

Reúso y Desalinización

Una opción estratégica para el futuro del agua en Chile

Noviembre, 2022



- **ACADES**
- **La crisis hídrica y el consumo de agua**
- **Nuevas fuentes de agua fresca**
- **Desalinización en Chile y el mundo**
- **Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras**
- **ACADES y su rol en el futuro de la desalinización**

1.

Acades

- **Acades** nació en agosto de 2021 por iniciativa de un puñado de entidades dispuestas a instalar un mensaje clave para paliar los efectos del cambio climático en Chile, **impulsando la desalinización y el reúso de agua** como una alternativa posible y sustentable ante la escasez hídrica que enfrenta Chile.
- En solo un año, hemos tenido un **crecimiento significativo**, sumando cerca de 50 socios.
- Somos un **gremio intersectorial**, con potencial de incluir y conectar a entidades de sectores diversos.
- Promovemos un **objetivo común: Queremos que todos en Chile tengan agua**
- Estamos comprometidos con un **desafío ineludible** a nivel país.
- Tenemos las puertas abiertas para colaborar y llegar a implementar las mejores soluciones en conjunto con el Estado central, regional y Municipal, la sociedad civil, la academia y las comunidades territoriales.

Quiénes somos ACADES

Usuarios Finales

Desarrolladores

Internacionales

Ingeniería

Tecnología

Legales



Parte importante de los socios de ACADES cuentan con amplia experiencia internacional en el desarrollo y operación de proyectos de desalinización

2.

La crisis hídrica y el consumo del agua

Agua

La sequía se convertirá en la próxima pandemia

El Informe Especial sobre la Sequía 2021 publicado por la ONU alerta del grave impacto que tendrán las cada vez más crecientes sequías, que agravarán las desigualdades sociales y económicas y que requieren de una gobernanza proactiva y más alianzas



UN
2023 WATER
CONFERENCE

NEW YORK
22-24
MARCH
2023

Antecedentes sequía en Chile

La zona central de Chile vive una **MEGASEQUÍA**

Según la Dirección Meteorológica de Chile, el último invierno lluvioso registrado data de **2006**, y desde 2012 a la actualidad, la mayor parte del territorio ha presentado escasez pluvial.

2022 está en el top 10 de años más secos registrados en los últimos 70 años en Santiago

Pronóstico Estacional para OND 2022



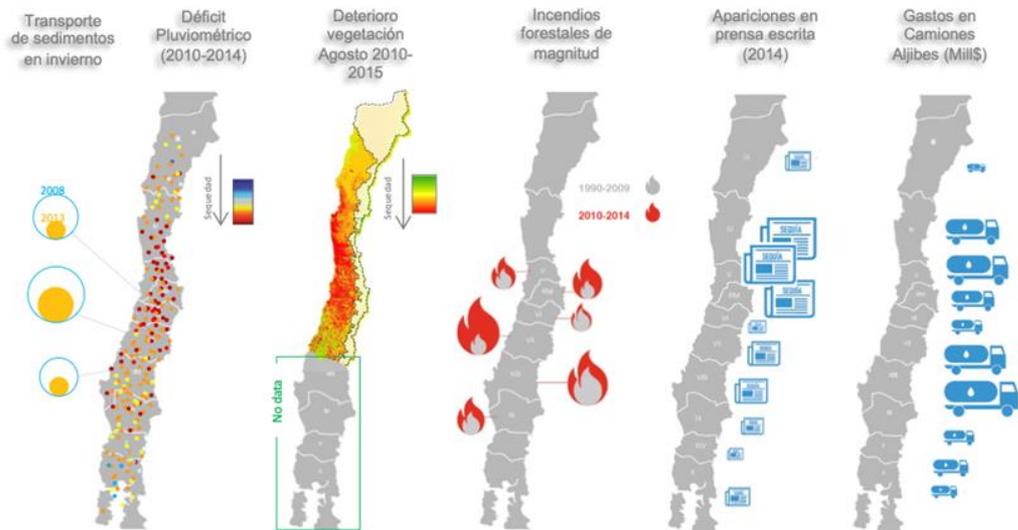
Proyecciones de la crisis hídrica

- Durante los **últimos 10 años**, la zona central ha mostrado carencias sostenidas en las precipitaciones, registrándose en 2019, un **déficit de 76%** de lo que se considera un año normal.
- El Balance Hídrico Nacional de la DGA proyecta que para el periodo 2030-2060, la disponibilidad del agua en el norte y centro de Chile podría disminuir **más de un 50%**.
- Si esta situación se mantiene, para 2040 se proyecta que Chile será uno de los 30 países con mayor estrés hídrico del mundo.
- En la zona central, ni con un año normal de precipitaciones, se revertirían los últimos 12 años de **megasequía**.



Algunos impactos de la sequía en Chile

- Deterioro de la vegetación
- Incendios forestales de magnitud
- Gastos en camiones aljibes

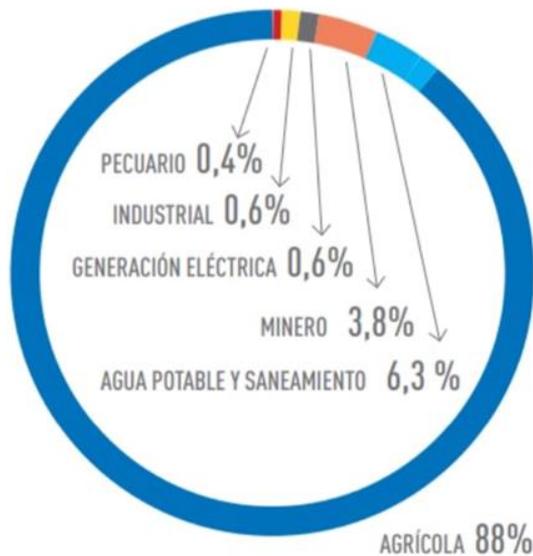


Consumo de agua en Chile por usuario

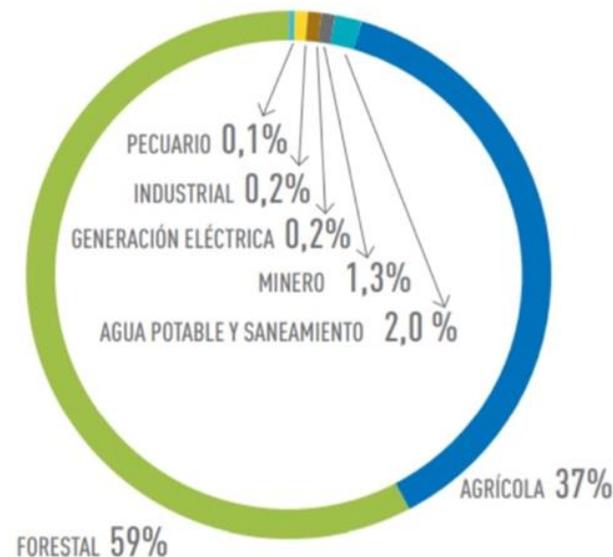
El agua dulce proviene de 3 fuentes principales:

- aguas superficiales
- aguas subterráneas
- precipitaciones de lluvia y nieve

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA (HH AZUL)



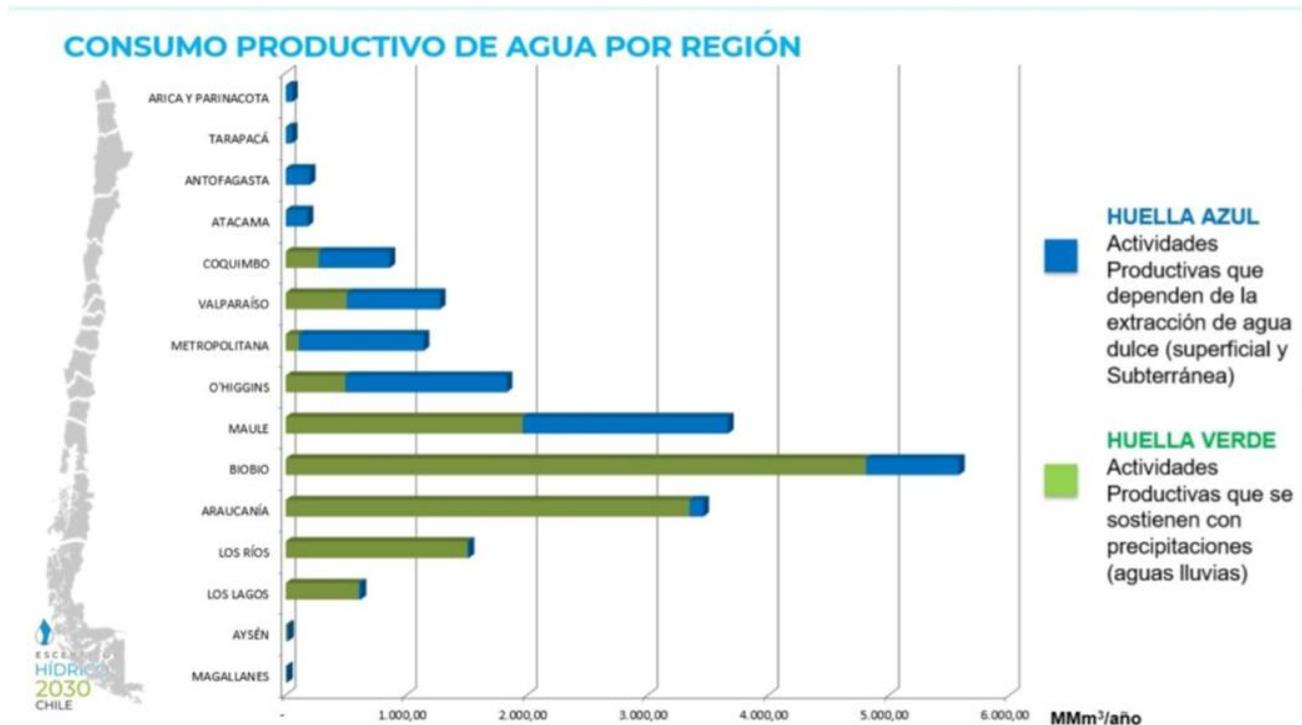
DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO TOTAL DE AGUA A NIVEL NACIONAL (HH AZUL + HH VERDE)



Fuente: Elaboración propia. Escenarios Hídricos 2030, basado en Jaramillo y Acevedo, 2017.

Fuente: Fundación Chile – Mayo, 2022

Consumo de agua en Chile por uso y región



Fuente: Fundación Chile - Mayo, 2022

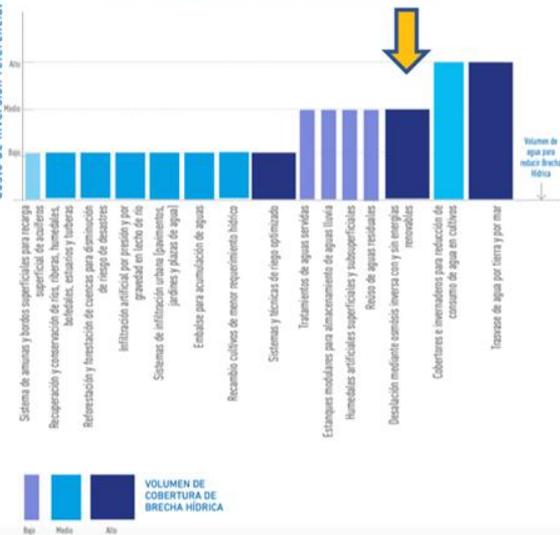
3.

