CONSEJO Ciudadano B.C.

DESALACIÓN DE AGUA DE MAR

Eduardo A. Sánchez Castro
MBA, I.Q.
Water, Wastewater & Waste specialist

INICIATIVA RIO TIJUANA INITIATIVE

ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA

UDLAP BUAP Tecnológico de Monterrey

Aspectos energético y ambiental

Foto: Eduardo A. Sánchez, Lagos de Montebello, Chiapas, México, 2010

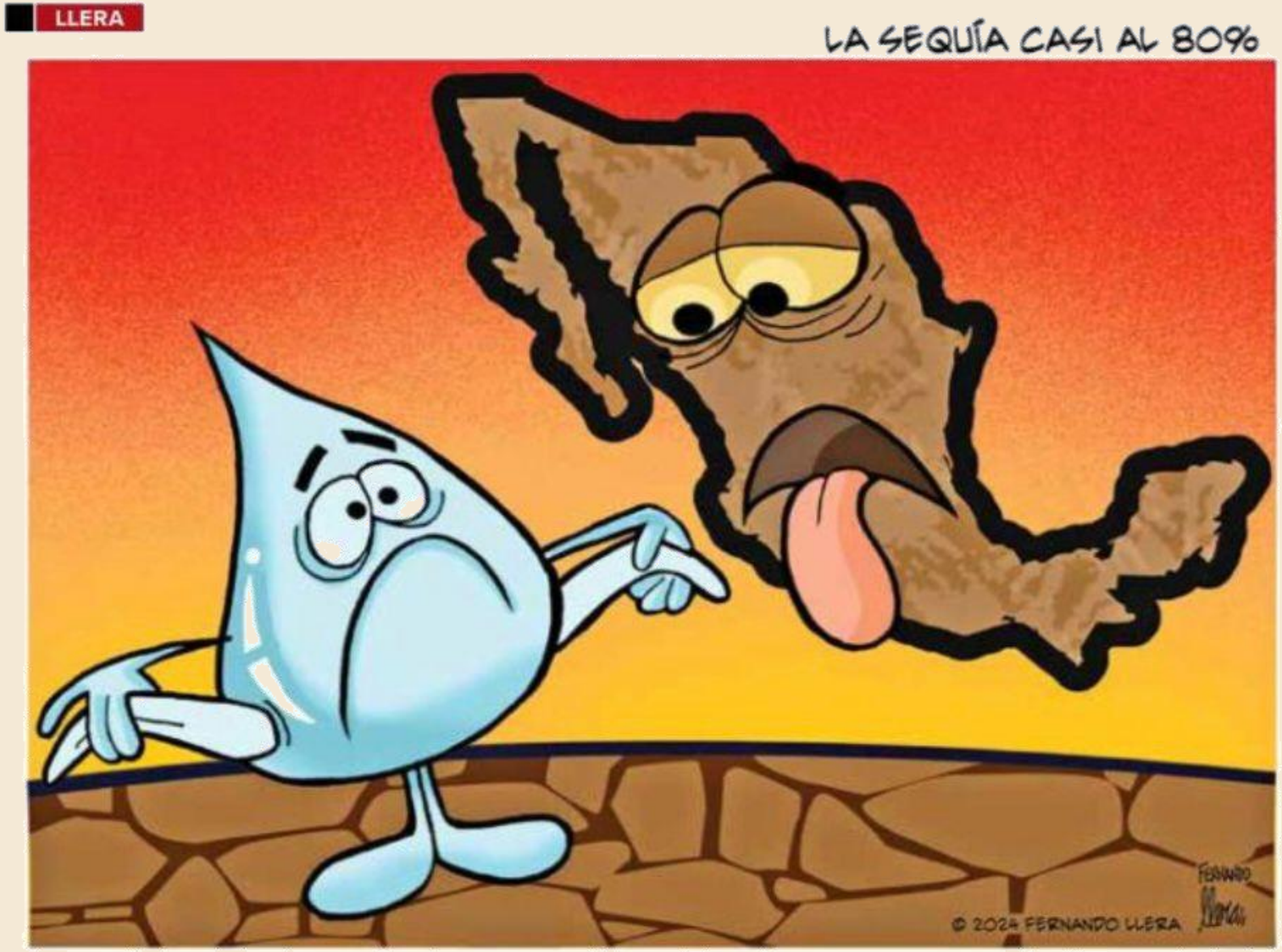
Agenda

1. Seguridad hídrica

2. La desalación

3. Caso de éxito

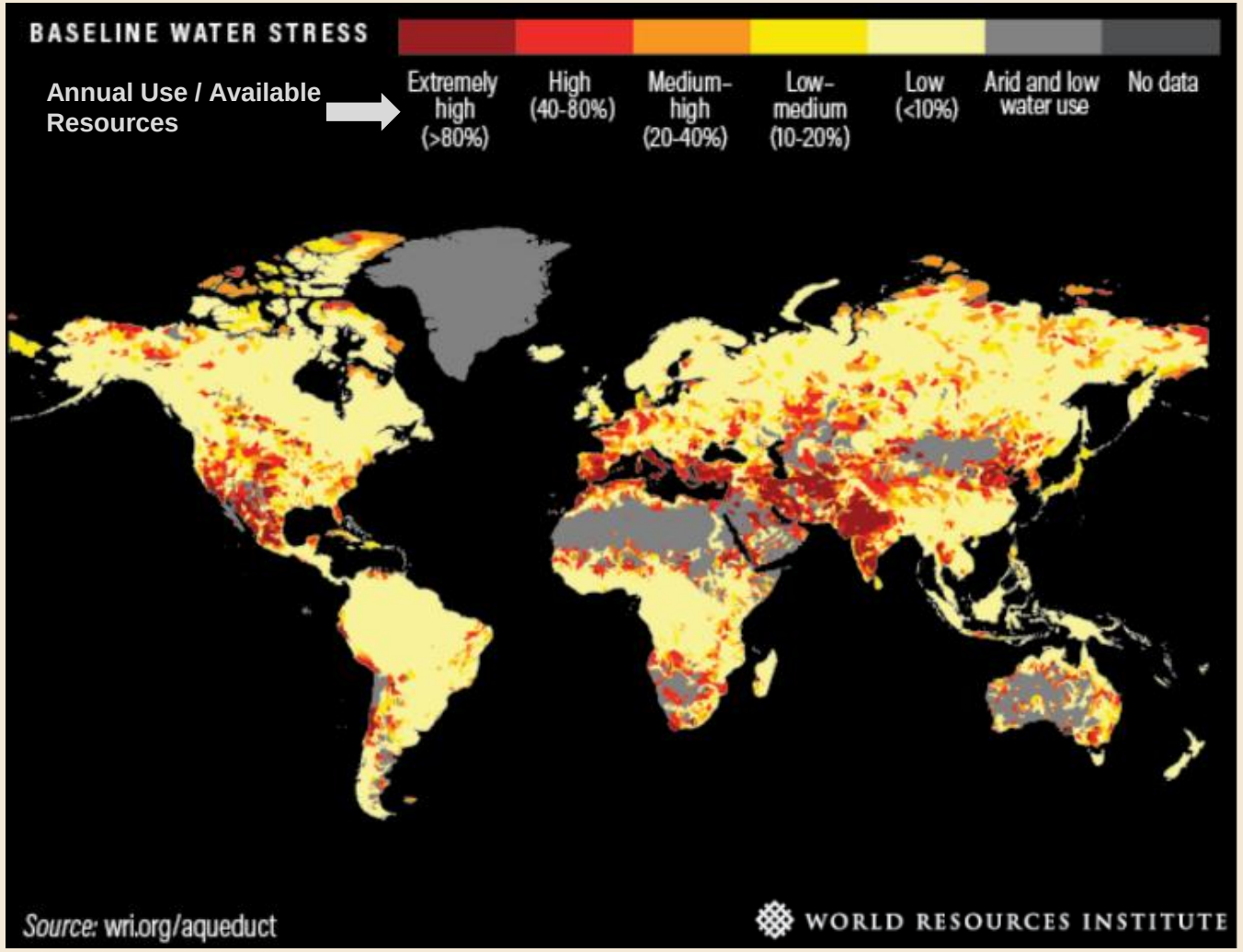
4. Conclusiones



1. La seguridad hídrica

Presa el Carrizo, Tecate, B.C., Conagua, 2023

Estrés Hídrico en el mundo



EXTREMELY HIGH BASELINE WATER STRESS

1. Qatar
2. Israel
3. Lebanon
4. Iran
5. Jordan
6. Libya
7. Kuwait
8. Saudi Arabia
9. Eritrea
10. United Arab Emirates
11. San Marino
12. Bahrain
13. India
14. Pakistan
15. Turkmenistan
16. Oman
17. Botswana

HIGH BASELINE WATER STRESS

18. Chile
19. Cyprus
20. Yemen
21. Andorra
22. Morocco
23. Belgium
24. México
25. Uzbekistan
26. Greece
27. Afghanistan
28. Spain
29. Algeria
30. Tunisia
31. [illegible]
32. Turkey
33. Albania
34. Armenia
35. Burkina Faso
36. Djibouti
37. Namibia
38. Kyrgyzstan
39. Niger
