



MS POWER

Tecnología SMIT®

Spontaneous Membrane Ions Transfer

Osmosis Inversa con
CERO DESCARGA LIQUIDA



Situación Actual



La escasez mundial de agua debido al cambio climático nos obliga a buscar soluciones. La desalinización emerge como un método clave para la adquisición de agua, aumentando en consecuencia la eliminación de salmuera.

La alta concentración de sal en las salmueras podría provocar impactos ambientales y sociales negativos y limitar la recuperación de las plantas desaladoras.

En los proyectos de desalación de agua de mar, uno de los principales conflictos ambientales radica en la disposición de la salmuera de rechazo en el mar.

A su vez en proyectos con aguas salobres, las salmueras de rechazo o cumplen las normativas de descarga y no se pueden disponer en cursos superficiales ni vía infiltración.

Tecnología



La tecnología SMIT está orientada a complementar los procesos de desalación al tratar las salmueras que se generan y difíciles de disponer.

Las plantas desaladoras de agua de mar mediante procesos de Osmosis Inversa generan agua dulce y salmuera con concentraciones normales de 70-90 Kilos/m³.

La tecnología SMIT mediante sus membranas electroquímicas procesa el cloruro de sodio (NaCl) bajando la concentración de 70-90 Kilos / m³ a 20-30 Kilos / m³ generando agua de mar normal que es recirculada a la planta desaladora y descompone el NaCl restante en dos productos químicos: Hidróxido de Sodio (NaOH) y ácido Clorhídrico (HCl) que se comercializan como productos químicos ampliamente utilizados en la Industria (papelera, aguas, alimentos etc.) o se usan como base para producir otros subproductos.

