



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Estrategias de Comercialización  
para una Planta Desaladora Modular  
Geotérmica (DMG)**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Ingeniera Industrial**

**P R E S E N T A**

Salma Valadez Jalife

**DIRECTOR DE TESIS**

M.I. Eduardo Pérez González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ➤ AGRADECIMIENTOS ➤

*A mi papá, quien fue mi pilar durante el arduo proceso de escribir esta tesis y quien me sostuvo en los momentos difíciles en los que dudé de mí. Tu amor como papá es único en el universo y agradezco que estemos juntos en esta vida.*

*A mi mamá, quien siempre confió plenamente en mí y en que lo iba a lograr, aunque me tomara tiempo. Eres una energía inspiradora en cumplir tus sueños y espero ser tan valiente como tú para también hacer realidad los míos. Te agradezco infinitamente que me apoyas incondicionalmente, espero reflejarte que yo también te apoyo y que puedes contar conmigo siempre.*

*A mi hermana, el ser más cariñoso, quien me recibió en esta vida como cómplice para acompañarnos y no sentirnos solas. Caminas cada etapa desafiándote, arriesgándote y mostrándome que lo imposible es un mito. El amor que tienes es muy especial, y soy muy feliz de poder estar cerca de tu luz, gracias Vani.*

*A mi abuela Teté, quien es una inspiración para mí y seguramente para todos los que la conocen. Con una trayectoria inigualable como mujer, deportista y universitaria de la misma UNAM, tu ejemplo verdaderamente vive en mí.*

*A Memo, quien sin duda fue mi porrista #1 en este proceso. Tu confianza en mí es una fuerza imparable, como si fueran grandes olas del mar que llegan a darme la vuelta para regresar a mis sentidos. Gracias por tu sonrisa, tus palabras y consejos, tu compañía y por tu amor.*

*A Luis V., quien me demostró que una verdadera amistad se vuelve más fuerte en los tiempos más difíciles. Sigamos encontrándonos en diferentes partes del mundo y cumpliendo nuestros sueños.*

*A mis amigos, quienes hicieron de este camino universitario uno muy divertido e inolvidable. Sé que tenemos una amistad para la vida.*

*A mi familia, quien me ha formado en la persona que soy gracias a su gran cariño. Agradezco tener la fortuna de rodearme de su unión, apoyo y amor.*

*A Dayra, quien tuvo un rol muy importante en el apoyo emocional para completar este proceso. Tu escucha y tus palabras me han transformado, y valoro mucho el tiempo que me has dado con mucho cariño.*

*A Lalo, mi director de tesis, quien no solo me guió con sus consejos sino con su confianza en mí. Hubo un antes y un después desde que me empezaste a apoyar, me siento muy agradecida de que hayas sido mi asesor.*

*A la UNAM, por ofrecer una gran educación a través de grandes maestros, becas, instalaciones únicas en la Ciudad Universitaria, oferta cultural espectacular, diversidad y también por brindarme la oportunidad de realizar un intercambio semestral en el extranjero.*

*Al Grupo iiDEA, quien me recibió con entusiasmo y grandes oportunidades para seguirme desarrollando académica y profesionalmente.*

*A mis sinodales del examen profesional, quienes me acompañan en el cierre de este proceso.*

*Les dedico este trabajo como muestra del gran esfuerzo que hice para culminar mi carrera en Ingeniería Industrial de una manera que me hace sentir muy orgullosa y feliz.*

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	1
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABLAS.....	7
NOMENCLATURA .....	9
PRESENTACIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN .....	11
<b>PARTE 1 – ANTECEDENTES</b> .....	<b>13</b>
<b>1.- RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>14</b>
1.1.- Escenario Internacional .....	15
1.2.- México en el Contexto Mundial.....	17
1.3.- Contexto Nacional .....	22
1.4.- Península de Baja California .....	27
<b>2.- DESALACIÓN</b> .....	<b>33</b>
2.1.- Proceso de Desalación .....	34
2.2.- Tecnologías de Desalación .....	36
2.2.1 <i>Tecnologías de Membranas</i> .....	36
2.2.2 <i>Tecnologías Térmicas</i> .....	37
2.3.- Sustentabilidad e Impacto Ambiental .....	39
2.4.- Desalación con Energías Renovables.....	40
2.5.- Legislación y Normatividad en México.....	41
<b>3.- ENERGÍA GEOTÉRMICA</b> .....	<b>43</b>
3.1.- Escenario Internacional .....	46
3.2.- Contexto Nacional .....	47
3.3.- Península de Baja California .....	50
3.4.- Usos Directos de la Geotermia.....	52
<b>4.- DESALADORA MODULAR GEOTÉRMICA (DMG)</b> .....	<b>56</b>
4.1.- Análisis Energético (Térmico y Eléctrico) .....	57
4.2.- Análisis Técnico-Operativo.....	58
4.3.- Proceso y Prototipo de la DMG .....	59
4.3.1 <i>Proceso de Desalación con Geotermia de Baja Entalpía</i> .....	59
4.3.2 <i>Características del Sistema DMG</i> .....	60
4.3.3 <i>Prototipo del Sistema DMG</i> .....	60
4.3.4 <i>Manufactura y Pruebas</i> .....	61
4.3.5 <i>Escalamiento del Prototipo</i> .....	62
4.4.- Evaluación Técnico-Económica .....	63