40. Nepal
41. Portugal
42. Iraq
43. Egypt
44. Italy

MEDIUM-HIGH BASELINE WATER STRESS

45. Thailand
46. Azerbaijan
47. Sudan
48. South Africa
49. Luxembourg
50. Australia
51. Tajikistan
52. Macedonia
53. South Korea
54. Bulgaria
55. Mongolia
56. China
57. Guatemala
58. Estonia
59. France
60. Kazakhstan
61. Mauritania
62. Germany
63. Lesotho
64. Denmark
65. Indonesia
66. Peru
67. Venezuela
68. Cuba

LOW-MEDIUM BASELINE WATER STRESS

69. North Korea
70. Romania
71. United States
72. Zimbabwe
73. Dominican Republic
74. Haiti
75. Japan
76. Angola
77. Sri Lanka
78. El Salvador
79. Tanzania
80. Netherlands
81. Ecuador
82. Lithuania
83. Philippines
84. South Sudan
85. Ukraine
86. Poland
87. Chad
88. Senegal
89. United Kingdom
90. Georgia
91. Nigeria
92. Argentina
93. Czech Republic
94. Russia
95. Bolivia
96. Ethiopia
97. Bosnia and Herzegovina
98. Swaziland
99. Moldova
100. Somalia

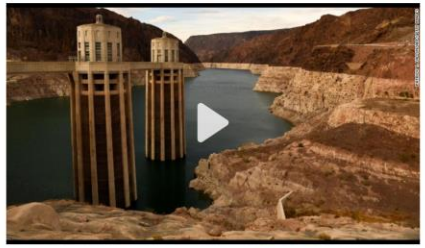
LOW BASELINE WATER STRESS

Estrés Hídrico en el México

3.28

(Valor máximo: 5)

Índice de estrés hídrico Baja California



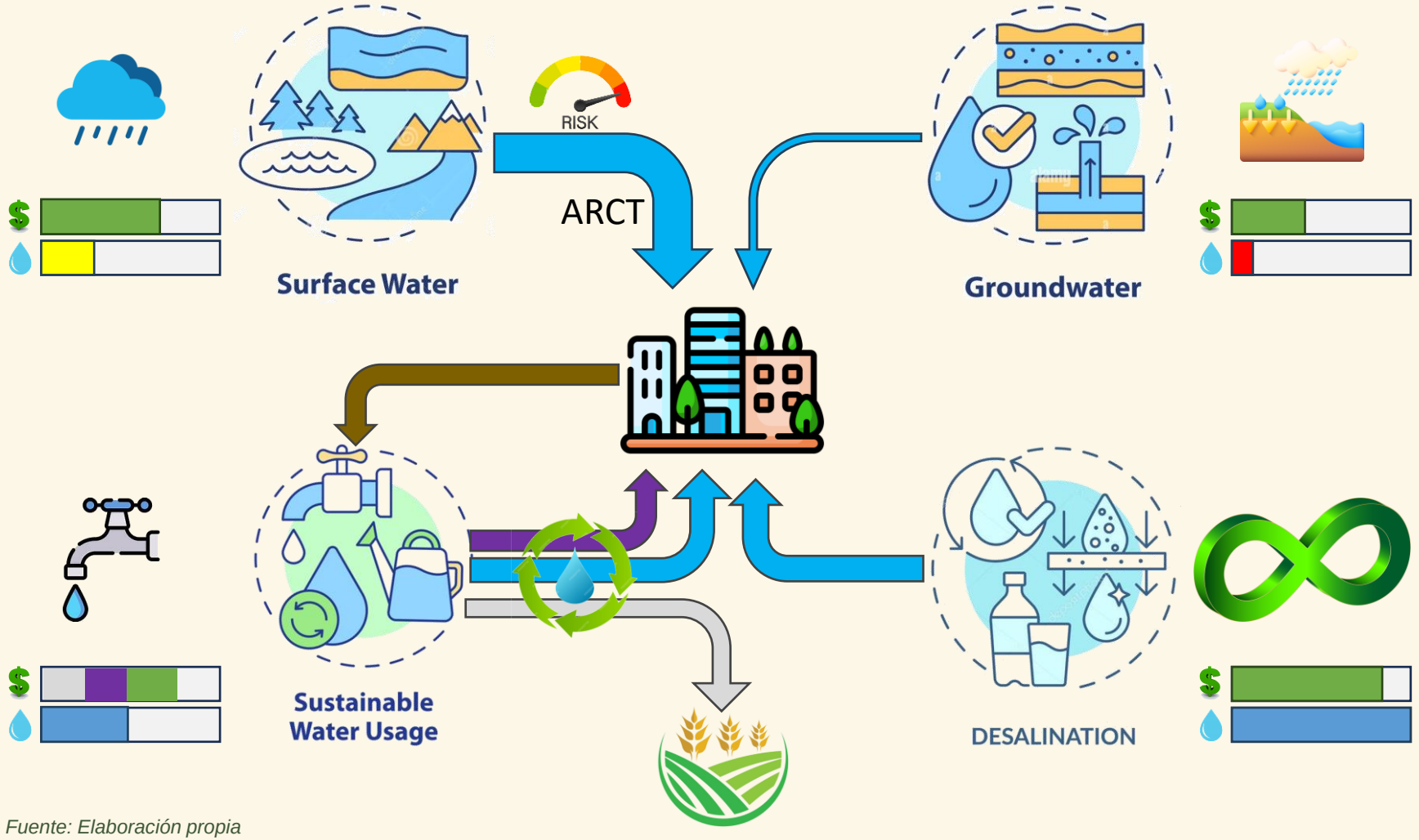
Histórica sequía en el Río Colorado provoca cortes de agua en estados del suroeste