Tecnología SMIT®

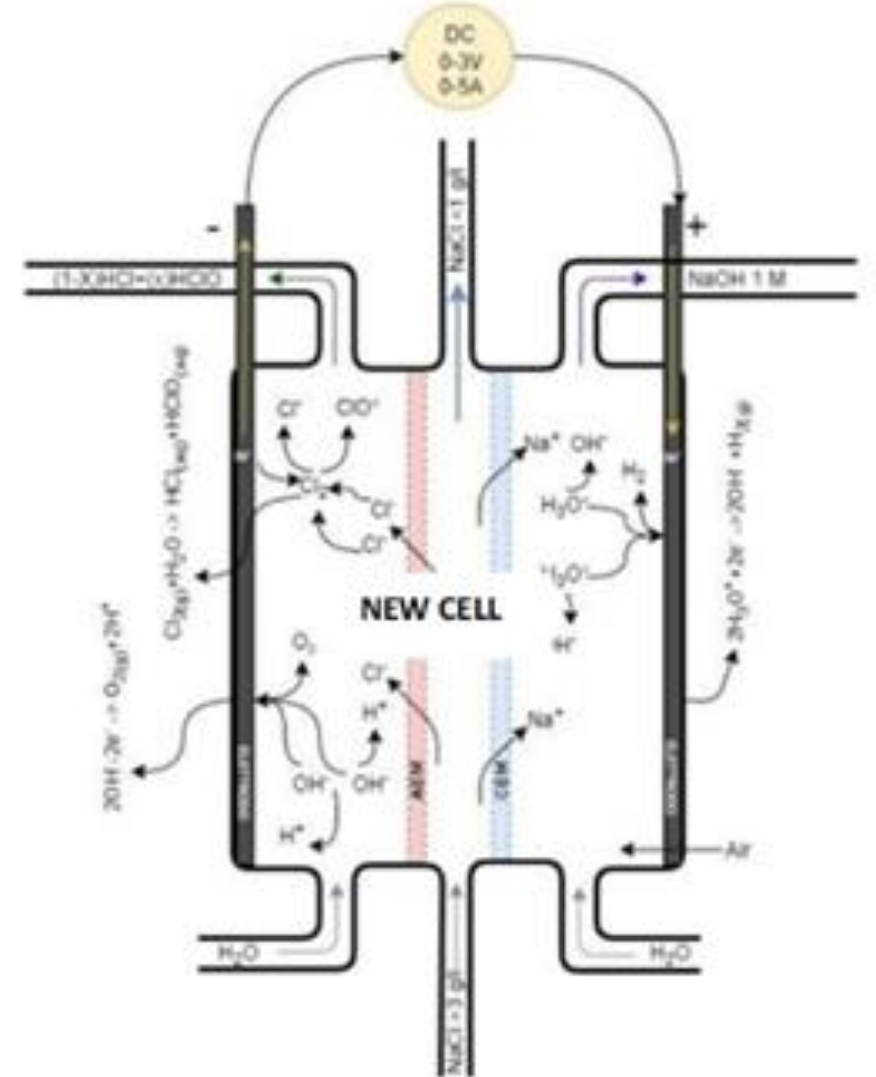
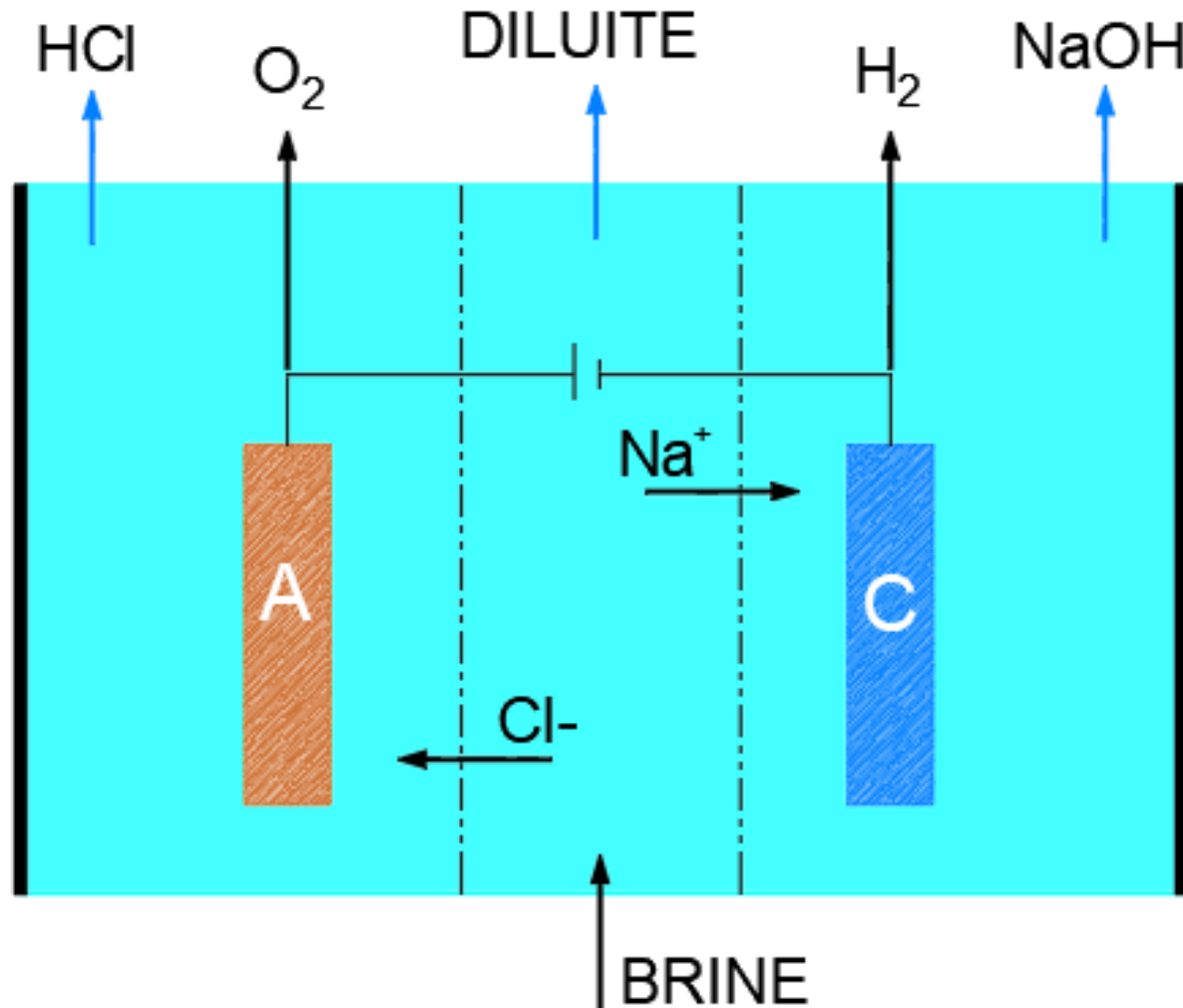


El Sistema SMIT® (*"Spontaneous Membrane Ions Transfer"*), permite dar una solución de CERO RECHAZO en desaladoras.