<b>PARTE 2 – DESARROLLO .....</b>	<b>66</b>
<b>5.- ANÁLISIS DE MERCADO .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1.- Segmentación del Mercado .....</b>	<b>69</b>
5.1.1 <i>Segmentación Geográfica .....</i>	<i>69</i>
5.1.2 <i>Segmentación Demográfica .....</i>	<i>77</i>
5.1.3 <i>Resultados de la Segmentación del Mercado .....</i>	<i>97</i>
<b>5.2.- Análisis de la Oferta y la Demanda.....</b>	<b>98</b>
5.2.1 <i>Análisis de la Oferta .....</i>	<i>98</i>
5.2.2 <i>Análisis de la Demanda.....</i>	<i>118</i>
5.2.3 <i>Resultados del Análisis de la Oferta y la Demanda .....</i>	<i>126</i>
<b>5.3.- Análisis de la Competencia.....</b>	<b>132</b>
5.3.1 <i>Tabla Comparativa.....</i>	<i>142</i>
5.3.2 <i>Mapa de Posicionamiento Competitivo .....</i>	<i>143</i>
5.3.3 <i>Matriz FODA .....</i>	<i>144</i>
5.3.4 <i>Resultados del Análisis de la Competencia .....</i>	<i>145</i>
<b>5.4.- Conclusiones del Análisis de Mercado.....</b>	<b>148</b>
<b>6.- ANÁLISIS COMERCIAL .....</b>	<b>151</b>
6.1.- Aspectos Técnico-Económicos .....	151
6.2.- Aspectos Socio-Ambientales.....	158
6.3.- Análisis de Riesgos .....	164
6.4.- Estrategias de Comercialización.....	168
6.5.- Conclusiones del Análisis Comercial .....	176
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>179</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>182</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>201</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de la PBC mostrando línea de costa y manifestaciones geotérmicas .....	12
<b>Figura 2.</b> Distribución mundial del agua .....	14
<b>Figura 3.</b> Extracciones mundiales de agua, 1900-2010 .....	15
<b>Figura 4.</b> La intensidad de agua y energía en las plantas industriales .....	16
<b>Figura 5.</b> Nivel de estrés hídrico físico .....	16
<b>Figura 6.</b> Gráficas de estrés hídrico [%] de 1988 a 2022.....	18
<b>Figura 7.</b> Evolución del agua desalinizada producida en Arabia Saudita .....	20
<b>Figura 8.</b> Mapa de las RHA de México y el contraste regional de agua renovable y desarrollo.....	22
<b>Figura 9.</b> Mapa del grado de presión sobre los recursos hídricos de las RHA de México en 2017 ...	24
<b>Figura 10.</b> Agua renovable per cápita y grado de presión de las RHA de México en 2017 y 2030....	26
<b>Figura 11.</b> Grado de presión del recurso hídrico de los municipios de la PBC (2010).....	27
<b>Figura 12.</b> Infraestructura y recorrido del ARCT .....	29
<b>Figura 13.</b> Calidad del agua subterránea de Baja California 2017 .....	30
<b>Figura 14.</b> Condición de los acuíferos, izquierda Baja California y derecha Baja California Sur.....	30
<b>Figura 15.</b> Calidad del agua subterránea de Baja California Sur 2017 .....	31
<b>Figura 16.</b> Crecimiento del número de plantas de desalación mundialmente, 1960-2020 .....	33
<b>Figura 17.</b> Esquema del Proceso de Desalación .....	34
<b>Figura 18.</b> Clasificación de las Tecnologías de Desalinización por Tipo de Proceso .....	36
<b>Figura 19.</b> Esquemas de los fenómenos de ósmosis natural y ósmosis inversa .....	37
<b>Figura 20.</b> Modelo conceptual de un sistema geotérmico hidrotermal.....	43
<b>Figura 21.</b> Método de transformación de la energía geotérmica en eléctrica .....	45
<b>Figura 22.</b> Capacidad instalada geotermoeléctrica mundial en 2010 .....	46
<b>Figura 23.</b> Capacidad instalada geotermoeléctrica mundial en MWe, 2020.....	46
<b>Figura 24.</b> Generación de energía geotérmica TWh, 2000-2020 .....	47
<b>Figura 25.</b> Potencial geotérmico del país .....	48
<b>Figura 26.</b> Mapa del flujo de calor y los recursos geotérmicos de México .....	49
<b>Figura 27.</b> Mapa de la PBC, campos geotérmicos Cerro Prieto (BC) y Tres Vírgenes (BCS) .....	50
<b>Figura 28.</b> Zonas geotérmicas de la PBC .....	51
<b>Figura 29.</b> Distribución de usos directos de geotermia por continente, en porcentaje de MWt .....	52
<b>Figura 30.</b> Categoría de utilización de energía geotérmica en usos directos en el mundo, 2020 .....	53
<b>Figura 31.</b> Crecimiento de la capacidad instalada de los usos directos de la geotermia .....	53
<b>Figura 32.</b> Diagrama del sistema MED-LE .....	57
<b>Figura 33.</b> Proceso de desalación con energía geotérmica de baja entalpía (DMG).....	59
<b>Figura 34.</b> Esquema de la configuración de la DMG .....	60
<b>Figura 35.</b> Primer prototipo del sistema DMG de 1.2m <sup>3</sup> /día .....	61
<b>Figura 36.</b> Imágenes del proceso de manufactura .....	61
<b>Figura 37.</b> Imágenes de las pruebas preliminares .....	62
<b>Figura 38.</b> Imágenes de las pruebas en campo .....	62
<b>Figura 39.</b> Prototipo del sistema DMG.....	62
<b>Figura 40.</b> Producción de agua destilada sistema DMG.....	63
<b>Figura 41.</b> Mapa de los puntos geotérmicos en la PBC.....	71
<b>Figura 42.</b> Vista satelital de zona La Joya .....	75
<b>Figura 43.</b> Vista satelital de zona San Felipe.....	75
<b>Figura 44.</b> Vista satelital de zona Cabo San Lucas .....	76
<b>Figura 45.</b> Ubicación de la localidad La Joya .....	78
<b>Figura 46.</b> Condición de los acuíferos: Ensenada y Maneadero .....	80
<b>Figura 47.</b> Intrusión salina en los acuíferos: Ensenada y Maneadero .....	80
<b>Figura 48.</b> Valle Agrícola de Maneadero .....	82
<b>Figura 49.</b> Ubicación de la localidad San Felipe .....	88
<b>Figura 50.</b> Condición del acuífero San Felipe-Punta Estrella.....	89
<b>Figura 51.</b> Intrusión salina del acuífero San Felipe-Punta Estrella.....	89
<b>Figura 52.</b> Ubicación de la localidad Cabo San Lucas .....	92

<b>Figura 53.</b> Condición del acuífero Cabo San Lucas .....	93
<b>Figura 54.</b> Intrusión salina del acuífero Cabo San Lucas .....	93
<b>Figura 55.</b> Disponibilidad del acuífero Cabo San Lucas .....	93
<b>Figura 56.</b> Mapa de las plantas potabilizadoras públicas en BC (izquierda) y BCS (derecha) .....	99
<b>Figura 57.</b> Desaladora OI de paneles solares .....	134
<b>Figura 58.</b> Planta desaladora compacta .....	135
<b>Figura 59.</b> Gráfica de evolución del tráfico orgánico para las 4 empresas con página web .....	140
<b>Figura 60.</b> Gráfica de evolución del tráfico de pago para las 4 empresas con página web .....	140
<b>Figura 61.</b> Resultados del análisis de la competencia con <i>Metricool</i> .....	141
<b>Figura 62.</b> Mapa de posicionamiento competitivo .....	143
<b>Figura 63.</b> Matriz FODA .....	144
<b>Figura 64.</b> Proceso del análisis de mercado .....	148
<b>Figura 65.</b> Efecto del ahorro energético de una planta MED al utilizar energía geotérmica .....	152
<b>Figura 66.</b> Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Baja California .....	153
<b>Figura 67.</b> Sistema integral de uso en cascada de la energía geotérmica .....	155
<b>Figura 68.</b> Sistema integrado de uso en cascada con recurso geotérmico de baja entalpía integrando la planta DMG, para la zona geotérmica de La Joya .....	156
<b>Figura 69.</b> Comparativo de los costos históricos de desalación .....	157
<b>Figura 70.</b> Comparación del modelo de dispersión de salmuera con difusores elevados. ....	161
<b>Figura 71.</b> Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) .....	162
<b>Figura 72.</b> Proceso para iniciar comercialización .....	168
<b>Figura 73.</b> Diagrama de actividades con el flujo de proceso del trabajo de tesis .....	179