Seguridad hídrica

Dimensiones

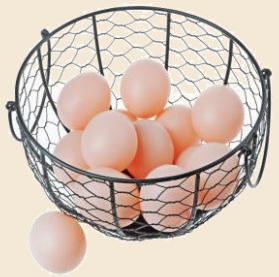
Fuente: Alianza Latinoamericana de fondos de agua
Tomado de: https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/seguridad-hidrica

Seguridad hídrica - Zona Costa BC



Fuente: Elaboración propia

Fuentes alternas



Fuentes seguras

2. La desalación

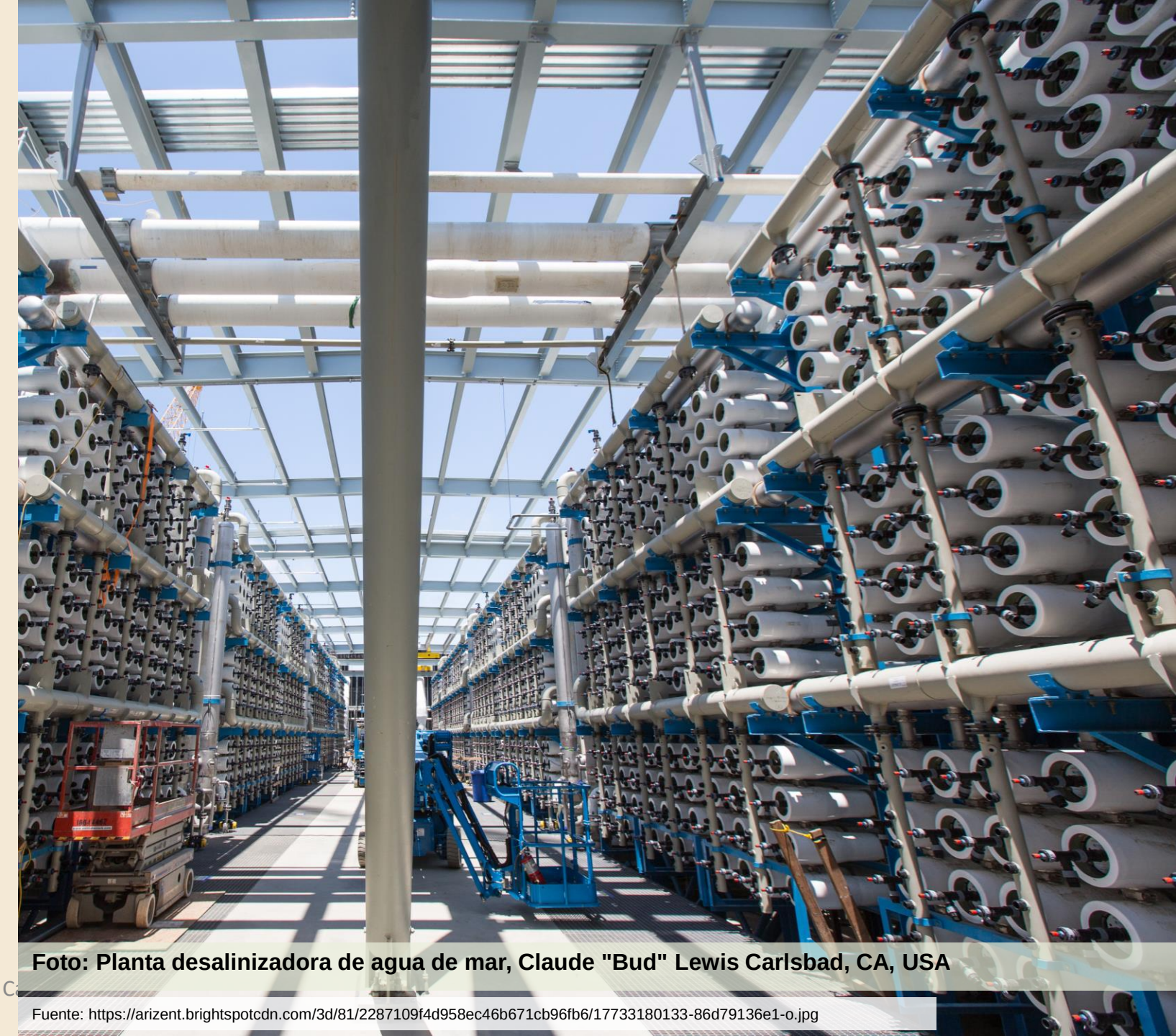
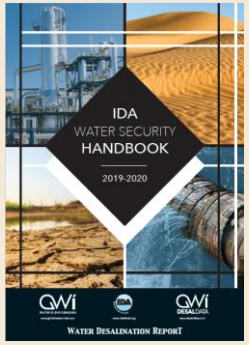


Foto: Planta desalinizadora de agua de mar, Claude "Bud" Lewis Carlsbad, CA, USA

Fuente: https://arizent.brightspotcdn.com/3d/81/2287109f4d958ec46b671cb96fb6/17733180133-86d79136e1-o.jpg