La invención se refiere a un dispositivo y un proceso para la desalinización de soluciones de NaCl.

La tecnología SMIT® consiste en un dispositivo capaz de tratar una amplia gama de aguas residuales contaminantes, desde el tratamiento de agua de mar, agua salobre, residuos industriales, residuos mineros y muchos otros desechos, eliminando los residuos y los costos relacionados de gestión y eliminación. Con el uso de la celda de tratamiento de aguas residuales de SMIT®, se han eliminado los costes de gestión y eliminación de productos residuales, por un lado, y la generación de ingresos para el cliente, por otro.

Patente SMIT® EP 3 250 516 B1



Descripción de la patente sistema SMIT®

Emplea una celda electroquímica de tres cámaras separadas por membranas de intercambio iónico en el siguiente arreglo:

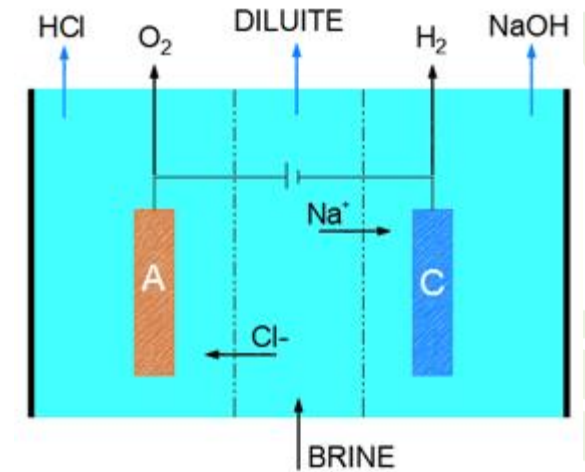
- una cámara de cátodo,
- una membrana de intercambio catiónico,
- una cámara central para la solución salina,
- una membrana de intercambio aniónico y,
- una cámara de ánodo.

Se produce un exceso de H^+ y OH^- en las cámaras laterales. Por electroneutralidad, los aniones y cationes se extraen proporcionalmente de la cámara central.

La oxidación de OH^- y la reducción de H_3O^+ bajo la formación de OH^- y H_2 provoca el paso de los iones Na y Cl^- de la cámara central a las otras cámaras, reduciendo así la concentración de sal.

Bajo ciertas condiciones, los cloruros que ingresan a la cámara del ánodo sufren oxidación y el cloro formado en ella reacciona con el agua para producir HCl y HClO .

Permite extraer sales de cloro disueltas en solución acuosa, con la producción simultánea de una solución salina de baja concentración reutilizable en el proceso y dos compuestos químicos, un ácido y una base, ampliamente utilizados en los diversos procesos de producción industrial.



Ánodo: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
(1,23 V vs. SHE a 25°C a pH 0)

Cátodo: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
(-0,83 V vs. SHE at 25°C a pH 14)