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Los 5 países con mayor grado de presión sobre los recursos hídricos, Israel y México .....	17
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de estrés hídrico de 1988 a 2022 de Kuwait, Arabia Saudita, Israel y México ...	18
<b>Tabla 3.</b> Grado de presión sobre los Recursos Hídricos de las RHA de México .....	23
<b>Tabla 4.</b> Agua renovable per cápita 2017 y proyección 2030 de las RHA de México .....	26
<b>Tabla 5.</b> Población en la Península de Baja California .....	28
<b>Tabla 6.</b> Resumen de proyectos para cerrar la brecha hídrica de la PBC .....	28
<b>Tabla 7.</b> Plantas Desalinizadoras en el Estado de Baja California Sur .....	32
<b>Tabla 8.</b> Salinidad de diferentes tipos de agua y energía mínima para separación.....	34
<b>Tabla 9.</b> Fuentes de energía renovable que mejor aplican a las diferentes tecnologías de desalación, respecto al tipo de fluido a desalar .....	40
<b>Tabla 10.</b> Tecnologías de desalinización con energías renovables.....	41
<b>Tabla 11.</b> Clasificación de los sistemas geotérmicos por temperatura del fluido y su capacidad de generación eléctrica (MWe) .....	44
<b>Tabla 12.</b> Capacidad instalada en México .....	48
<b>Tabla 13.</b> Zonas geotérmicas de la PBC.....	51
<b>Tabla 14.</b> Líderes mundiales en usos directos de energía geotérmica .....	52
<b>Tabla 15.</b> Comparación entre sistemas de desalación con recurso geotérmico de baja entalpía ....	57
<b>Tabla 16.</b> Parámetros de rendimiento del sistema DMG .....	58
<b>Tabla 17.</b> Características operativas MED y DMG .....	60
<b>Tabla 18.</b> Límites mínimos del precio del agua y costo de la DMG, por zona de estudio .....	64
<b>Tabla 19.</b> Indicadores de rentabilidad para la planta DM .....	64
<b>Tabla 20.</b> Volumen concesionado para usos consuntivos por entidad federativa .....	68
<b>Tabla 21.</b> Características del agua potable y su potabilización, por entidad federativa .....	68
<b>Tabla 22.</b> Puntos geotérmicos de la PBC .....	70
<b>Tabla 23.</b> Código de colores y rangos de los parámetros temperatura y distancia a la costa .....	72
<b>Tabla 24.</b> Código de colores: calificación numérica y rango de calificación para el veredicto .....	72
<b>Tabla 25.</b> Tabla del análisis de viabilidad y los resultados (veredicto).....	72
<b>Tabla 26.</b> Población por localidad de las zonas geotérmicas y el veredicto de su relevancia.....	74
<b>Tabla 27.</b> Datos de la zona geotérmica La Joya, Ensenada (BC).....	75
<b>Tabla 28.</b> Datos de la zona geotérmica de San Felipe, San Felipe (BC) .....	75
<b>Tabla 29.</b> Datos de la zona geotérmica de Cabo San Lucas, Los Cabos (BCS) .....	76
<b>Tabla 30.</b> Valores totales de producción agrícola a nivel estatal y local.....	83
<b>Tabla 31.</b> Los cultivos con valores más altos de la producción agrícola de Maneadero .....	83
<b>Tabla 32.</b> Producción agrícola de fresa, frambuesa y jitomate en Maneadero.....	84
<b>Tabla 33.</b> Producción ganadera en Maneadero .....	84
<b>Tabla 34.</b> Servicios de alojamiento temporal en La Joya-Ensenada-Maneadero .....	85
<b>Tabla 35.</b> Servicios de alojamiento temporal con personal de 31 personas en adelante en La Joya-Ensenada-Maneadero.....	85
<b>Tabla 36.</b> Empresas dedicadas a la edificación en La Joya-Ensenada-Maneadero .....	86
<b>Tabla 37.</b> Tipos de empresas en la industria manufacturera de la zona de estudio .....	87
<b>Tabla 38.</b> Servicios de alojamiento temporal en San Felipe.....	91
<b>Tabla 39.</b> Servicios de alojamiento temporal en Cabo San Lucas con más de 30 empleados.....	95
<b>Tabla 40.</b> Resumen de los resultados de la segmentación demográfica.....	96
<b>Tabla 41.</b> Resumen de los resultados de la segmentación del mercado .....	97
<b>Tabla 42.</b> Plantas potabilizadoras públicas en las 3 localidades de interés .....	99
<b>Tabla 43.</b> Estimación de la oferta diaria para cada sector en: La Joya (al 56% y 100%), San Felipe (al 0%) y en Cabo San Lucas (al 72%, 100%, 200% y 262%) .....	101
<b>Tabla 44.</b> Volumen de extracción concesionado de aguas nacionales del estado de BC .....	102
<b>Tabla 45.</b> Volumen de extracción concesionado de aguas nacionales del estado de BCS .....	102
<b>Tabla 46.</b> Volumen concesionado a nivel municipal Ensenada, BC.....	104
<b>Tabla 47.</b> Inventario ganadero de BC y el valor representativo de su consumo de agua .....	105
<b>Tabla 48.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios La Joya .....	108

<b>Tabla 49.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hotelero La Joya, para los 95 hoteles totales .....	108
<b>Tabla 50.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector industria La Joya .....	109
<b>Tabla 51.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector industria maquiladora La Joya, para las 41 empresas de fabricación de prendas de vestir .....	110
<b>Tabla 52.</b> Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de La Joya .....	110
<b>Tabla 53.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios San Felipe ..	112
<b>Tabla 54.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hotelero San Felipe, para los 57 hoteles totales .....	112
<b>Tabla 55.</b> Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de San Felipe .....	113
<b>Tabla 56.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios CSL .....	114
<b>Tabla 57.</b> Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hotelero CSL, para los 119 hoteles totales .....	115
<b>Tabla 58.</b> Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de CSL .....	115
<b>Tabla 59.</b> Resumen de los resultados del análisis de la oferta .....	116
<b>Tabla 60.</b> Comparación de oferta diaria total y oferta diaria por parte del sector público .....	117
<b>Tabla 61.</b> Demanda de agua de los 14 hoteles de interés de La Joya .....	121
<b>Tabla 62.</b> Demanda de agua de la industria maquiladora de La Joya .....	122
<b>Tabla 63.</b> Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de La Joya .....	122
<b>Tabla 64.</b> Demanda de agua de los 3 hoteles de interés de San Felipe .....	123
<b>Tabla 65.</b> Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de San Felipe .....	123
<b>Tabla 66.</b> Demanda de agua de los 50 hoteles de interés de Cabo San Lucas .....	124
<b>Tabla 67.</b> Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de CSL .....	124
<b>Tabla 68.</b> Resumen de los resultados del análisis de la demanda .....	125
<b>Tabla 69.</b> Resumen de los resultados del análisis de la oferta y la demanda .....	126
<b>Tabla 70.</b> Disponibilidad de agua para los subsectores potenciales de las tres localidades de interés (cálculo de la diferencia entre la oferta y la demanda) .....	127
<b>Tabla 71.</b> Empresas competidoras más relevantes en desalación para México .....	133
<b>Tabla 72.</b> Productos de desalación de la empresa Carbotecnia .....	134
<b>Tabla 73.</b> Productos de desalación de la empresa Hidroagua .....	135
<b>Tabla 74.</b> Análisis de la página web de los competidores con <i>SE Ranking</i> .....	139
<b>Tabla 75.</b> Tabla comparativa de las empresas competidoras .....	142
<b>Tabla 76.</b> Criterio asociado a los valores de Probabilidad "P" e Impacto "I" .....	164
<b>Tabla 77.</b> Resumen de resultados del análisis de riesgos .....	167
<b>Tabla 78.</b> Dimensiones para impulsar crecimiento .....	170
<b>Tabla 79.</b> Las 4 estrategias de comercialización para la DMG y la estrategia empresarial complementaria .....	178