Desalación en el mundo



N° Plantas	Descripción	Capacidad (m^3/d)
20,921	**Total**	**114,197,005**
3,820	En paro	7,176,175
16,750	(a) En operación	95,194,498
351	(b) En construcción	11,826,332
17,101	**(a + b) Suma**	**107,020,830**

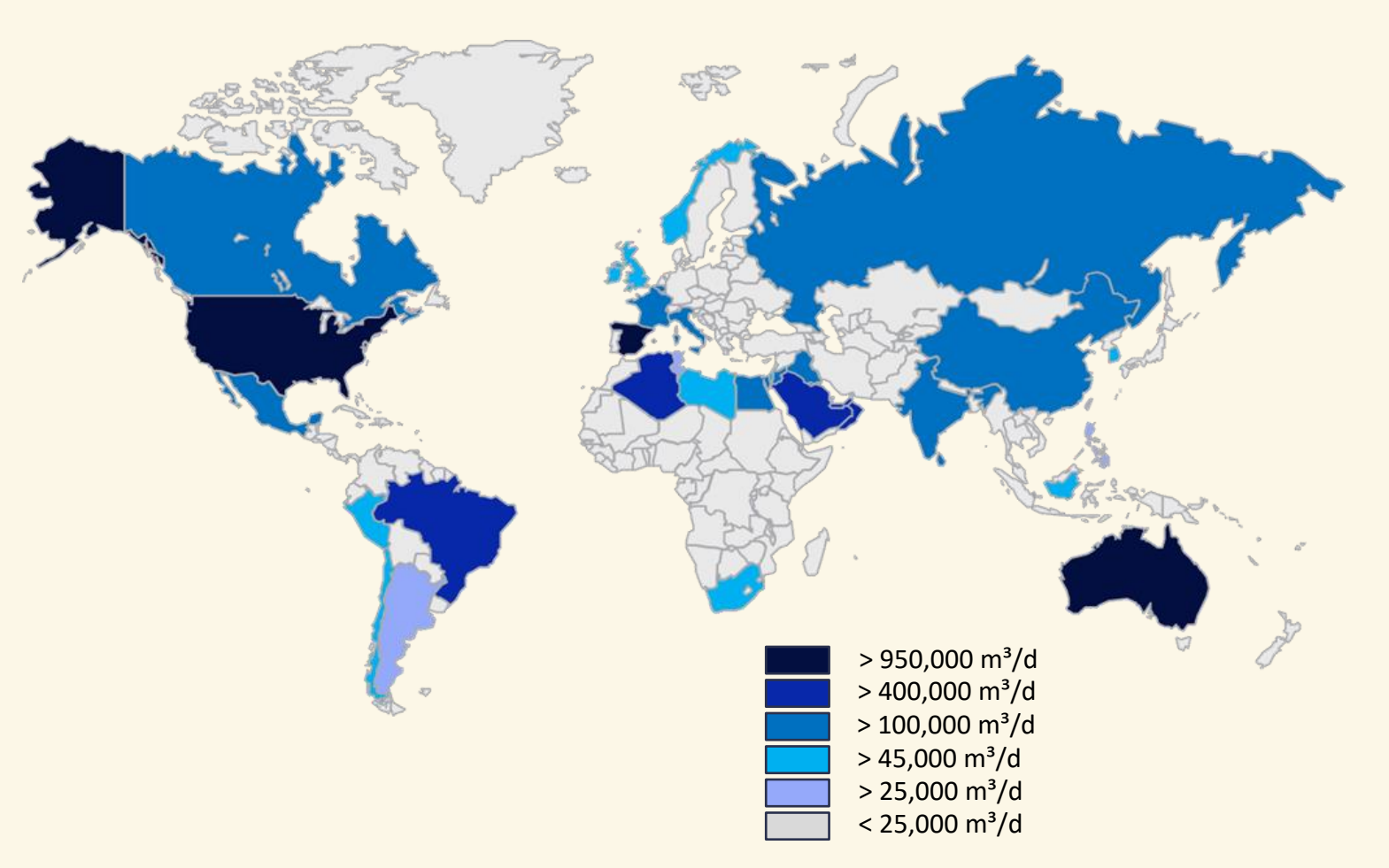
Proyecto Rosarito: 190 m^3/d 1ª F
380 m^3/d 1ª F

20 900 Desaladoras (>100,000 m^3/día)

180 Países

114 000 000 m^3/día Capacidad Acumulada

350 Millones de personas beneficiadas



Principales retos de la desalación

Retos

Energéticos

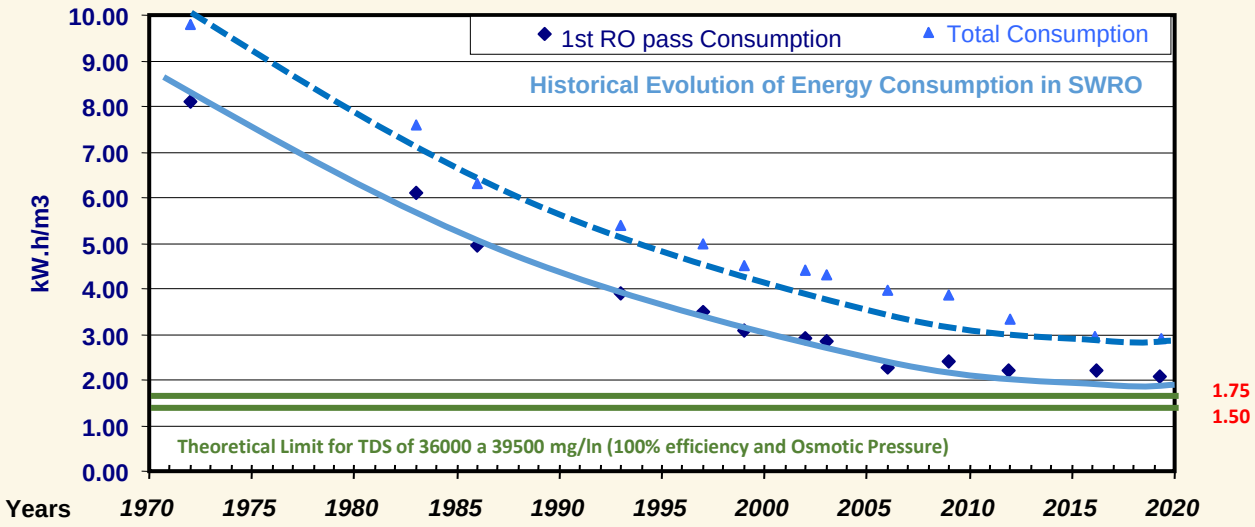
- Consume **grandes cantidades** de energía
- Contribuye al **cambio climático**