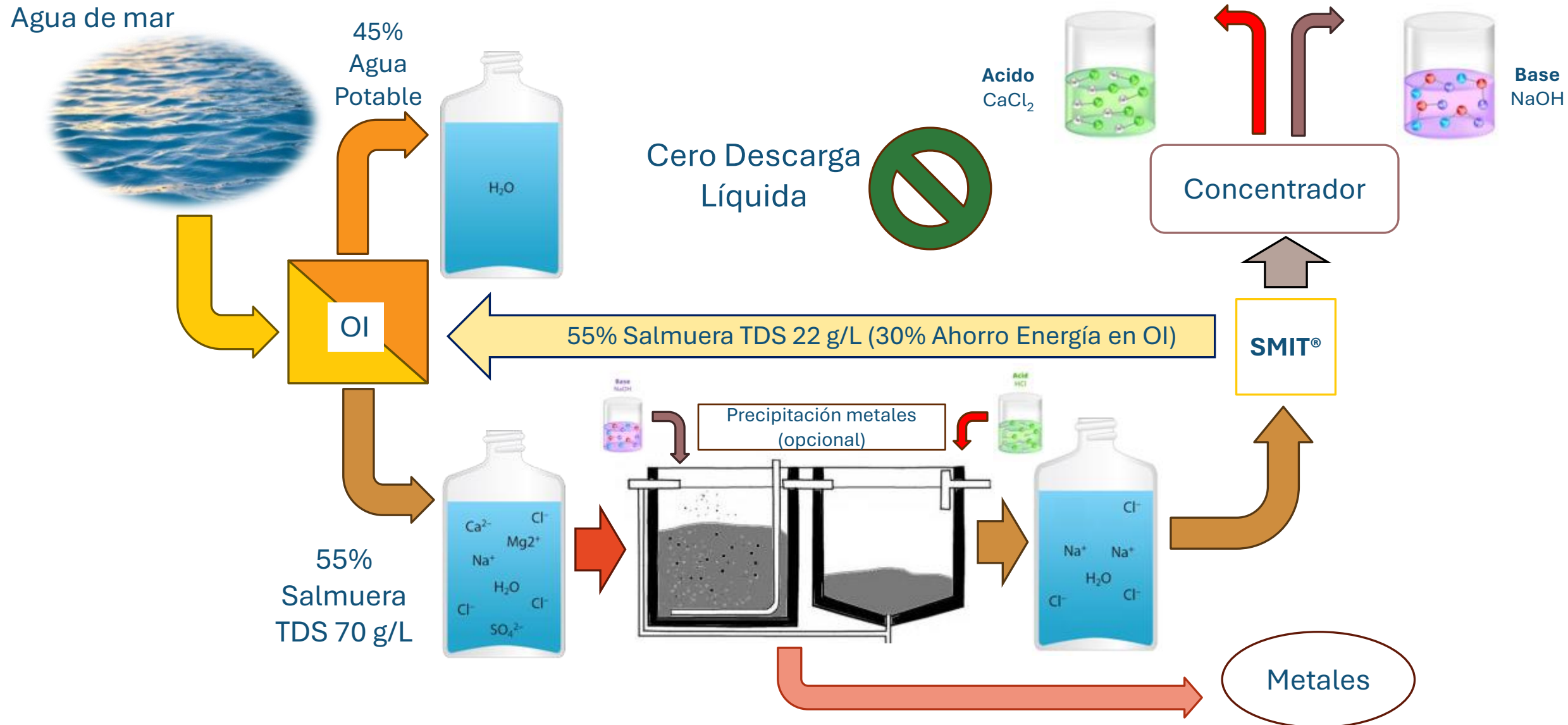
Global: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + 2\text{NaOH}$
(lateral: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$) 2,06V a 25°C