Nuevas Fuentes de agua fresca

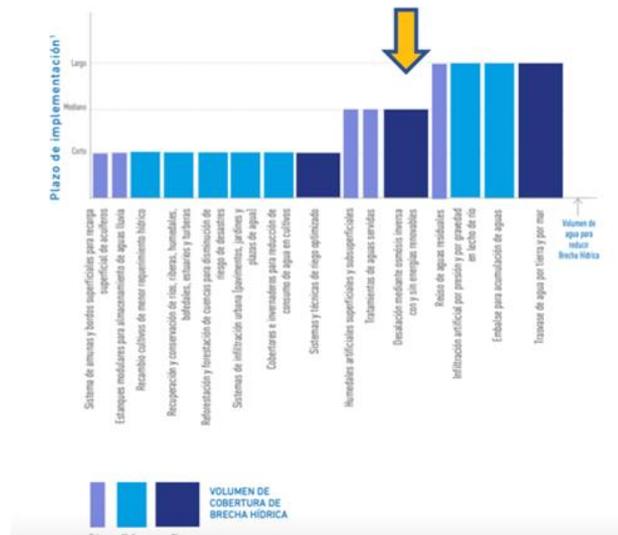


Ejes de la transición hídrica

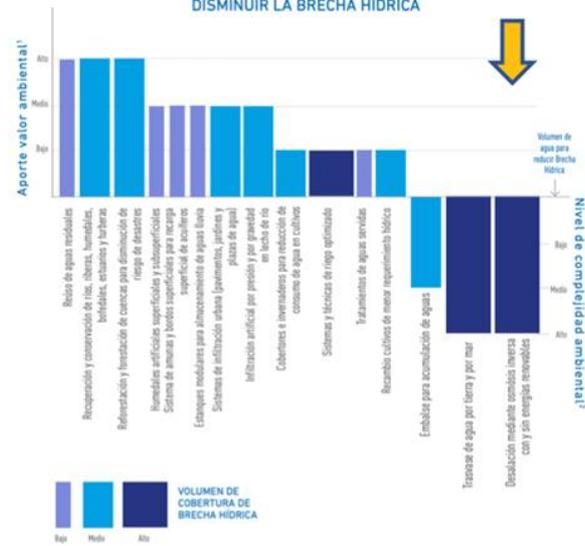
ANÁLISIS DE COSTOS DE INVERSIÓN REFERENCIAL¹ DE ALGUNAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES QUE APORTAN A DISMINUIR LA BRECHA HÍDRICA



ANÁLISIS REGULATORIO E INSTITUCIONAL DE ALGUNAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES QUE APORTAN A DISMINUIR LA BRECHA HÍDRICA



ANÁLISIS AMBIENTAL DE ALGUNAS MEDIDAS, ACCIONES Y SOLUCIONES QUE APORTAN A DISMINUIR LA BRECHA HÍDRICA



Fuente: Fundación Chile

Ejes de la transición hídrica



Nuevas fuentes de agua fresca



Planta Desaladora Norte – Aguas Antofagasta



La Farfana – Aguas Andinas

Reúso de aguas servidas tratadas

Volumen de aguas servidas tratadas el año 2018 (Millones de m³) distribuido por región y cuerpo receptor.

Región	N° de Sistemas de Tratamiento	Volumen Total (Millones de m ³)	Destino Aguas Servidas Tratadas (Millones de m ³)		
			Cuerpo Fluvial o Lacustre	Mar	Riego o Terceros
Arica Y Parinacota	1	12,7	0,0	12,7	0,0
Tarapacá	7	23,5	0,0	19,1	4,5
Antofagasta	9	42,9	9,6	29,8	3,5
Atacama	9	18,0	15,6	1,0	1,5
Coquimbo	23	47,7	11,7	35,7	0,2
Valparaíso	33	138,7	35,3	103,4	0,0
Metropolitana	36	566,4	559,1	0,0	7,3
O'Higgins	24	48,7	48,7	0,0	0,0
Maule	31	85,1	85,1	0,0	0,0
Ñuble	17	27,3	27,3	0,0	0,0
Biobío	32	101,3	61,9	39,4	0,0
Araucanía	34	74,4	74,4	0,0	0,0
Los Ríos	11	20,8	20,8	0,0	0,0
Los Lagos	21	54,9	24,6	30,4	0,0
Aysén	8	6,1	5,8	0,3	0,0
Magallanes	3	15,0	0,0	15,0	0,0
TOTAL	299	1.284	980	287	17

Fuente: SISS, 2019.

Reúso de aguas servidas tratadas

En Chile se **trata más del 99% de las aguas servidas** urbanas 41.000 lps.

Más del **75% de las aguas tratadas son devueltas** a ríos o lagos (reúso indirecto), pero más del **20% de las aguas tratadas son vertidas al mar** (más de 9.000 lps).

En algunas regiones el % de agua tratada que se verte al mar por emisarios supera ampliamente el promedio nacional:

- › Arica y Parinacota = 100%
- › Tarapacá = 81%
- › Antofagasta = 71%
- › Coquimbo = 75% (1.100 lps)
- › Valparaíso = 75% (3.200 lps)
- › Magallanes = 100%

Se necesitan nuevas fuentes de agua fresca → la desalinización de agua de mar + reúso de aguas grises que se vierten al mar + tratamiento de aguas grises: **¡TODO SUMA!**

Es una tecnología limpia, confiable y cada vez más accesible.

Tiene el potencial para beneficiar las distintas actividades humanas y económicas, además de garantizar a futuro la resiliencia hídrica del país.

Buscamos promoverla como fuente de agua fresca para el consumo humano y las actividades productivas.

El agua de mar como alternativa a la crisis hídrica

¿Cómo desalinizar el agua de mar?

La desalinización –o desalación, ambos términos son aceptados- es un proceso mediante el cual se remueven las sales disueltas del agua de mar o del agua salobre.



• Agua de mar

Tiene una concentración típica de sales disueltas (TDS):

- Océano Pacífico: +36.000 ppm (3,6%)
- Mar Mediterráneo: +40.000 ppm (4%)
- Mar Muerto: +370.000 ppm (37%)



• Agua potable (NCh 409)

En Chile, tiene una concentración de :

- TDS: +1.500 ppm (24 veces menos que el agua de mar)
- CL: +400 ppm (50 veces menos que el agua de mar)

El agua de mar como alternativa a la crisis hídrica

La desalinización es una técnica antiquísima, los marineros griegos hervían el agua de mar para sacarle la sal y los romanos usaban filtros de arcilla para atraparla. Hoy se utilizan métodos más sofisticados, con dos grandes grupos de tecnologías para hacerlo:

• Térmicas

MED

MVC

Flash



• Membranas

Osmosis inversa



Tecnología conocida, confiable y sustentable



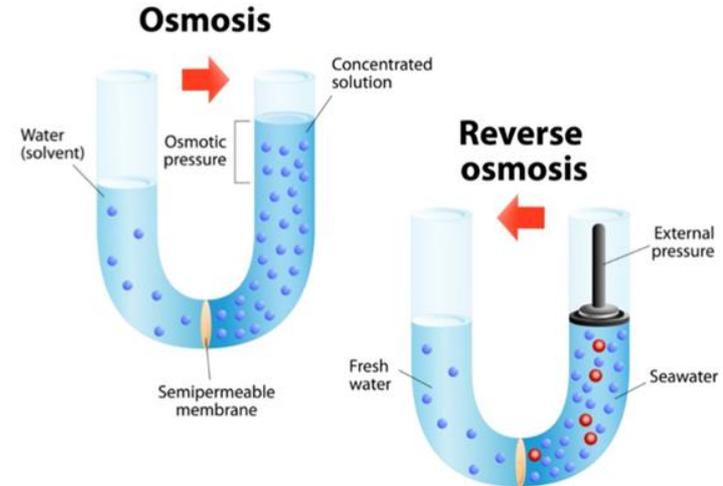
La tecnología de desalinización que lidera hoy en Chile y el mundo es la de membranas, ya que consume menos energía eléctrica y normalmente es más económica

El agua de mar como alternativa a la crisis hídrica

Ambas tecnologías están basadas en procesos de la naturaleza



El ciclo del agua que es impulsado por la energía solar, en el caso de la desalinización térmica

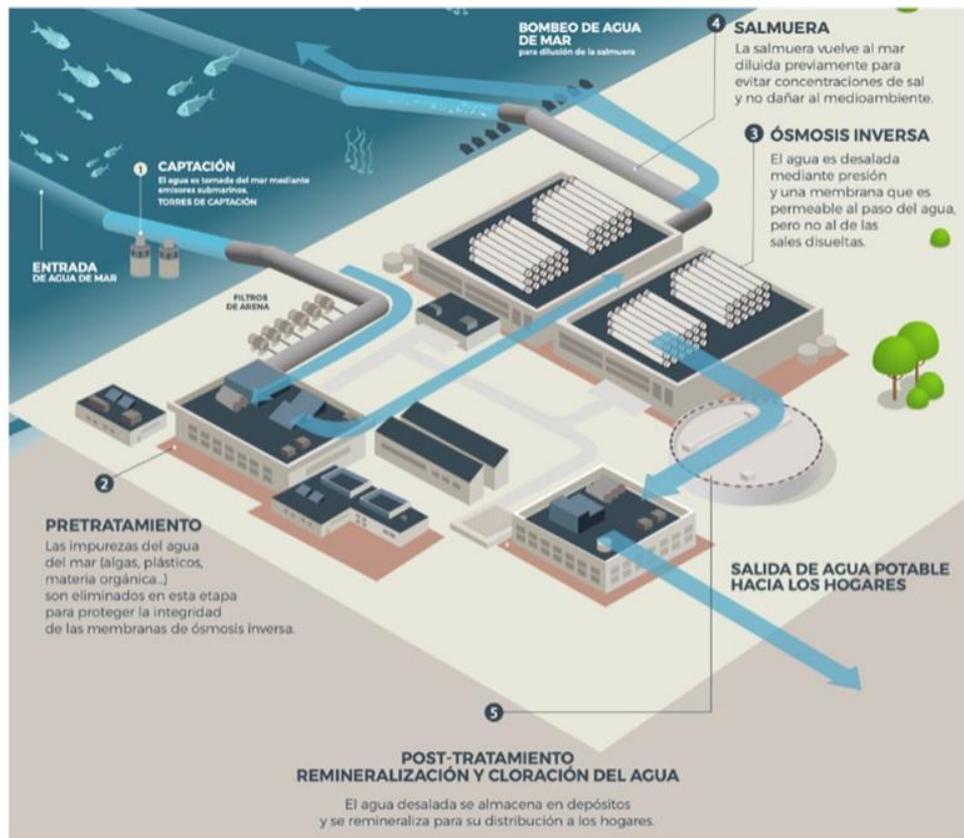


El proceso de Osmosis se da naturalmente en el cuerpo humano, en los riñones, donde se convierte en osmosis reversa por medio de presión mecánica.

El agua de mar como alternativa a la crisis hídrica

En una planta desalinizadora, el agua de mar pasa por distintos procesos para convertirse en agua apta para el consumo humano:

- Captación
- Pre tratamiento
- Osmosis inversa
- Salmuera
- Post tratamiento: remineralización y cloración

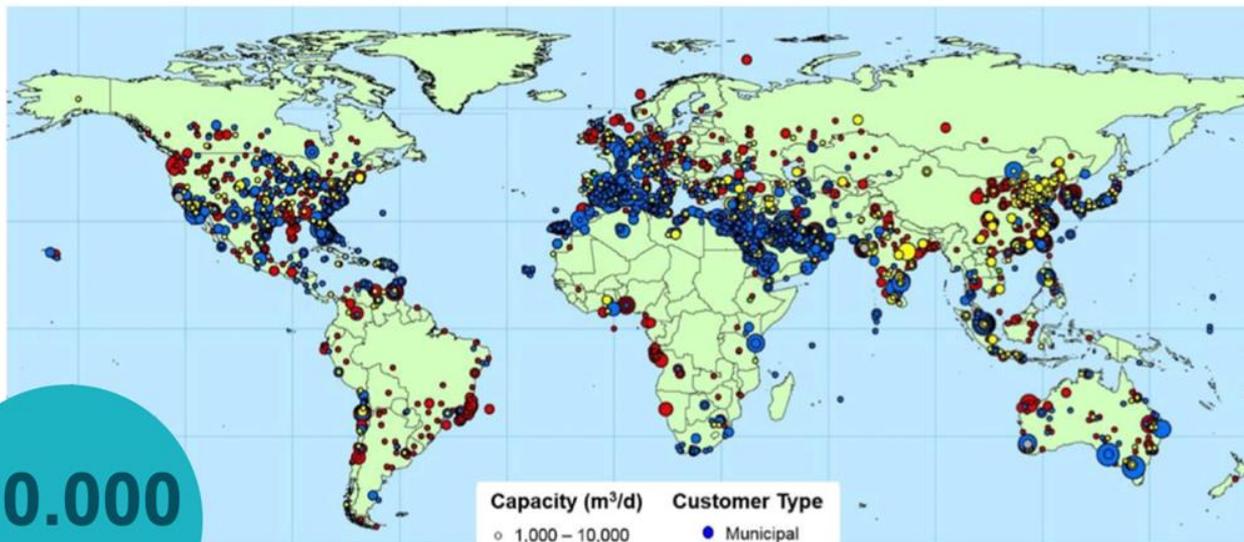




4.