Ambientales

- La salmuera es **tóxica**
- Los químicos y otros productos utilizados regularmente son **descargados al mar** causando daño
- Es **dañina** para el medio **ambiente marino**

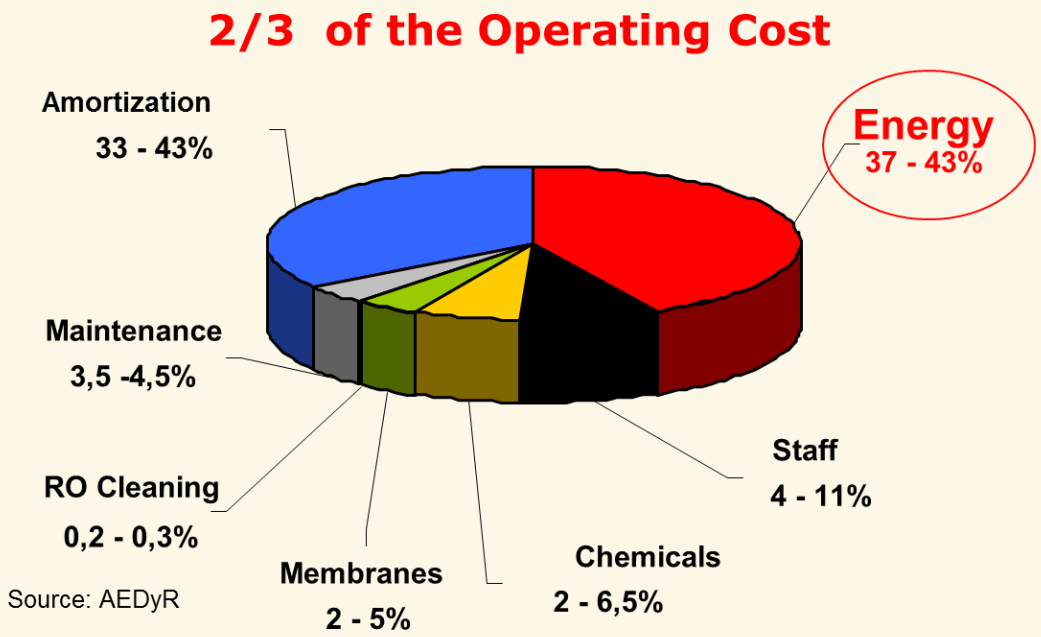
Fuente: https://idadesal.org/e-library/environmental-stewardship/

Consumo de Energía



OPEX

- SWRO: potencial **reducción de 0.2-0.3 kW-h/m^3**
- Aprovechar las **Energías Renovables**
- Minimizar la "Huella de Carbono"
- **Reducir costo de Energía** (1.5 a 0.08/kW.h)



The Energy is the Key Factor

Experiencias internacionales
Uso de Energías Renovables

Barcelona, Spain

200,000 m3/day

En servicio desde 2009

2ª más grande en Europa

Páneles FV - 1,3 MW, 20.372 m^2

Modelo de contrato: DBO 4 años

Melbourne, Australia

450,000 m^3/day

En servicio desde 2012

3ª más grande del mundo

Renewable Energy Certificate(REC)

"**Green Plant**" en 225 Ha

"0" Huella de Carbono

Modelo de contrato: BOT 20 años

Perth, Australia

145 000 m3/día

En servicio desde 2006

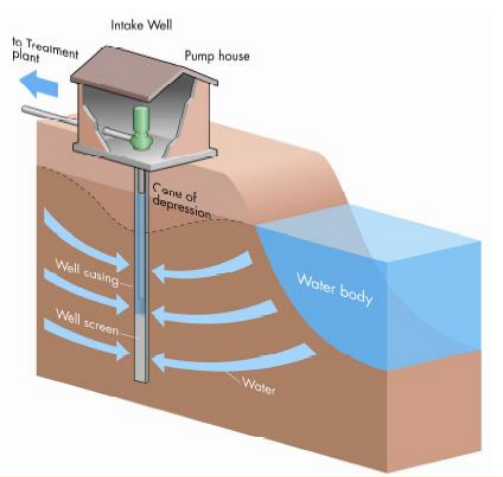
1ª Desaladora de Osmosis alimentada por **Energía Eólica**