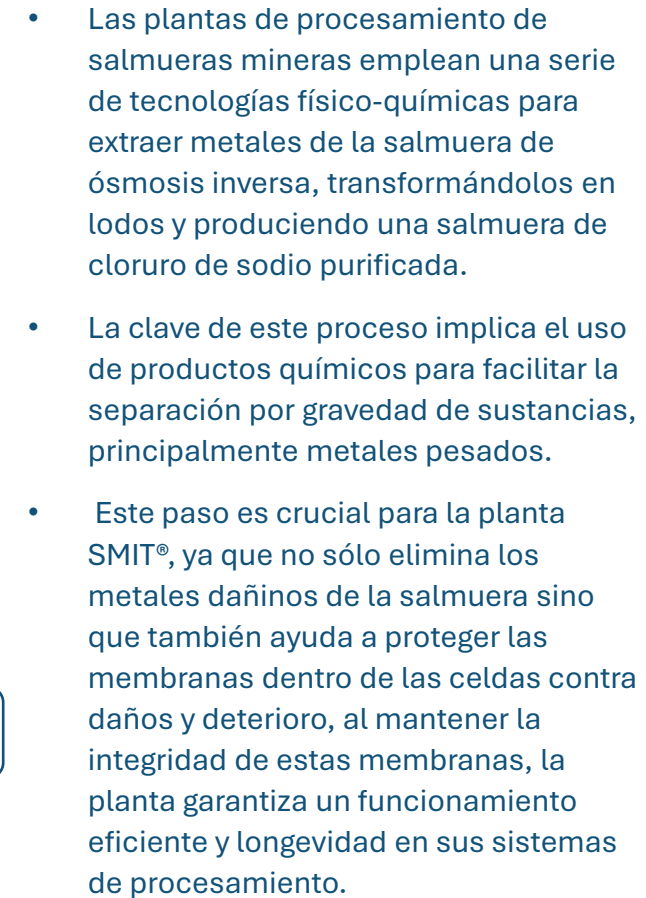
Celdas SMIT®



- Las “Celdas SMIT®” son equipos electroquímicos capaces de extraer sales de cloro disueltas en solución acuosa.
- Producen de manera simultánea una solución salina de baja concentración reutilizable en el proceso.
- Como resultado da dos compuestos químicos, uno ácido y otro base, que pueden utilizarse en diversos procesos industriales, mediante un proceso inverso de neutralización ácido-base.
- La operación SMIT® se basa en reacciones redox en un ambiente controlado, capaces de producir soluciones enriquecidas con iones H^+ y OH^- .
- El aumento de la concentración de estas especies activa la transferencia espontánea de iones de carga opuesta a través de membranas especiales, como resultado del principio de electroneutralidad de las soluciones acuosas.

Diagrama de proceso tipo





Diseño escalable y modular



La tecnología SMIT ha sido diseñada íntegramente en una solución contenerizada completa, lo que permite una implementación rápida, un transporte sencillo y una operación escalable.

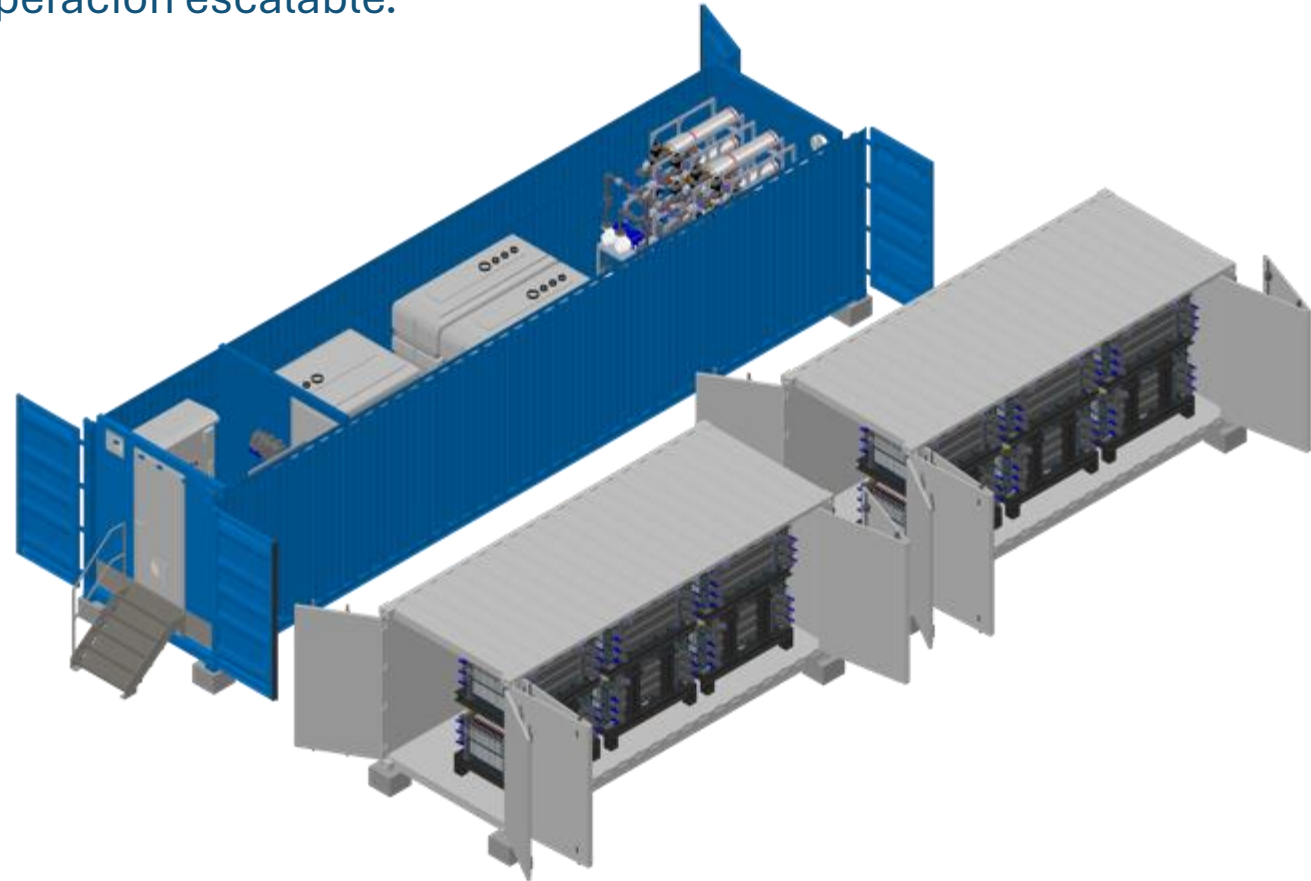
Cada unidad para 1200 m³/d de planta consta de:

- Contenedor de 40" que alberga todos los sistemas esenciales: bombas, unidades de filtración, conjuntos de sensores, tanques, PLC y equipos de comunicación.
- Dos contenedores de celdas de 20" cada uno con capacidad para hasta 6 celdas SMIT cada uno

Footprint: solo 150 m²

Escalabilidad:

- Se pueden implementar múltiples plantas en contenedores según sea necesario. Todas las unidades están interconectadas para una monitorización y control centralizados del proceso.
- La capacidad real de tratamiento puede variar según los sólidos disueltos totales (TDS) de la salmuera. Un TDS más alto requiere un mayor tiempo de residencia.



Resultados SMIT[®] 12 celdas



Producción diaria :

- 25 Ton Soda Cáustica (10% NaOH)
- 70 Ton CaCl_2 (50% CaCl_2)
- 2 Ton MgOH_2

Salmuera tratada:

- 750 m³/d con STD 70 g/L hasta 22 g/L

Consumo energético:

- Sistema SMIT: 500 KWh/d
- Concentrador en vacío NaOH: 23.000 KWh/d
- Concentrador en vacío CaCl_2 : 67.000 KWh/d

Insumos químicos:

- Carbonato de calcio (CaCO_3): 60 Ton/d

Eficiencia en sistemas de OI



1. Presión osmótica y demanda energética:

- a) La energía necesaria para la ósmosis inversa está directamente relacionada con la presión osmótica del agua de alimentación.
- b) Una mayor salinidad implica una mayor presión osmótica, lo que requiere mayor presión para superarla.

2. Proporcionalidad de la potencia de la bomba: La energía que necesita la bomba de alta presión es proporcional a la presión aplicada y al caudal.

3. Reducción de la incrustación en las membranas: Una menor salinidad reduce la formación de incrustaciones y la incrustación en las membranas de ósmosis inversa.

4. Mayores tasas de recuperación: Una menor salinidad permite mayores tasas de recuperación (la proporción de agua de alimentación convertida en agua potable).

Estimación del ahorro energético

Consumo Energético Base:

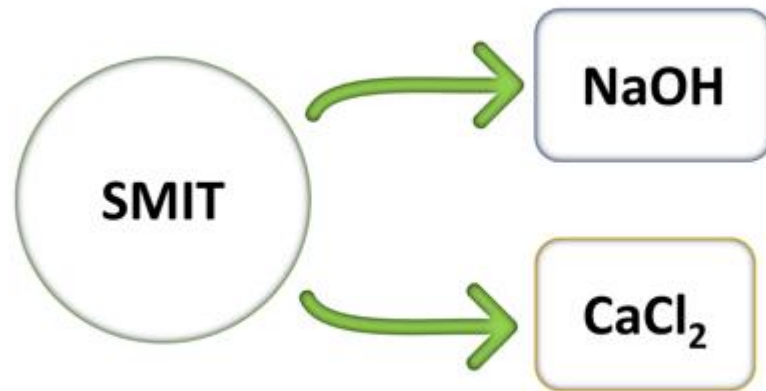
Las plantas de ósmosis inversa típicas desalinizan agua de mar (salinidad de 40.000 ppm) con un consumo energético de 3,5-4,0 kWh/m³.