## NOMENCLATURA

ARCT – Acueducto Río Colorado-Tijuana	INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía
B/C – Beneficio - Costo	LAN – Ley de Aguas Nacionales
BC – Baja California	MED – Destilación de Múltiple Efecto
BCS – Baja California Sur	MED-LE – Multi Effect Distillation Low Enthalpy
CDC – Colectores Desalinizadores Compactos	MIA – Manifestación de Impacto Ambiental
CEABC – Comisión Estatal del Agua de Baja California	MSF – Destilación Instantánea de Múltiple Etapa
CEABCS – Comisión Estatal del Agua de Baja California Sur	MVC – Destilación por Compresión Mecánica de Vapor
CeMIEGeo – Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica	NOM – Normas Oficiales Mexicanas
CENACE – Centro Nacional de Control de Energía	ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible
CFE – Comisión Federal de Electricidad	OECD – Organization for Economic Cooperation and Development
CICESE – Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	OI – Ósmosis Inversa
CMIC – Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	PBC – Península de Baja California
CODEEN – Consejo de Desarrollo Económico de Ensenada	PE – Punto de Equilibrio
COLEF – Colegio de la Frontera Norte	PEDME – Plan Estratégico de Desarrollo Económico del Municipio de Ensenada
CONABIO – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	PIB – Producto Interno Bruto
CONACYT – Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	PMR – Precio Medio Rural
CONAGUA – Comisión Nacional del Agua	PPC – Pay-Per-Click (pago por clic)
CONAPO – Consejo Nacional de Población	PR – Tiempo de Retorno de la inversión
CONAZA – Comisión Nacional de las Zonas Áridas	REPDA – Registro Público de Derechos de Agua
CP – Cerro Prieto	RHA – Regiones Hidrológicas Administrativas
CRE – Comisión Reguladora de Energía	ROI – Retorno de la Inversión
CSL – Cabo San Lucas	SEGOB – Secretaría de Gobernación
DENUE – Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas	SETUES – Secretaría de Turismo, Economía y Sustentabilidad
DIGAOHM – Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología	SDT – Sólidos Disueltos Totales
DMG – Desaladora Modular Geotérmica	SEFOA – Secretaría de Fomento Agropecuario
ED – Electrodiálisis	SEM – Search Engine Marketing
EIA – Evaluación de Impacto Ambiental	SEMARNAT – Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
FAO – Food and Agriculture Organization	SENER – Secretaría de Energía
FC – Factor de Concentración	SEO – Search Engine Optimization
GPMS – Grupo Parlamentario de Morena en el Senado	SIAP – Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
IDA – International Desalination Association	SINA – Sistema Nacional de Información del Agua
IDAE – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía	TIR – Tasa Interna de Retorno
IEA – International Energy Agency	TVC – Destilación por Compresión Térmica de Vapor
iiDEA – Instituto de Ingeniería, Desalación y Energías Alternas	UABCS – Universidad Autónoma de Baja California Sur
IMIP – Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada B.C.	UNAM – Universidad Nacional Autónoma de México
IMTA – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	UNESCO – The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
	USD – US Dollars (dólares estadounidenses)
	VC – Destilación por Compresión de Vapor
	VPN – Valor Presente Neto
	WACC – Weighted Average Cost of Capital

## PRESENTACIÓN

El objetivo principal de esta Tesis Profesional, es analizar y presentar la viabilidad en el diseño de las estrategias comerciales necesarias para la implementación de la Desaladora Modular Geotérmica (DMG), la cual opera con recursos geotérmicos de baja entalpía, tomando en consideración como área de estudio de manera destacada la Península de Baja California (PBC), en México.

Para ello, este trabajo busca darle cuerpo conceptual y analítico con base en las disciplinas de la ingeniería con otros campos complementarios del conocimiento, lo cual permita visualizar y reflexionar sobre diferentes temáticas y objetivos correlacionados, como son:

- ❖ Conocer y considerar en los análisis, el contexto internacional y local de los Recursos Hídricos.
- ❖ Analizar las diversas tecnologías de Desalación de agua marina y salobre<sup>1</sup>, sobre todo los procesos de ósmosis inversa y térmicos más usados en México y el mundo.
- ❖ Describir por qué la Geotermia puede ser usada como fuente de energía para los sistemas de desalación, así como sus ventajas y oportunidades en el país.
- ❖ Presentar la contextualización y las características de la tecnología y prototipo del Proyecto DMG.
- ❖ Realizar un Análisis de Mercado para conocer los segmentos de oportunidad comercial a los cuales dirigir las alternativas que se presentan con la DMG.
- ❖ Determinar las Estrategias de Comercialización de la DMG para la PBC, a través de un Análisis Comercial que permite identificar las oportunidades y los desafíos de llevar esta tecnología al mercado.

El trabajo se divide en dos partes, donde la primera se enfoca en revisar los antecedentes relevantes para la tecnología DMG, y la segunda parte se dedica al desarrollo del análisis de mercado y del análisis comercial para los mercados potenciales dentro de la zona PBC.

En el apartado titulado **Parte 1** se desarrollan cuatro capítulos. El primero expone el escenario internacional, nacional y local (PBC) de los Recursos Hídricos; y muestra que existen zonas de grave y muy grave escasez hídrica. En seguida, se presenta la Desalación como una tecnología que puede contrarrestar la escasez del agua potable en zonas cercanas a la costa. Después, el capítulo sobre la Energía Geotérmica, una energía renovable, destaca su potencial en la PBC. Finalmente, se introduce la DMG y sus características, para unificar los tres capítulos anteriores y dar pauta a la segunda parte.

La **Parte 2** comienza con el capítulo sobre el Análisis de Mercado, el cual tiene como objetivo encontrar las zonas más viables para la instalación y el funcionamiento de la DMG en la PBC, y analizar las oportunidades comerciales de cada zona a través de evaluar su oferta y demanda de agua. Así mismo, se analizan las empresas competidoras, los productos que ofrecen y su alcance en el mercado *online*. En el último capítulo, se desarrolla el Análisis Comercial que nos permite entender la factibilidad de ofrecer la tecnología DMG al mercado de la PBC; también expone las Estrategias de Comercialización las cuáles son el resultado de este trabajo e indican las acciones que se recomiendan para llevar la DMG a su mercado potencial. Finalmente, se exponen las conclusiones de todo el trabajo.

---

<sup>1</sup> El agua marina tiene una salinidad de entre 15,000 y 50,000 Sólidos Disueltos Totales (SDT) y el agua salobre tiene una menor salinidad, de entre 1,500 y 15 mil SDT (Angelakis *et al.* 2021).

## JUSTIFICACIÓN

*“De acuerdo con las proyecciones de CONAPO, entre 2016 y 2030 la población del país se incrementará en 15.2 millones de personas, aproximadamente el 78.3% de la población total se asentará en localidades urbanas. **El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional. Se estima que al año 2030 en algunas de las Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA), el agua renovable per cápita alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año, lo que se califica como una condición de escasez. Cabe destacar que algunas de las RHA para las que se espera mayor crecimiento poblacional son al mismo tiempo aquellas donde ya existe un grado de presión sobre el recurso hídrico mayor que el nacional.**” (CONAGUA, 2017).*

En México está en peligro la sostenibilidad hídrica: el agua renovable<sup>2</sup> no será suficiente, la crisis ambiental posiciona al agua en los primeros lugares de los problemas que enfrentaremos en el futuro cercano (2030-2050). Ante un escenario de escasez inminente, deben aumentar las soluciones para cubrir la demanda, y nuestro país debe apostar por la investigación e innovación.

El caso de la zona de estudio objetivo del presente trabajo, la Península de Baja California (PBC), es “una de las zonas del país con menor precipitación media anual, 77% menor que la media nacional, lo cual **limita sus posibilidades de desarrollo social, económico y ambiental**. Actualmente existe una brecha o déficit de agua de 450 hm<sup>3</sup> y para el año 2030, se estima que ésta alcance los 543 hm<sup>3</sup>” (CONAGUA, 2012).

Gran parte de su problemática hídrica se debe a la sobreexplotación de sus cuencas y acuíferos, ya que dependen del agua de lluvia para llenarse. Ahora bien, si observamos un mapa de la PBC (**Figura 1**), se puede visualizar que existe una gran superficie que tiene acceso a agua de mar. La línea de costa de la PBC tiene una extensión aproximada de 3,000 km (DIGAOHM, s.f.). Esto representa una gran oportunidad para la tecnología de desalación, que permite potabilizar el agua marina y salobre.

Así mismo, se debe mencionar y hacer hincapié en el potencial geotérmico de la zona. En la **Figura 1** se muestra el mapa con las manifestaciones geotérmicas de la PBC y la actividad volcánica reciente. En dicha figura se aprecia que es una zona con amplio potencial, a partir del cual se pueden desarrollar proyectos que aprovechen la energía geotérmica, considerada una energía renovable.

Para aprovechar estas dos oportunidades, línea de costa (acceso al agua de mar) y energía geotérmica, el Grupo iiDEA del Instituto de Ingeniería desarrolló la propuesta de una Desaladora Modular Geotérmica (DMG). Esta tecnología permite desalar agua de mar aprovechando el calor del subsuelo como fuente de energía, a diferencia de las desaladoras convencionales que utilizan combustibles fósiles para obtener la energía necesaria para el proceso de desalación.