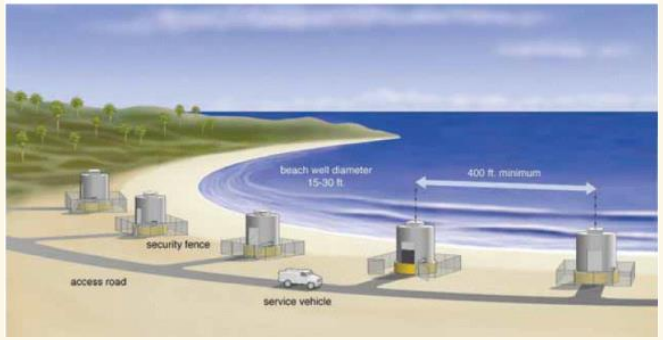
"0" Huella de Carbón

Modelo de contrato: BOT 25 años

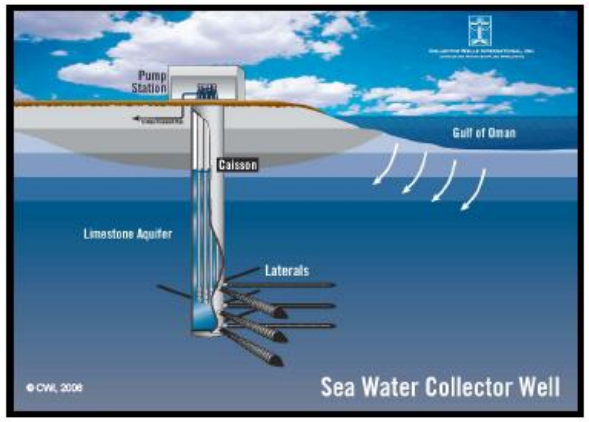
Obra de toma y descarga de salmuera

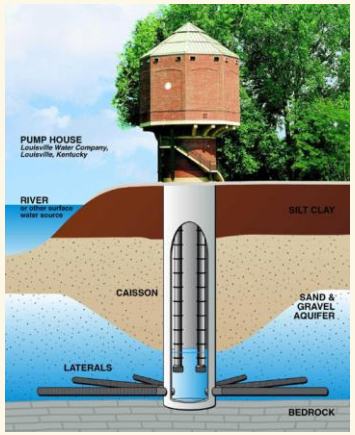
Pozos



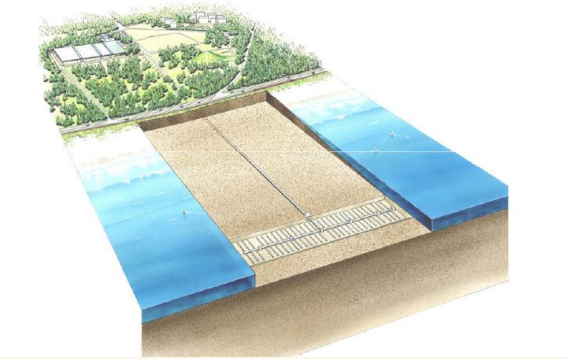


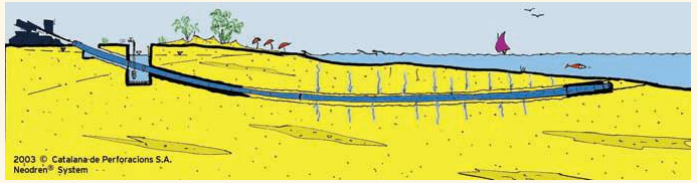
Toma directa





Descarga





Descarga de salmuera

OBJETIVOS

Dispersión de la salmuera

Evitar descarga de contaminantes (sólidos, químicos)

Mantener el oxígeno disuelto

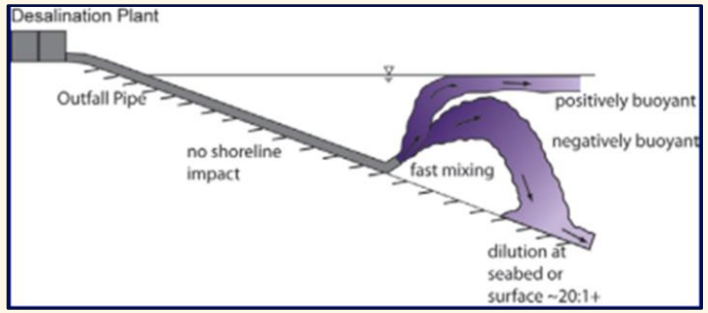
SALMUERA *VS* EVAPORACIÓN

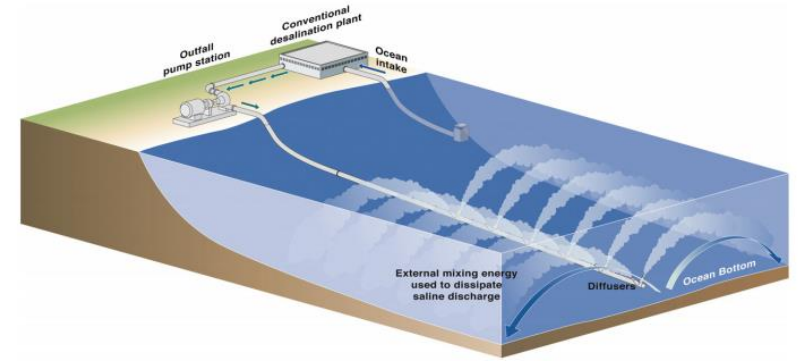
Evaporación del mar
502 800 km^3/año

Descargas de Salmuera al mar
(SW Desal = 60%)

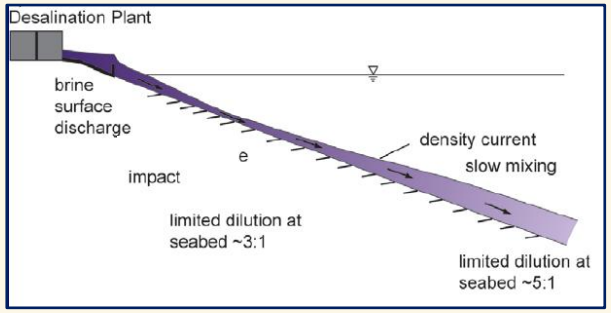
24.9 km^3/año

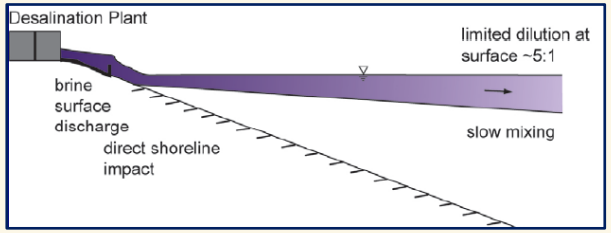
Descarga dedicada: difusores
Dilución > 20:1