Ahorro Energético con Salinidad Menor:

Para una salinidad de 22.000 ppm (agua salobre), el requerimiento energético se reduce a aproximadamente 1,5-2,5 kWh/m³.

Al reducir la salinidad de 40.000 ppm a 22.000 ppm, el consumo energético puede disminuir significativamente, ofreciendo una reducción de hasta un 50-60%, dependiendo de la eficiencia de la planta y los parámetros operativos.

Producción química y subproductos



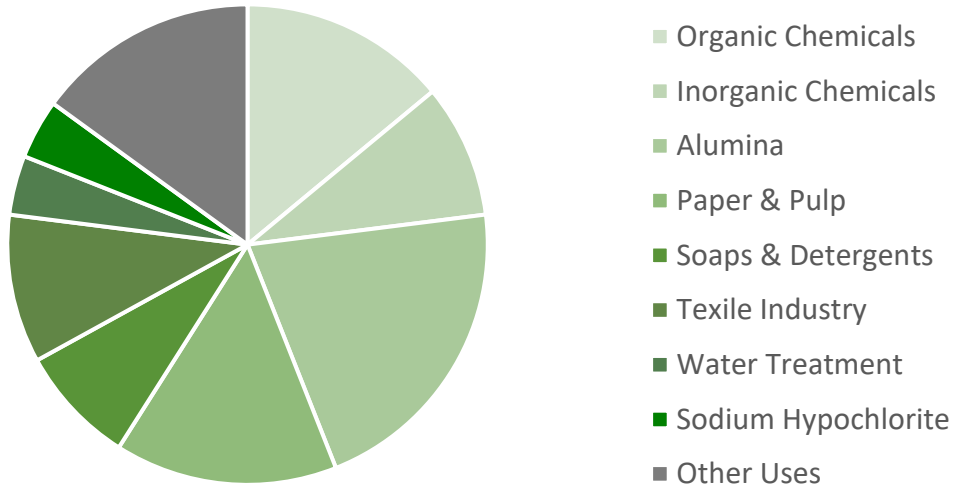
Los procesos "SMIT®" se pueden utilizar para la transformación de aguas residuales salinas en los siguientes productos químicos

- CaCl_2 (cloruro de calcio)
- NaOH (soda cáustica)
- Na_2CO_3 (carbonato de sodio)
- NaHCO_3 (bicarbonato de sodio)
- HCl
- Salmuera de baja concentración
- Agua desmineralizada

Productos químicos obtenidos

NaOH

Consumo Global de Soda Cáustica por consumidor final



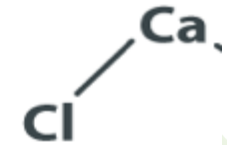
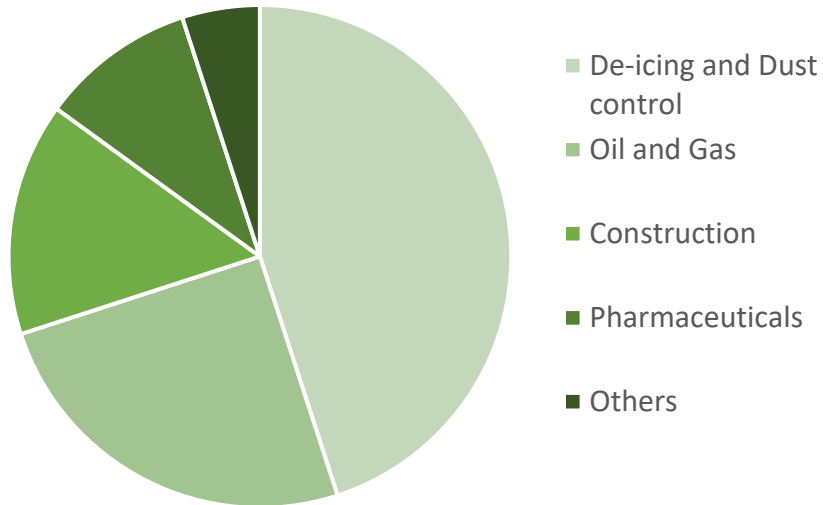
Usos del Hidróxido de Sodio NaOH