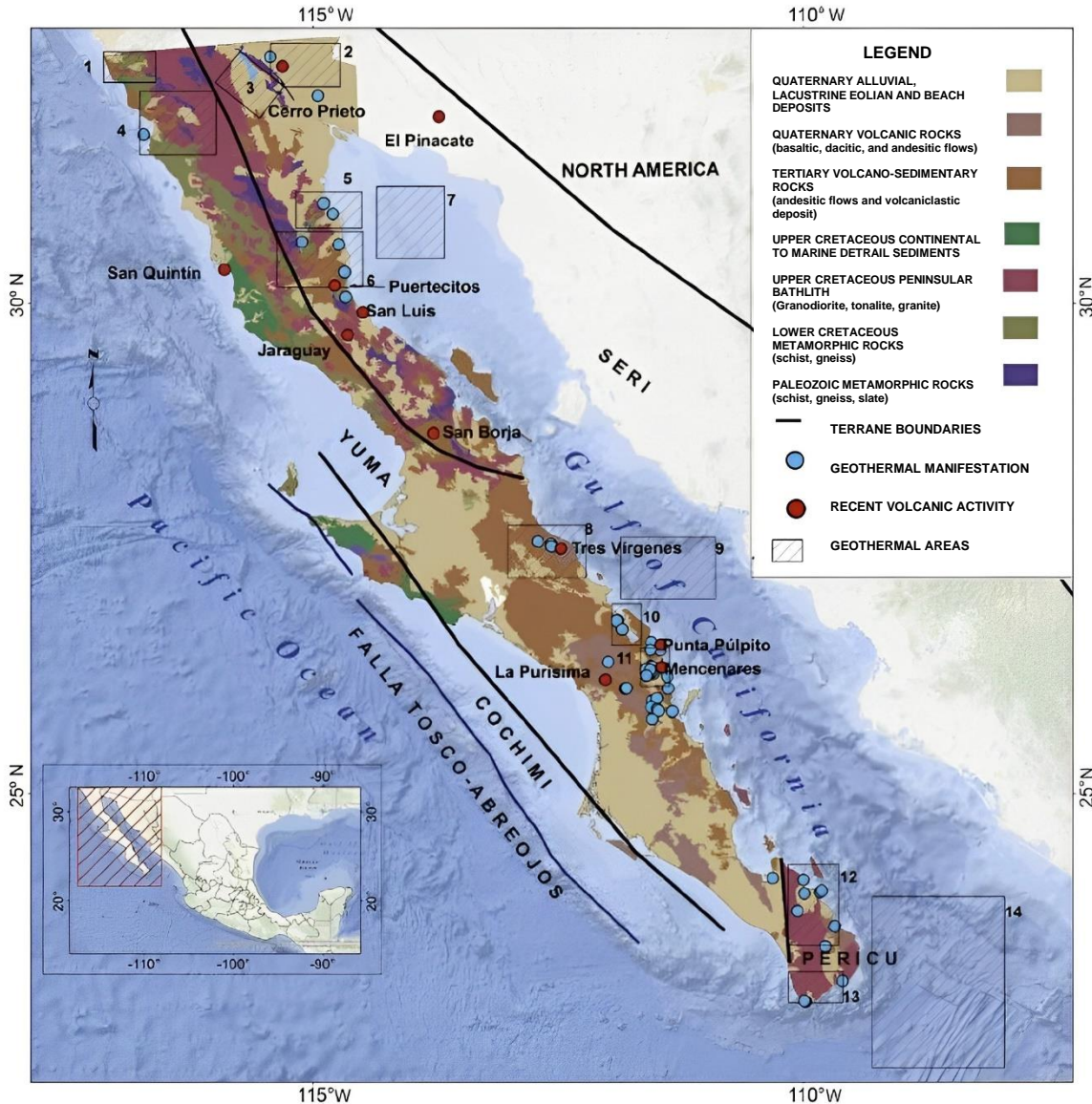
---

<sup>2</sup> Cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente en una región, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y por el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones) (CONAGUA, 2011).

Y así como se necesita el desarrollo de nuevas tecnologías para afrontar los retos que presenta y presentará la escasez de agua, es imperante que las tecnologías lleguen al mercado y sean posicionadas por su rentabilidad y por ser atractivas a las empresas y/o los inversionistas.

Por lo que, esta tesis se presenta como un eslabón entre el desarrollo tecnológico y el mercado, a través del análisis y las propuestas derivadas de él.

**Figura 1.** Mapa de la PBC mostrando línea de costa y manifestaciones geotérmicas.



Fuente: Gómez-Arias (2019).

# PARTE 1 – ANTECEDENTES

Para darle un sentido metódico, descriptivo y propositivo, el primer capítulo trata el tema de los Recursos Hídricos, a partir de escenarios internacionales y contextos nacionales, donde se destaca información particular de la Península de Baja California (PBC), como estudio de caso geoestratégico para ser ampliado y desarrollado regionalmente.

En seguida, se presenta un capítulo fundamental sobre la Desalación y sus principales tecnologías, con temas complementarios como son los impactos ambientales, sus aplicaciones directas y las leyes y normativas existentes referidas a estos sistemas.

En este apartado, se destaca y se profundiza en sobre las tecnologías de desalación en el país y a nivel internacional, para potabilizar el agua de mar y salobre, en un contexto integral para utilizar energías renovables como fuente base energética.

Partiendo del último punto, se dedica un capítulo sobre Energía Geotérmica, destacándose la exposición de cómo se obtiene este tipo de recurso energético, sus principios de funcionamiento, su potencial mundial y las oportunidades que se presentan en México y la PBC, con fines y posibilidades para aprovechar este recurso.

Finalmente, en esta primera mitad analítica y de visión general del tema en cuestión y sus alcances, se desarrolla un capítulo a destacar, donde se presenta la contextualización y desarrollo del prototipo de la Desaladora Modular Geotérmica (DMG), así como su escalamiento, el cual fusiona la Desalación y la Geotermia, siendo el tema fundamental de la Tesis su viabilidad comercial, financiera y de implementación.

## 1.- RECURSOS HÍDRICOS

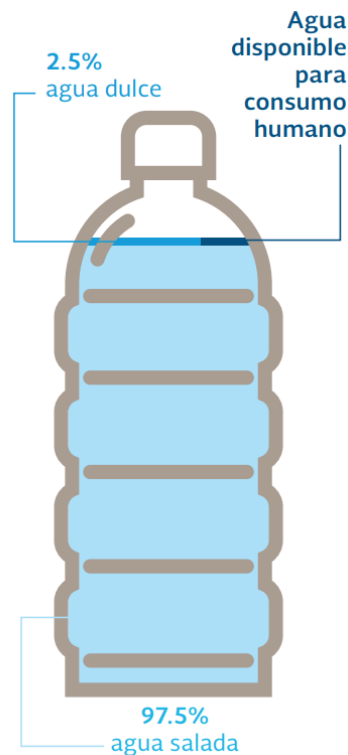
Los Recursos Hídricos son definidos en el *Glosario Hidrológico Internacional* de la UNESCO como “Recursos (de agua) disponibles o potencialmente disponibles, en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y un periodo de tiempo dados, apropiados para satisfacer una demanda identificable” (World Meteorological Organization ,2012).

Por lo general, el tema de los Recursos Hídricos abarca principalmente los cuerpos de agua dulce, los cuales representan únicamente el 2.5% del agua total en el mundo (**Figura 2**), y se puede encontrar en forma de glaciares, nieve, hielo y permafrost (69.6%), en forma de agua subterránea (30%) o en forma de lagos, ríos y humedales (0.4%) (CONAGUA, 2018a).