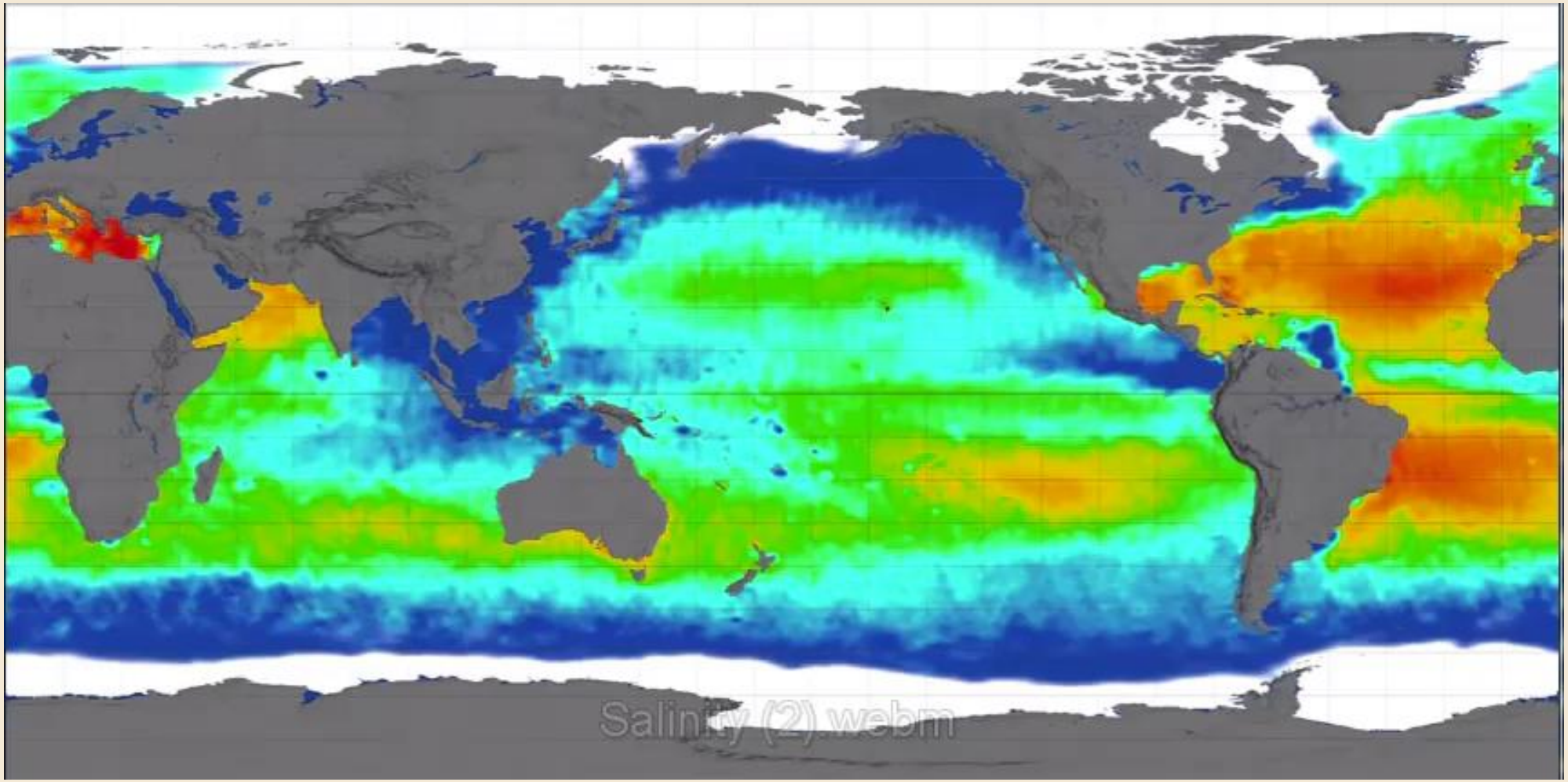
Descarga compartida con Centrales Eléctricas: Canal
Pre-dilución > 4:1
Dilución > 20:1

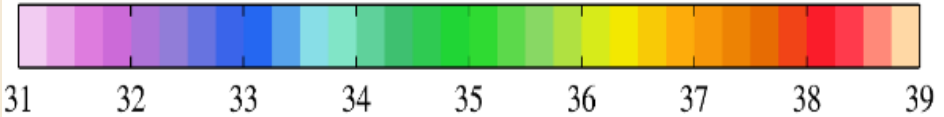




Salmuera descargada al mar
0.005% de la evaporación mundial

Variaciones de salinidad en océanos





Fuente: Aquarius Sea Surface Salinity from Space, NASA; https://www.youtube.com/watch?v=-KNmJAlLnMA

3. Caso de éxito

PLANTA DESALINIZADORA

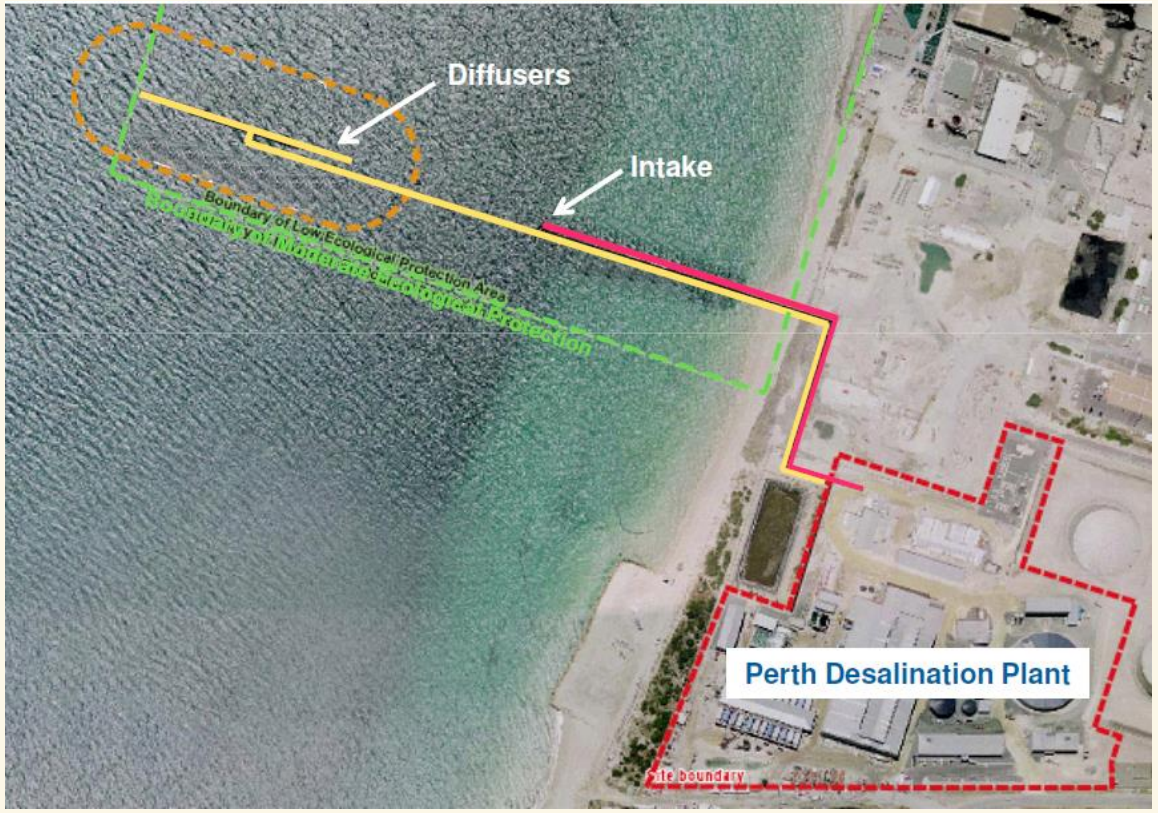
PERTH, AUSTRALIA

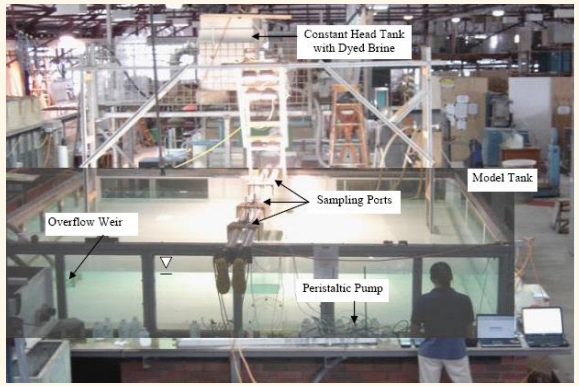
Water Corporation Western

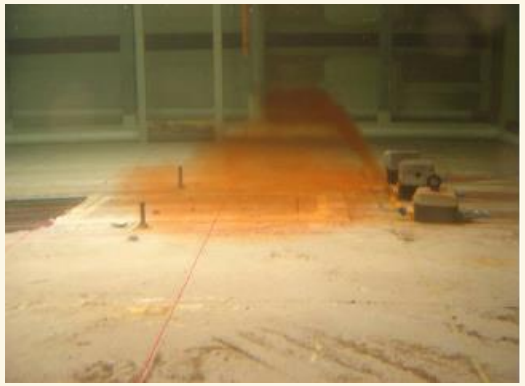
145,000 m^3/d (1,678 lps)