- Utilizado en la fabricación de Jabones y Detergentes
- Es utilizado en la fabricación de blanqueadores clorados.
- Utilizado en limpieza de cañerías.
- Utilizado en la remoción de metales pesados del agua en plantas de tratamiento de agua municipal.
- Utilizado como preservantes contra bacterias y hongos en alimentos.
- Utilizado en conservas.
- Utilizado en la producción de papel y en papel reciclado.

Productos químicos obtenidos



Mercado Cloruro de Calcio



El Cloruro de Calcio se utiliza:

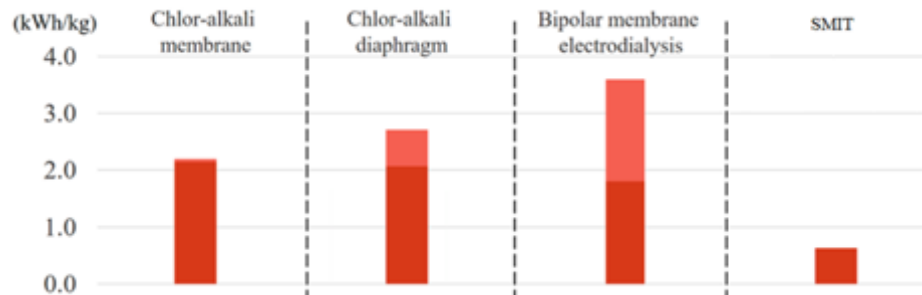
- Como desecante, debido a que es altamente higroscópico
- (en su forma anhidra)
- Como agente des congelante y control de polvo en caminos.
- Gracias a su bajo punto de congelamiento (-52°C) se usa en agricultura llenando neumáticos como lastre, mejorando los riesgos de congelamiento en climas fríos
- En piscinas para aumentar la dureza del agua para evitar corrosión.
- Aditivo en alimentos para mantener gusto salobre
- En la industria farmacéutica y de salud.
- Se utiliza como acelerador de fraguado en concretos.

Análisis comparativo



Los métodos estándar de producción de NaOH consumen mucha energía 2,1-3,6 MWh/tonelada

SMIT reduce el consumo energético hasta 0,015 MWh/ton en función del contenido de sodio de la salmuera.



Process	Chlor-alkali membrane	Chlor-alkali diaphragm	Bipolar membrane electro dialysis	SMIT
Reaction	Anode: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (ca. 1.21 V vs. SHE at 90 °C) Cathode: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (ca. -0.99 V vs. SHE at 90 °C) Overall: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$ ca. 2.20 V at 90 °C	Anode: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ (ca. 1.21 V vs. SHE at 90 °C) Cathode: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (ca. -1.02 V vs. SHE at 90 °C) Overall: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$ ca. 2.23 V at 90 °C	Anode: $2\text{OH}^- \rightarrow 1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ (0.40 V vs. SHE at 25 °C & pH 14) Cathode: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (0.00 V vs. SHE at 25 °C & pH 0) BP: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-$ (0.83 V at 25 °C) Overall: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + 2\text{NaOH}$ 1.23 V at 25 °C	Anode: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (1.23 V vs. SHE at 25 °C & pH 0) Cathode: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (-0.83 V vs. SHE at 25 °C & pH 14) Overall: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCl} + 2\text{NaOH}$ (Side: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$) 2.06 V at 25 °C

Instalación operativa



Intalación en Cerdeña (Italia)
para sistema de remediación
ambiental de relaves por
ósmosis inversa de 120
 $\text{m}^3/\text{día}$ de rechazo.



Vista

La innovadora tecnología patentada "SMIT®" se ha utilizado en una planta industrial (para el tratamiento de 120 m³/día de salmuera residual procedente de una planta de ósmosis inversa)





NOS METEMOS DE LLENO EN SU PROBLEMA DE AGUAS

MUCHAS GRACIAS