Del porcentaje que se tiene disponible para consumo humano, una gran parte se considera difícil o imposible de acceder (ya sea por estar en zonas lejanas o por dificultad de extracción). Entonces se estima que únicamente el 0.77% del agua dulce es accesible para el ser humano (CONAGUA, 2018a).

Es por esto que, a partir de este siglo, se comenzaron a valorar más los Recursos Hídricos ‘no convencionales’ que requieren un proceso adicional para ser aprovechados, como la reutilización del agua o la desalinización.

**Figura 2.** Distribución mundial del agua.



Fuente: CONAGUA (2018a).

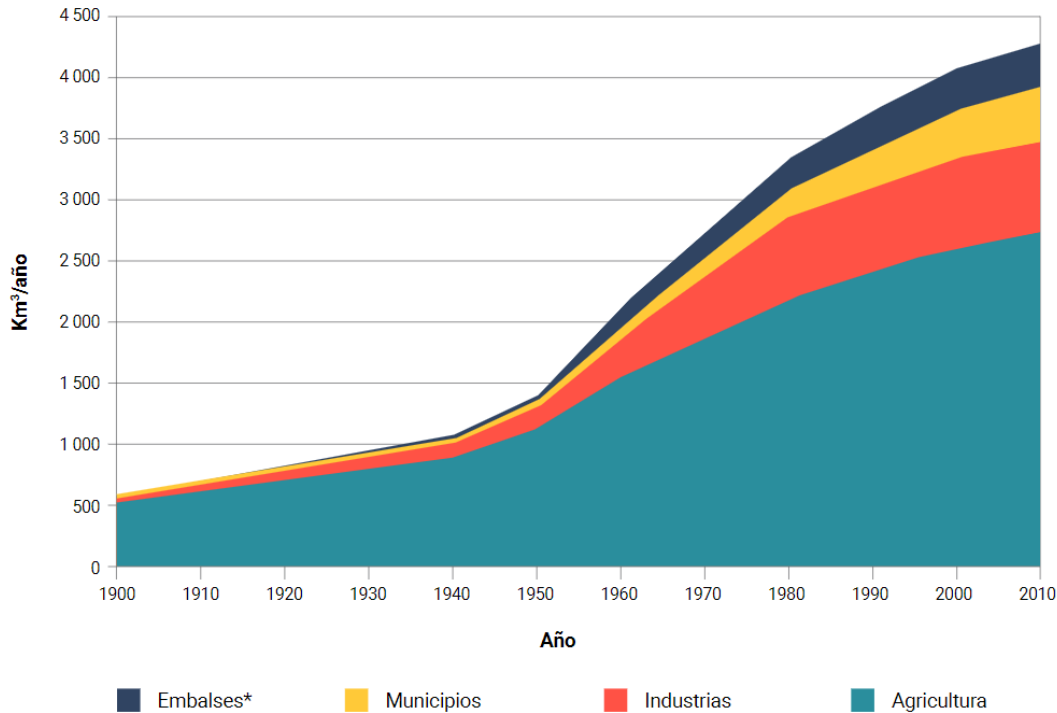
De manera particular, se pretende entender el contexto que rodea los Recursos Hídricos de la PBC. Sin embargo, antes se consideran el ámbito internacional y el contexto general de nuestro país, México.



## 1.1.- Escenario Internacional

La UNESCO estima que el uso mundial de agua dulce ha crecido a un ritmo de 1% anual aproximadamente desde 1980 hasta 2010. Como se muestra en la **Figura 3**, la agricultura es el sector que más agua dulce utiliza de las extracciones mundiales de agua (69%), después el sector industrial (19%) y finalmente los municipios (12%) (UNESCO, 2021).

**Figura 3.** Extracciones mundiales de agua, 1900-2010.



Nota: \*Evaporación de lagos artificiales.  
Fuente: UNESCO (2021).

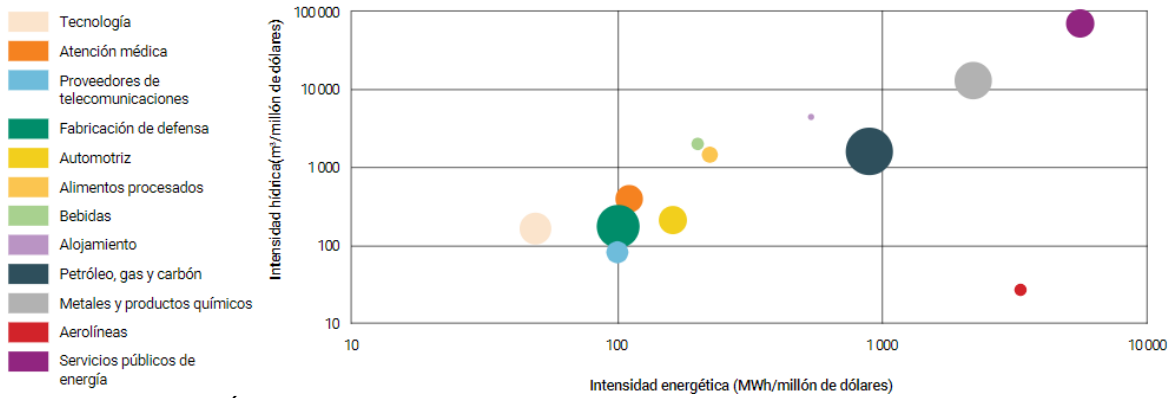
La FAO estima que para el año 2050, si se mantiene la tendencia de consumo de agua dulce de 1% anual, entonces la demanda alimenticia aumentará un 60% y el sector agrícola crecerá en su consumo de agua más del 50% para ese mismo año (UNESCO, 2021).

Asimismo, la FAO declara que el aumento de extracción de agua para este sector sólo puede aumentar 10% (UNESCO, 2021). El 40% restante que se requerirá para cubrir la demanda de agua para la agricultura, se deberá extraer por otros medios que no impliquen explotación de agua dulce (como reutilización y desalinización).

Por otra parte, se proyecta que la demanda de agua del sector industrial aumente un 24% para el año 2050. Para el sector energético se prevé que la extracción mundial de agua aumentará en menos del 2% para el año 2040, pero el consumo aumentará casi un 60% (UNESCO, 2020).

Como se muestra a continuación (**Figura 4**), es destacable la relación entre intensidad hídrica e intensidad energética de algunas de las industrias más comunes a nivel mundial, en donde la industria de Servicios Públicos de Energía es la más demandante de recursos energéticos e hídricos para su operación. Y en menor medida las industrias de Tecnología y Proveedores de Telecomunicaciones.

**Figura 4.** La intensidad de agua y energía en las plantas industriales.



Nota: Área de burbujas proporcional a los ingresos totales de la industria.

Fuente: UNESCO (2020).

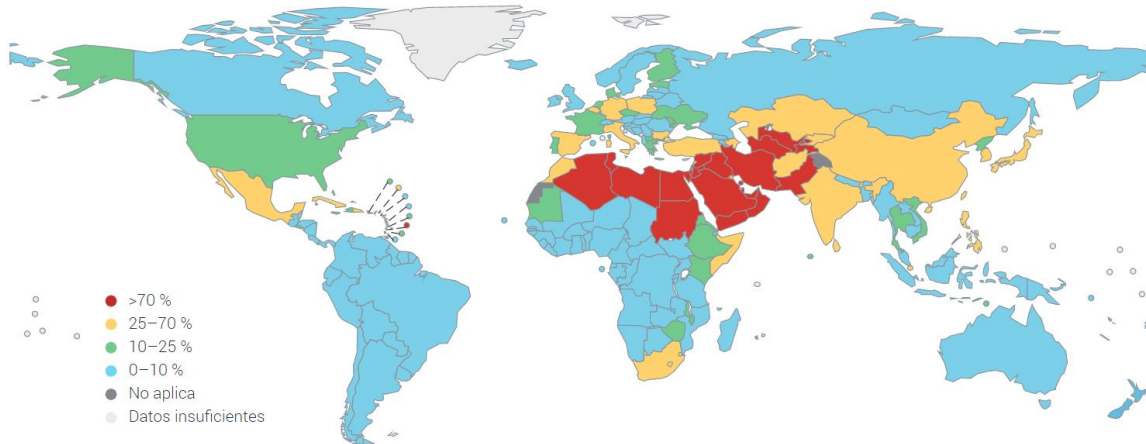
Reforzando los argumentos sobre la problemática y sus necesidades propias de solución, es importante señalar los dos factores que afectan gravemente la disponibilidad y estado de los recursos hídricos, como son el cambio climático y el estrés hídrico.