Desalinización en Chile y el mundo

Desalinización en Chile y el mundo



20.000



Plantas desalinizadoras en
150 países (9.000 de ellas de
agua de mar)

100
MM m³/d



Capacidad actual de
desalinización en el mundo

Desalinización en Chile y el mundo

Un tercio de las plantas desalinizadoras están concentradas en el Medio Oriente, principalmente en Arabia Saudita, Emiratos Árabes, Israel, Kuwait y Catar (ICEX).



Ras Al Khair, Arabia Saudita (1.036.000 m3/d)



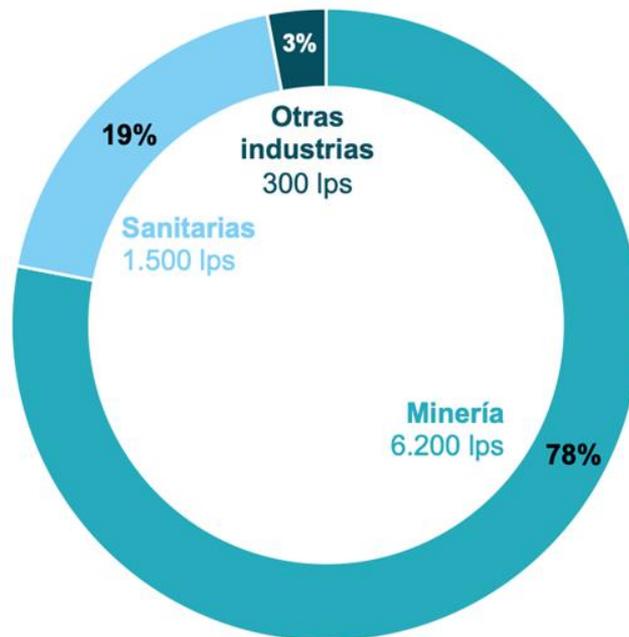
Acwa-Power, en Makkah Al Mukarramah y Jeddah, Arabia Saudita (600.000 m3/d)



Zorek 1, Tel Aviv, Israel (624.000 m3/d)

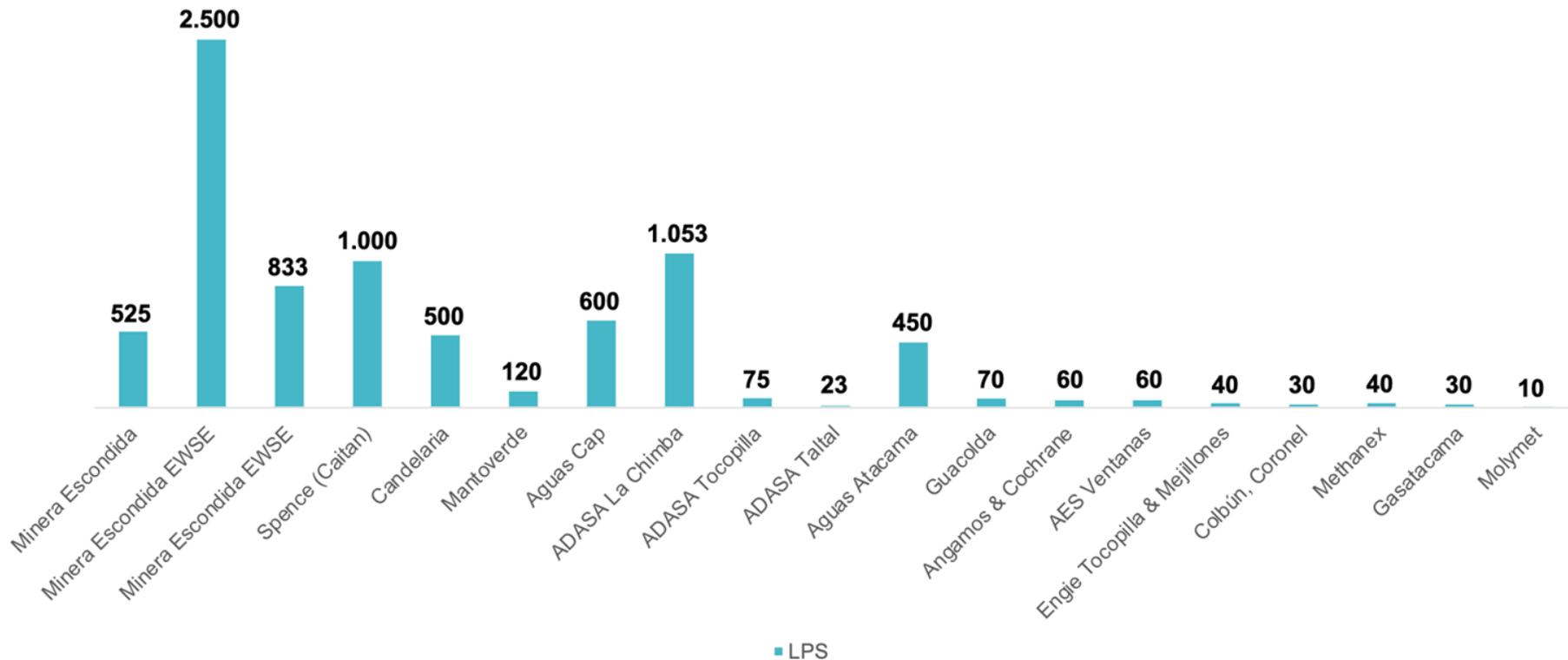
Desalinización en Chile y el mundo

En Chile existen más de 60 plantas desalinizadoras, entre las que se cuentan soluciones de pequeña, mediana y gran escala, que abastecen de agua para el consumo humano –desde caletas pequeñas a grandes ciudades como Antofagasta- como también para fines industriales, como es el caso de las plantas desalinizadoras de la minería, termoeléctricas, pesqueras, etc.



