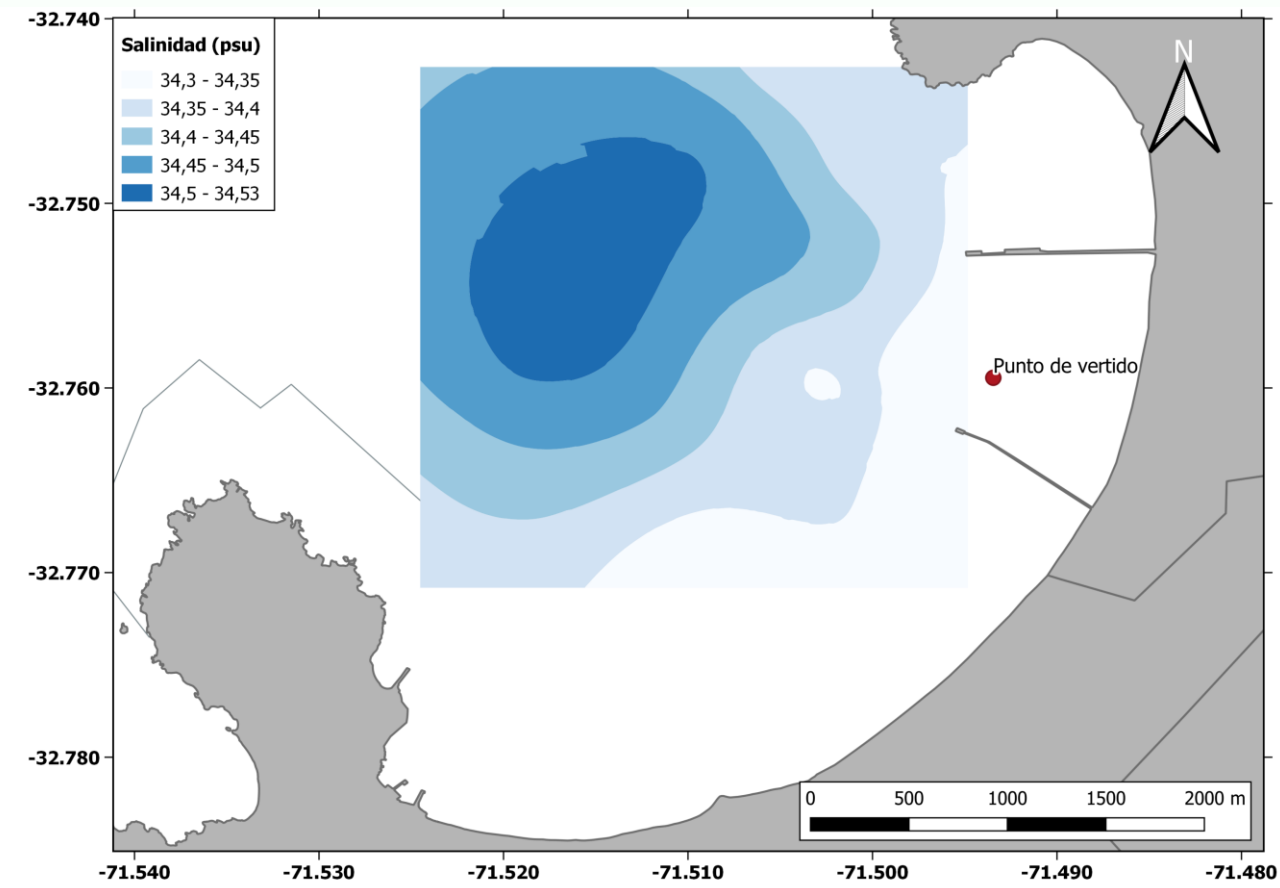


- **Medición** y modelación salinidad



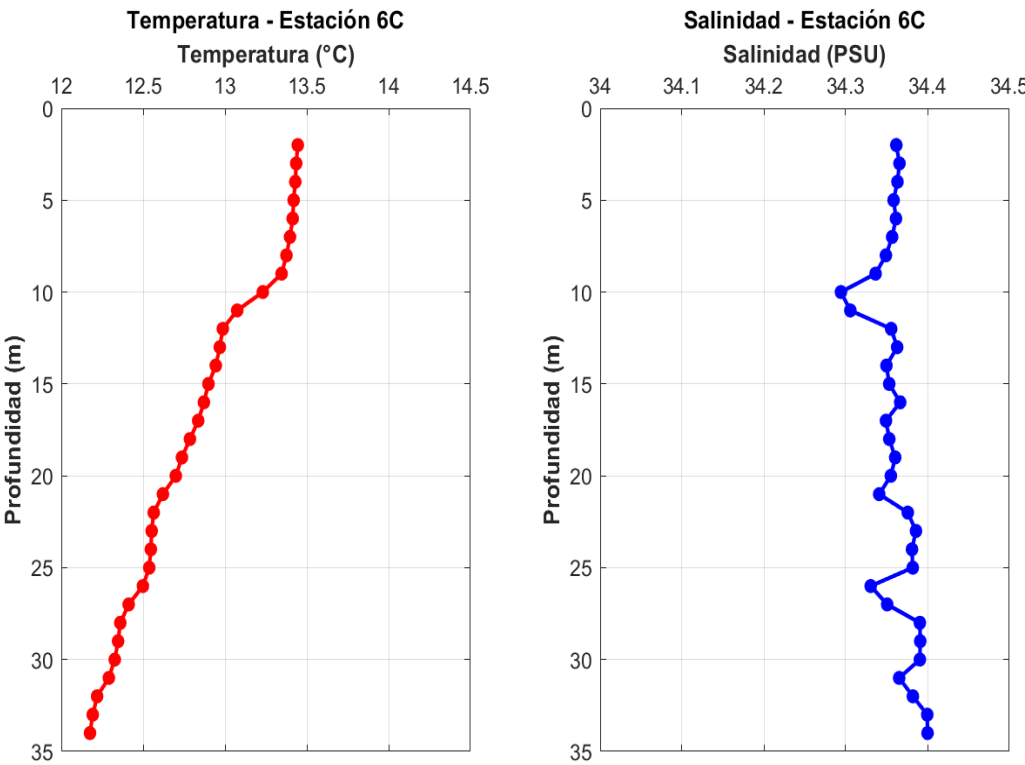


Campaña de invierno de salinidad y temperatura en la Bahía de Quintero-Puchuncaví