Como es ya conocido y analizado por los científicos en el mundo, se estima que con el cambio climático se aumente gradualmente la temperatura general del planeta, si no se toman las medidas necesarias. Esto puede causar que en los lugares húmedos la evaporación de agua aumente y, en consecuencia, aumenten las precipitaciones y las inundaciones; y que en los lugares secos aumente la sequía, lo que causará que existan menos recursos hídricos disponibles en esas zonas.

En cuanto al estrés hídrico, se define como “la proporción del total de agua dulce extraída anualmente por todos los sectores principales, respecto a la cantidad total de recursos renovables de agua dulce, expresada como porcentaje” (UNESCO, 2019), y es un fenómeno que afecta la disponibilidad de agua cuando hay cambios en la estacionalidad y hay aumentos de población y demanda.

Se estima que para el año 2050 la disponibilidad de agua se reduzca, causando que 3.9 mil millones de personas (más del 40% de la población mundial) vivan bajo un estrés hídrico severo (UNESCO, 2020).

**Figura 5.** Nivel de estrés hídrico físico.



Fuente: UNESCO (2019).

En la imagen anterior (**Figura 5**), se muestran en color rojo los países con un estrés hídrico severo (mayor a 70%) los cuales se concentran en el norte de África y Medio Oriente, y en color amarillo (25% - 70%) se muestran los países con estrés hídrico más moderado (UNESCO, 2019), como es el caso de México con un porcentaje de 44.46% (FAO, 2018).

## 1.2.- México en el Contexto Mundial

Para entender la situación de México comparándolo con el resto del mundo, existen tres indicadores empleados a nivel internacional. El primer indicador es el Agua Renovable. Este concepto hace referencia a “la cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente en una región, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y el agua proveniente de otras regiones o países (importaciones)” (CONAGUA, 2018a).

En 2017, México ocupaba el lugar 94 a nivel mundial con un valor de Agua Renovable per cápita de 3,656 m<sup>3</sup>/hab/año. Mientras que Islandia tenía el primer lugar con 516,090 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA, 2018b).

Como segundo indicador se tiene la Extracción Total de Agua, señalada en miles de millones de metros cúbicos al año. México ocupa el lugar número 7 a nivel mundial con 87.84 miles de millones de m<sup>3</sup>/año, con un 76% para uso agrícola, 9.6% industrial y 14.4% de abastecimiento público (CONAGUA, 2018a).

El último indicador es el Grado de Presión sobre los recursos hídricos, el cual se obtiene al dividir la extracción del recurso entre el agua renovable. Los 10 países con mayor grado de presión se concentran en el norte de África y en el este de Asia (**Tabla 1**) y sus índices se indican como ‘Muy alto’ (mayor a 100%). México ocupa el lugar número 49 con un índice ‘Bajo’ (10% a 20%) (CONAGUA, 2018b).

**Tabla 1.** Los 5 países con mayor grado de presión sobre los recursos hídricos, Israel y México.

No.	País	Agua renovable (miles de hm <sup>3</sup> )	Extracción total (miles de hm <sup>3</sup> )	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
1	Kuwait	0.00	0.90	2,075.0	Muy alto
2	Emiratos Árabes Unidos	0.20	4.00	1,867.0	Muy alto
3	Arabia Saudita	2.40	23.70	943.3	Muy alto
4	Libia	0.70	5.80	822.9	Muy alto
5	Qatar	0.10	0.40	374.1	Muy alto
15	Israel	1.80	2.00	79.7	Alto
<b>49</b>	<b>México</b>	<b>451.58</b>	<b>87.84</b>	<b>19.5</b>	<b>Bajo</b>

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2018b).

A continuación, se exponen los casos de tres países con alto grado de presión sobre sus recursos hídricos para analizar su contexto, qué es lo que hacen y qué medidas están tomando. Se analizan Kuwait, Arabia Saudita e Israel, los cuales se localizan en el Medio Oriente y se presenta la comparación con México.

En la **Tabla 2**, se muestran los datos de la FAO sobre la evolución del estrés hídrico de estos cuatro países, y posteriormente (**Figura 6**), se muestran gráficamente los datos.

**Tabla 2.** Porcentaje de estrés hídrico de 1988 a 2022 de Kuwait, Arabia Saudita, Israel y México.

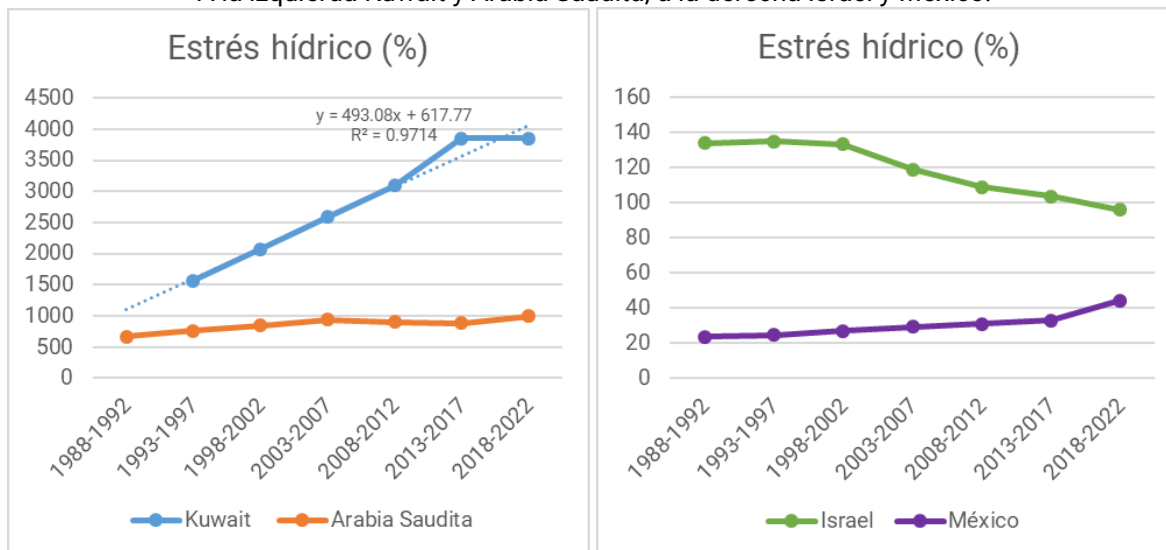
País	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2012	2013-2017	2018-2022
Kuwait	-	1566	2075	2584	3093	3851	3851
Arabia Saudita	672	765	848	936	900	883	1000
Israel	134	135	133	119	109	104	96
<b>México</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>44</b>

Fuente: Elaboración propia con información de FAO (2022).

La **Figura 6** nos muestra que en Kuwait y Arabia Saudita se presenta una tendencia de aumento del estrés hídrico. En cambio, en el caso de Israel se presenta una tendencia negativa, lo que implica que han reducido sus niveles. En el caso de México, se presenta una tendencia positiva que indica aumento del estrés hídrico.