Desalinización en Chile y el mundo

Plantas desalinizadoras instaladas en Chile sobre los 10 lps.



Desalinización en Chile y el mundo

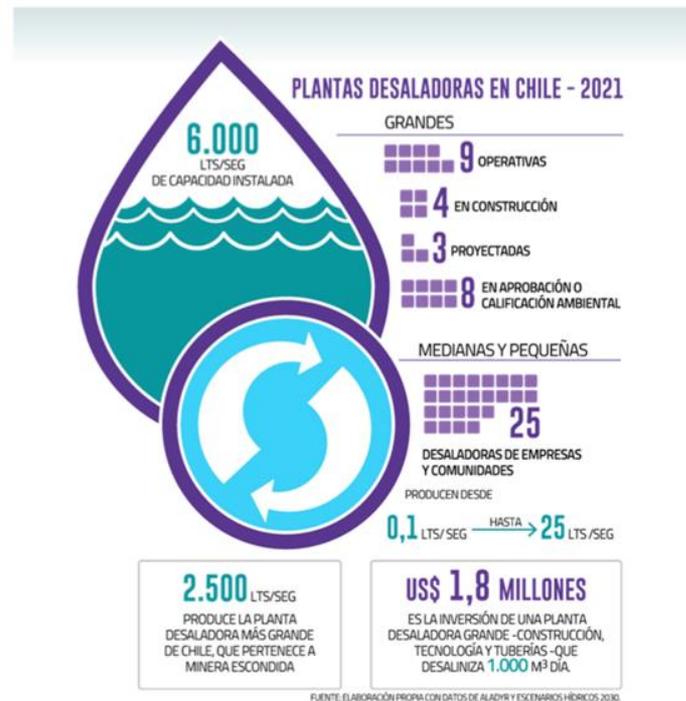


Planta Desaladora EWS, Puerto Coloso (BHP)



Planta Desaladora Norte, Antofagasta

Desalinización en Chile y el mundo



Desalinización en Chile y el mundo

Lo que viene pronto ...

En ingeniería o construcción:

Quebrada Blanca Fase 2 (1200 lps)

Minera Los Pelambres (400 lps)

Aguas Pacífico (1000 lps)

Manto Verde (240 lps)

Total 2.840 lps

En Licitación:

Adasa Ampliación La Chimba (400 lps)

Codelco (804 lps + 1156 lps)

Total = 2.400 lps aprox

Total estimado en 2023 = 10.800 lps

Total estimado en 2026 = 13.200 lps

Desalinización en Chile y el mundo

Agua desalada en la minería

La minería representa cerca del 80% del consumo de agua desalinizada en Chile. Con los proyectos Quebrada Blanca fase 2, expansión Manto Verde, Minera Los Pelambres, Collahuasi y Codelco Distrito Norte, este porcentaje aumentará y consolidará el liderazgo de la minería en la industria.

Para Acades es primordial y estratégico que los principales usuarios y dueños de plantas desalinizadoras de Chile participen activamente en la Asociación. La opinión de la minería es relevante en este tema.

Evolución histórica uso agua de mar en minería

Entre 2010 y 2019 el uso de agua de mar aumento en 17 veces



Total 0,24 m3/s

4,06 m3/s

Desalinización en Chile y el mundo

Agua desalada en la agricultura

VENTAJAS	DESVENTAJAS	ASPECTOS DIFERENCIALES
Recurso de agua adicional.	Mayor precio del agua.	Menores requerimientos en salinidad del producto y post-tratamiento; permite mezclas.
Agua de mar, recurso inagotable que no depende del clima.	El agua deber estar iónicamente equilibrada (SAR).	Menores requerimientos de mano de obra, químicos, automatización, etc.
Incremento en productividad y calidad del producto.	Requerimientos especiales de calidad: Boro, SAR, etc.	Capacidad para regular la producción (almacenamiento).
Menor consumo de agua.	Posible agotamiento de acuíferos para desalación de agua salobre.	Simplicidad en obras civiles y equipos.
Recuperación de suelos salados o degradados.	Problema de gestión de las salmueras en interior.	Tecnologías; RO (agua de mar), RO, NF, EDR (agua salobre).

La desalación para agricultura representa solo un 2-3% de la capacidad instalada global.

Desalinización en Chile y el mundo

Agua desalada en comunidades rurales

Hay un interés público en resolver un problema que va más allá de un desarrollador privado.

Hay proyectos que no se están haciendo, existiendo necesidad y capacidad de desarrollo, principalmente frente a proyectos “multiclientes” que carecen de capacidad de demanda uniforme y/o que están disgregados.

Capacidad de planificación y coordinación del Estado puede ser beneficiosa, aunque ello no implica necesariamente que el MOP / Concesiones deba encargarse de su desarrollo.

MOP como agente “viabilizador” de proyectos en donde hay demanda disgregada, dispersa y con agentes con necesidades, capacidad financiera y naturaleza diversa (sanitaria, agrícola, industrial y pequeña/mediana minería)

Modelo agrega demanda y aprovecha las economías de escala de este tipo de proyectos. Permite incorporar usos y usuarios que no podrían acceder al servicio con proyectos individuales.

**Desalinización para pequeñas localidades, APR
12.5 lps (10.000 personas*)**

**OBRAS
QUE UNEN
CHILENOS**

www.chilecumple.cl

Construcción Sistema de Agua Potable Rural de Chanavayita,
Región de Tarapacá, Fase I.