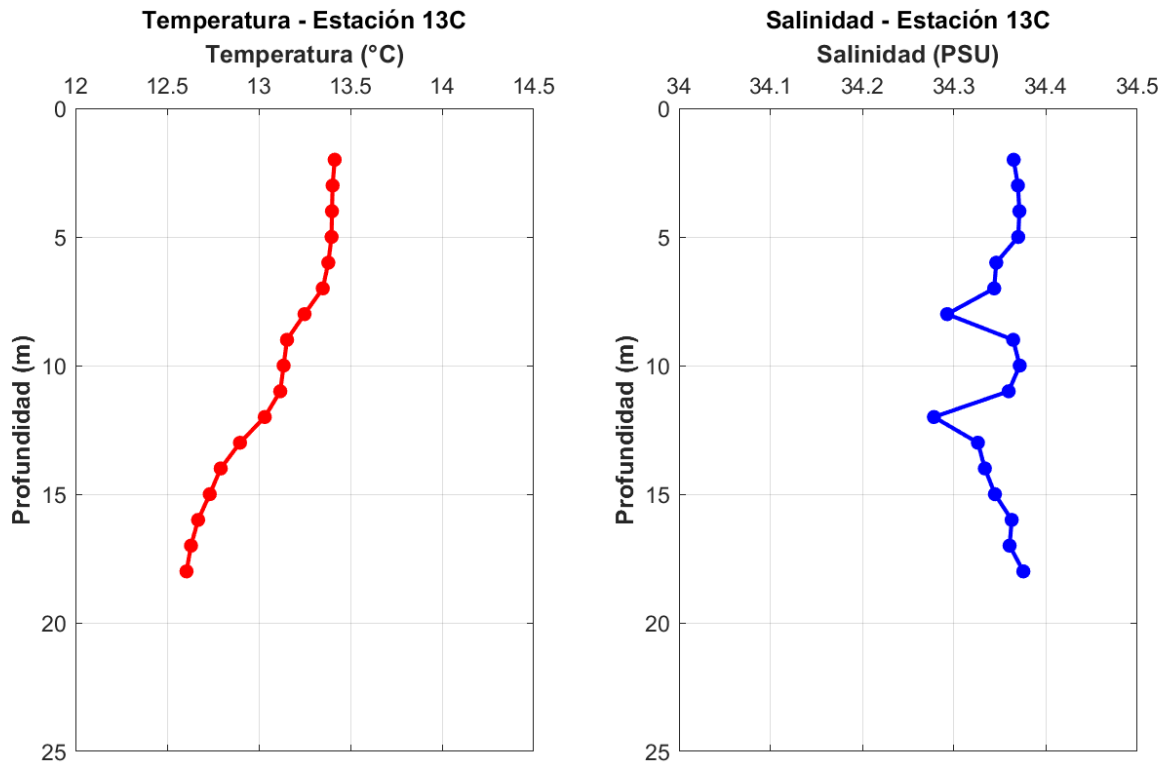


Perfiles de salinidad y temperatura en la columna de agua

Perfiles Verticales - Estación 6C



Perfiles Verticales - Estación 13C



**¡Muchas gracias por su
atención!**