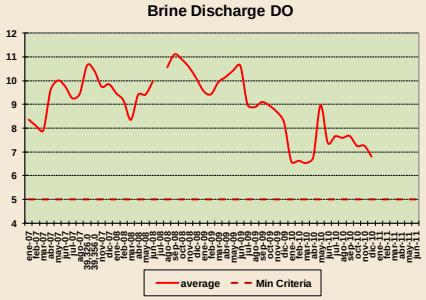
“CERO” Huella de Carbón

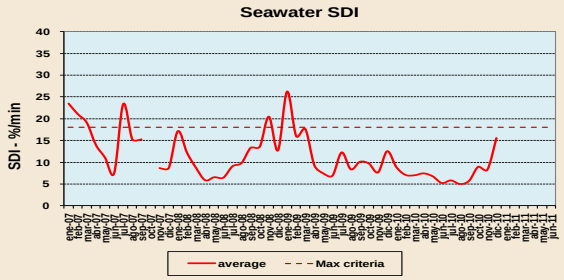
Obra de toma y descarga de salmuera

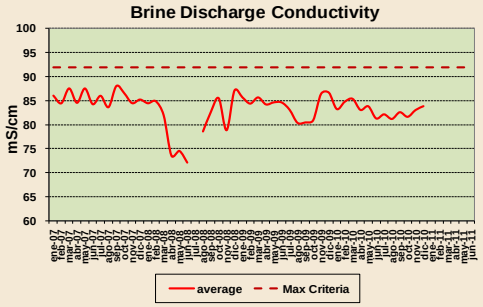


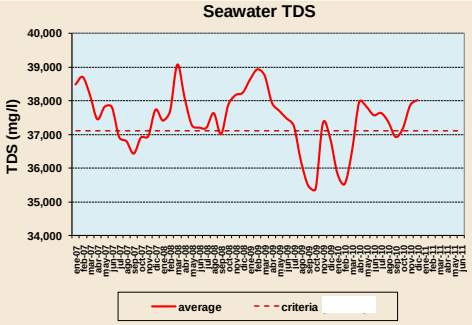












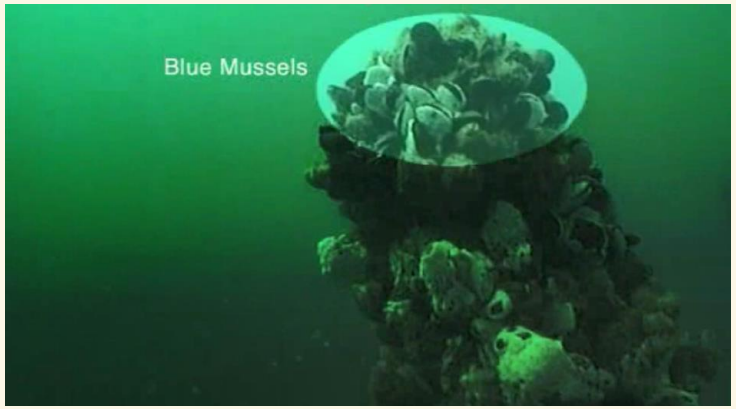
PERTH SWRO 145,000 m^3/d

Water Corporation Western Australia

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=qAcxK5mYtSc

Under the sueface – a un año de operación

Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=qAcxK5mYtSc



4. Conclusiones

Foto: Planta desalinizadora de agua de mar, Antofagasta, Chile

Fuente: https://pm.portalminero.com/images/noticias/6012bfc57e939.jpg

Principales retos de la desalación

Retos

Energéticos

- Consume **grandes cantidades** de energía
- Contribuye al **cambio climático**

Ambientales

- La salmuera es **tóxica**
- Los químicos y otros productos utilizados regularmente son **descargados al mar** causando daño
- Es **dañina** para el medio **ambiente marino**

Conclusiones

- Es una de las tecnologías energéticamente más eficientes. La RO puede consumir menos de **3.5 kWh/m^3**
- La tendencia es migrar hacia **fuentes de energía renovables**

- Salmuera: **misma sal** del agua de mar, solo **más concentrada**. Se diluye en los puntos de descarga
- En operación normal, los químicos y otros productos **son biodegradables** y **no se descargan al mar**
- Estudios en todo el mundo han demostrado que **no hay impacto al medio marino** si se siguen las buenas prácticas de diseño y operación

Fuente: https://idadesal.org/e-library/environmental-stewardship/

Recomendaciones

Obra de toma

- Calidad de agua de mar (perfil x,y)
  - Descargas de agua residuales
  - Influencia de ríos o estuarios
  - Actividad portuaria (turbiedad, grasas y aceites)
- Mareas, corrientes y vientos
- Batimetría, perfil y tipo de lecho marino
- Especies de flora y fauna (incluyendo las protegidas)
- ……

Descarga de salmuera

- Estudio de pluma de descarga de salmuera
  - Prevenir contaminación cruzada de toma
  - Dilución e impacto en el medio y vida marinos

Energía limpia y eficiencia energética

- Fotovoltaica, eólica, cogeneración
- Tecnologías y equipamiento de bajo consumo de energía

Eficiencia operativa

- Eficiencia física de redes
- Privilegiar agua barata
- Circuitos hidráulicos

Evaluación de proyecto

- Financiamiento blando
- Fuente de pago
- Estructura tarifaria (precios diferenciados, subsidios cruzados)

BENCHMARKING

Aprovechar lo mejor

Evitar lo peor

CONSEJO Ciudadano B.C.

GRACIAS

INICIATIVA RIO TIJUANA INITIATIVE

ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIDRÁULICA

664-494-5896

eduardo.sanchez@riotijuana.org
eduardo.sanchezco@udlap.mx

UDLAP

BUAP

Tecnológico de Monterrey