Inversión: 1.581.040.267

Fecha Inicio: 8 de Noviembre 2012

Plazo Ejecución: 300 días

Contratista: SIMTECH LTDA

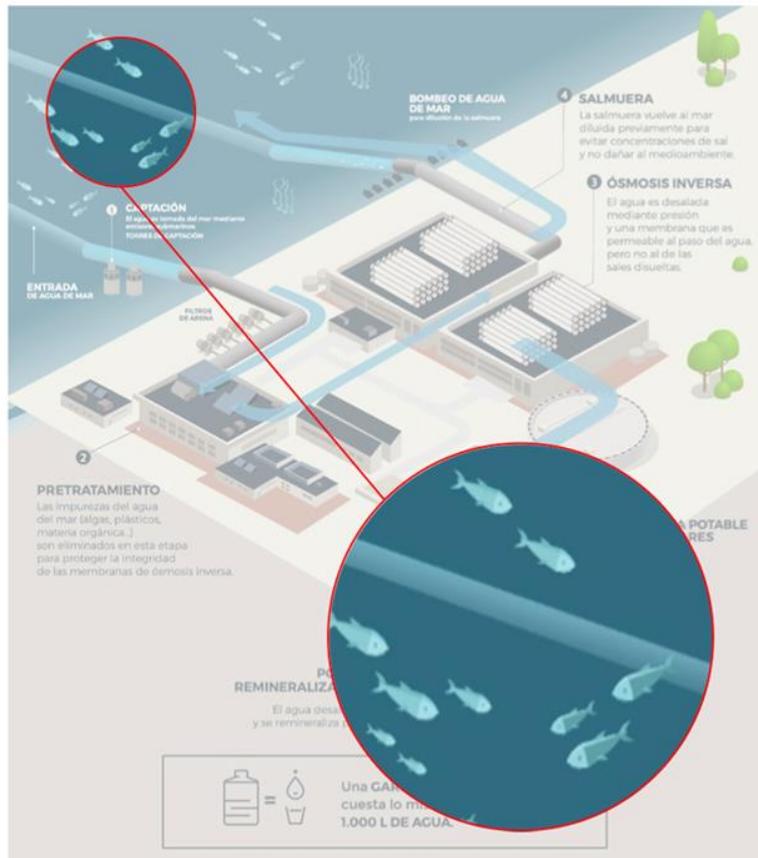


4.

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras



Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras



⚠ Mitos y consideraciones ambientales



1. La toma de agua de mar se "chupa" a los peces

Velocidad del flujo de agua /
Corrientes / Profundidad /
Rejas / Otros



2. La desalinización utiliza químicos nocivos

Sí, como hipoclorito y metabisulfito. Se deben neutralizar luego de utilizarlos. El agua devuelta tiene el mismo PH.

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

Energía
requerida
para desalinizar
agua de mar

Hervidor:

40

minutos



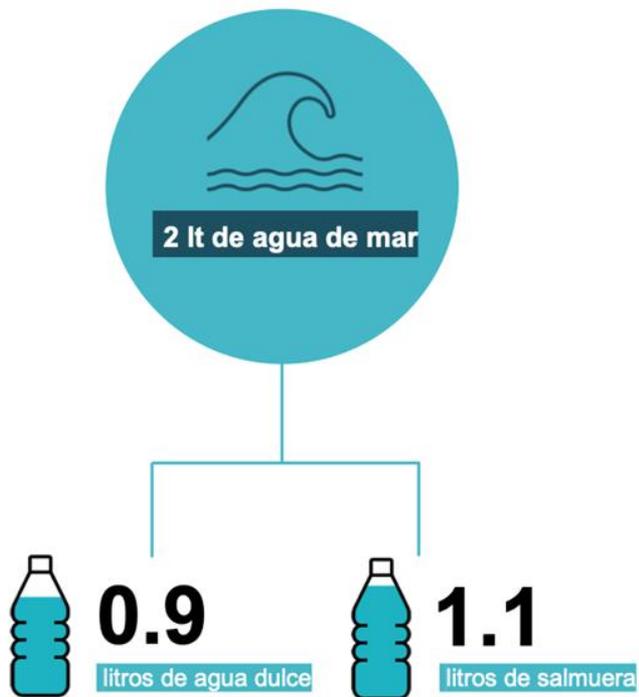
⚠ Mitos y consideraciones ambientales

⚡
3. Las
desalinizadoras
son depredadores
energéticos

Una planta de osmosis inversa
consume solo 3 a 3.5 KWh/m³

La energía eléctrica necesaria para desalinizar el agua que necesita una familia de 4 integrantes -1.000 lt. Diarios aproximadamente equivale a lo que consume un hervidor eléctrico en 40 minutos.

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras



⚠ Mitos y consideraciones ambientales



4. La salmuera contamina el agua de mar

Con un buen diseño y estudio de las especies que habitan en la zona de la descarga, con difusores y tubería apropiada, no se percibe mayormente el cambio de salinidad

La salmuera no es sal de mesa ni un barro tóxico que contamina el barro de mar, como a veces, de manera equivocada, algunos tienden a pensar. No es ni más ni menos que agua de mar con el doble contenido de sales disueltas.

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

▲ Mitos y consideraciones ambientales

El impacto de la salmuera es marginal, pero como toda actividad antrópica genera impactos. Como asociación queremos que se evalúe, controle, supervise y mitigue para evitar o minimizar cualquier afectación del entorno.



Las plantas en Chile han sido evaluadas y monitoreadas permanentemente (información pública).

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

⚠ Mitos y consideraciones ambientales

Para una planta que pudiese producir 100% del agua desalada para una conurbación como Valparaíso – Viña del Mar y Concón, la superficie de la zona con mayor salinidad que el entorno de la descarga de salmuera alcanza un área equivalente una cuarta parte de una cancha de fútbol!

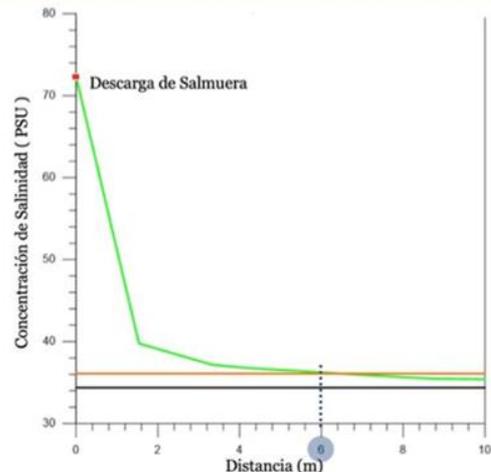


Figura 6-4: área de influencia de la descarga de agua salada de rechazo.

Dilución de la Salmuera en el Mar

Se realizó un modelo de dispersión de la pluma salina del emisario, la cual entregó como resultados que la salmuera se diluirá a una distancia de 6 (m) del difusor. Es decir, la molécula de agua, a los 2 (s) de haber dejado la tubería vuelve a tener la misma concentración de sal original.

- Decaimiento Salinidad
- Descarga de Salmuera (72 PSU)
- Salinidad del Mar (35 PSU)
- Salinidad Norma Referencia (+5%)



Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

Tiempos y permisos

Los permisos determinan la viabilidad y el cronograma de cualquier proyecto. Desde que se decide iniciar el proyecto de una desaladora mediana a grande (sobre 200 lps) hasta producir agua desalinizada, normalmente transcurren más de 6 años.

1. Concesión marítima

2. Permiso ambiental (RCA)

3. Servidumbres de paso

4. Permiso de OHM, de la DGA
(en algunos casos, sobre 2 m³/s,
puede tomar 18 meses)

- Estudios: 1 a 3 años
- Concesión marítima: 2, 3 o más años
- Permisos ambientales: 2 o más años
- Permiso OHD de la DGA (si se requiere): 1.5 años
- Licitación de construcción (EPC, BOT, etc.): 1 año
- Construcción y puesta en marcha 2 a 3 años
- **TOTAL > 6 años**

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

Consideraciones comerciales

Capex (40% – 60%)

- Ubicación
- Calidad del agua de mar y agua producto
- Distancia del mar
- Tipo de suelos / normas sísmicas
- Tipo de OOMM
- Tamaño planta (escala)
- Acceso a suministro eléctrico e infraestructura
- Distancia a puntos de consumo y altura sobre el nivel del mar
- Periodo de amortización de la inversión
- Tasas de descuento e interés y razón deuda / patrimonio

Opex (60% – 40%)

- Energía (eléctrica o térmica)
- Membranas
- Químicos
- Filtros
- Repuestos
- Personal
- Seguros

Desafíos para la instalación de plantas desalinizadoras

Consideraciones legales

La industria de la desalinización no cuenta con un marco regulatorio propio. Existe una ley de servicios sanitarios y un código de aguas recientemente reformado que regula las aguas continentales, pero el agua de mar y su desalinización no está normado.

Contenido del proyecto de Ley de desalinización

- Agua desalada es un “bien nacional de uso público”.
- Concesión marítima que ampara la actividad de desalación y autoriza la extracción de agua de mar.
- Existencia de una Estrategia Nacional de Desalinización.
- Priorización del consumo humano.
- Todo proyecto de planta desaladora debe ingresar al SEIA.

(*Estado actual: se encuentra en Primer Trámite Constitucional en el Senado. El 9 de marzo de 2022 el Ejecutivo presentó una indicación sustitutiva, sin presentar grandes avances a la fecha).

Propuestas para una regulación de la desalación



Existencia de una concesión de desalinización, con reglas claras de otorgamiento/plazos.



Posibilidad de poder tramitar permisos aplicables a proyectos de desalinización de manera paralela (tramitaciones ante el SEA, derechos de uso de suelo, etc).



Existencia de procedimientos más expeditos, dependiendo de la capacidad y uso de cada planta desalinizadora.



Posibilidad de imponer derechos de uso de suelo en general para el desarrollo de proyectos de desalinización.



Priorización del consumo humano y saneamiento, con reglas claras, así como permitir la existencia de plantas multipropósito.



Régimen legal integrado, que mire a la actividad de la desalinización en todas sus etapas (generación, transporte y distribución).



Redefinir el rol del Estado en planificación, coordinación y promoción de la industria.

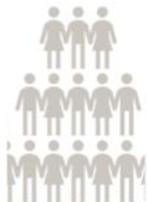
Propuestas para una regulación de la desalación



Promoción de participación pública, privada y mixta en el desarrollo de proyectos.



Garantizar el derecho de propiedad o el uso o goce exclusivo del agua desalinizada.



Aportes de suministro a comunidades donde se desarrollan proyectos y que carecen de agua para consumo humano deben evaluarse en el contexto de su aprobación ambiental.



Perfeccionamiento, modernización y mayor transparencia de sistema de CCMM.



Certeza jurídica y celeridad en materia de permisos.



Sistema de permisos debe ajustarse en función del tamaño e impacto de cada Proyecto.

A dynamic splash of clear water against a white background, with numerous bubbles and droplets falling from the surface. The water is captured in mid-air, creating a sense of movement and freshness. The splash is positioned on the right side of the frame, partially overlapping a teal circular graphic element.

6.

El rol de Acades en el futuro de la desalinización

Acades y su rol en el futuro de la desalinización

Acades realiza una importante labor de relacionamiento con autoridades y la sociedad civil

Estamos enfocados en informar acerca de la desalinización y el reúso de aguas. A través de reuniones con autoridades, participación en seminarios y colaboración con académicos, nos hemos convertido en un referente de la desalación y el reúso en Chile, y en un actor relevante en la discusión del marco legal y regulatorio que normará a la industria en el futuro.

Queremos que se analicen objetivamente sus beneficios, efectos, ventajas y desventajas, para la definición de lineamientos y su consideración en la evaluación de soluciones para la sociedad.

Hemos desarrollado material que ha sido presentado ante diversas instituciones y grupos de interés, como los ministerios de Agricultura, Minería, OO.PP, Medioambiente, Directemar / Dirinmar y grupos de estudiantes, entre otros.



Consideraciones finales

- Chile enfrenta un tremendo **desafío de adaptación al cambio climático** en cuanto a la **resiliencia hídrica** de sus asentamientos poblacionales y actividades productivas
- Necesitamos implementar un portafolio de soluciones para cubrir el **déficit hídrico**, y dentro de ellas se cuenta la necesidad de **incorporar nuevas fuentes de agua fresca**.
- Hoy en Chile se reúsa cerca del **75% de las aguas servidas tratadas** y se producen **8.000 lps de agua de mar desalinizada**, en más de 20 plantas desalinizadoras, ubicadas entre las regiones de Tarapacá y Valparaíso, que corresponde casi a un 20% del total de agua potable consumida en el país y va a duplicarse al 2030.
- Un **75% de la capacidad** actual de desalinización en Chile es para la **minería**, faltando acercar la tecnología a la agricultura, ciudades y comunidades rurales.
- Las plantas desalinizadoras pueden generar agua de forma **segura y constante, sin depender de las lluvias**, para consumo humano, industrial o agrícola.



ACADES

ASOCIACIÓN CHILENA DE DESALINIZACIÓN A.G.