Se eligieron estos tres países por su relevancia para el análisis y comparación. Kuwait es el país con mayor grado de presión, Arabia Saudita es el país con el mayor nivel de producción de agua desalinizada e Israel es un país que ha logrado reducir su índice de estrés hídrico desde 1998.

**Figura 6.** Gráficas de estrés hídrico [%] de 1988 a 2022. A la izquierda Kuwait y Arabia Saudita; a la derecha Israel y México.



Fuente: Elaboración propia con información de FAO (2022).

Para poder establecer parámetros analíticos de comparación, analizaremos estos estudios de caso como experiencias necesarias para México. Se desarrolla cada uno de los casos analizando: las características de sus recursos hídricos, las causas y consecuencias de su situación actual, la tecnología y políticas utilizadas y las medidas y planes futuros.

## KUWAIT

Es el país con mayor grado de presión en todo el mundo, con un valor de 2,075.0% (CONAGUA, 2018b). Además, su crecimiento ha sido el más pronunciado entre los cuatro países analizados, con un valor aproximado de 500% más cada 4 años. En la **Figura 6** se muestra su evolución y su línea de tendencia.

Es uno de los países con menor extensión territorial del Medio Oriente, su superficie es de 17,818 km<sup>2</sup> y tiene una población de 4.86 millones de habitantes; comparándolo con Arabia Saudita que tiene una superficie de 2,215,000 km<sup>2</sup> y una población de 35.46 millones de habitantes (Dirección General de Comunicación, Diplomacia Pública y Redes, 2022).

### *Características de sus recursos hídricos*

La única fuente de agua para consumo que tiene Kuwait es el agua subterránea. Pero estos acuíferos subterráneos tienen dos características que deterioran su calidad:

- El agua en la mayoría de los acuíferos es salina y en algunos casos es salobre.
- La recarga de los acuíferos es limitada debido a que es una zona árida con alta temperatura, baja humedad y precipitación escasa (AlAli, 2008).

### *Causas y consecuencias de su situación actual*

La preocupante situación hídrica del país se ha originado por tres causas principales:

- Alto índice de crecimiento poblacional.
- Aumento en las tasas de urbanización.
- Alto consumo de agua per cápita.

El alto consumo de agua per cápita ha sufrido un incremento récord desde que comenzó la potabilización por desalación (Aitssi, 2021). Y también, debido al conjunto del aumento de ingresos per cápita y de la baja en los precios por subsidios del gobierno.

Como consecuencia, se tiene una alta necesidad de importar agua de otros países o de invertir muchos recursos en investigación y tecnología.

### *Tecnología y políticas utilizadas*

Las dos tecnologías que ha desarrollado Kuwait son la desalación y el tratamiento de aguas residuales. Las instalaciones de desalación de agua de mar representan la producción del 93% del agua potable (Aitssi, 2021), y cuentan con plantas de tratamiento de agua residual para fines domésticos y de riego.

Para desalar agua de mar en Kuwait, el consumo estimado de energía eléctrica diaria es de 1.66 GW (Al-Fadhli *et al.*, 2022).

### *Medidas y planes futuros*

El gobierno de Kuwait debe concentrar sus esfuerzos en reformar el sistema de ahorro de agua para garantizar el uso racional de agua y en invertir en el sistema de tratamiento de agua residual para asegurar que el agua se reutilice correctamente.

El Ministerio de Electricidad, Agua y Energía Renovable dirige varias iniciativas para el cumplimiento del ODS 6 Agua limpia y saneamiento (Aitssi, 2021). El enfoque está enfocado en cuatro áreas: investigación, concientización, legislación y reúso del agua.

## ARABIA SAUDITA

Arabia Saudita ocupa el tercer lugar mundial en grado de presión, su nivel es muy alto con 943.3% (CONAGUA, 2018b). Es el país con la mayor producción de agua desalinizada, representa el 22.63% de la producción mundial (FAO, 2022).

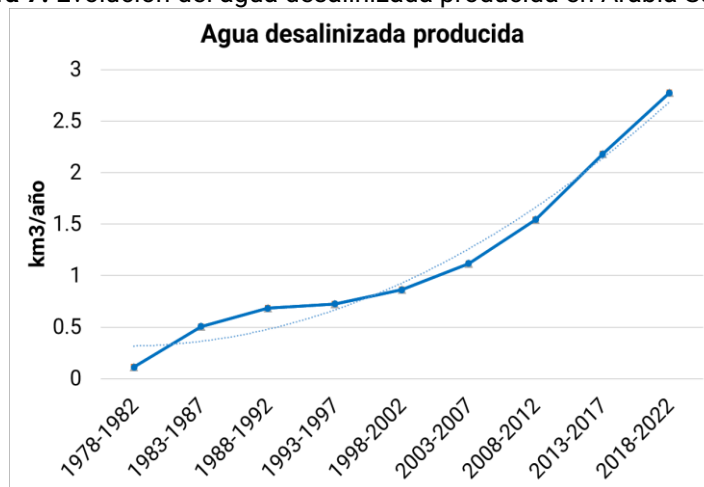
### *Características y demanda de sus recursos hídricos*

Es el país sin agua superficial más grande y su tasa de consumo de agua es de las más altas del mundo. En 2019, su demanda de consumo diario de agua fue de 263 litros per cápita, que resulta en 8 millones m<sup>3</sup>/día, y se estima un consumo de 12.3 millones m<sup>3</sup>/día para el año 2040 (U.S. - Saudi Business Council, 2021).

### *Tecnologías utilizadas*

Han dependido de la desalación desde los años 50s. Para el año 2019, el 60% del agua se obtuvo por desalación y del 40% restante fue principalmente agua subterránea y lo demás de aguas tratadas (U.S. - Saudi Business Council, 2021). En la **Figura 7**, se muestra la producción de agua desalinizada desde 1978.

**Figura 7.** Evolución del agua desalinizada producida en Arabia Saudita.



Fuente: Elaboración propia con información de FAO (2022) & U.S.-Saudi Business Council (2021).

Hoy día la desalación en Arabia Saudita es una tecnología viable, rentable y competitiva para solventar su escasez de agua, y cuentan con alrededor de 35 plantas desaladoras en el país. Su consumo de energía por desalación es el más bajo del mundo, 2.27 kW por metro cúbico (IDA, 2021). Esto implica que en 2019 consumieron 6,296.98 GW.

### *Medidas y planes futuros*

En 2016 se desarrolló *Saudi Vision 2030*, en el cual establecieron objetivos para crecer y transformar su industria de desalación. Entre ellos se estableció que sus plantas desalinizadoras tendrían cero huella de carbono y cero residuos líquidos, así como duplicar su producción, reducir costos y aumentar la calidad del agua (Al-Abdulkareem, 2021).

Algunos ejemplos de tecnologías para lograr estos objetivos ya están siendo utilizadas, por ejemplo, desalación con energía solar y bases de absorción para no producir salmuera (Kingdom of Saudi Arabia, 2022).

## ISRAEL

Ocupa el quinceavo lugar en el mundo en grado de presión, con un valor alto de 79.9%. De los tres países analizados (**Figura 6**), es el único que muestra una tendencia negativa en su evolución de estrés hídrico. Lo ha reducido de más de 130% a menos de 100% en treinta años, lo que implica una reducción aproximada de 1% anual (**Tabla 2**). Son un país líder en reciclaje de agua, tecnologías para uso eficiente del agua y desalinización.

### *Características de sus recursos hídricos*

En Israel circulan cuatro ríos y un lago, todos ellos se concentran en la parte norte del país y, en el pasado, se transportaba agua al sur donde la zona del desierto del Negev, el cual no cuenta con cuencas superficiales. Estos cuerpos de agua han sido sobreexplotados a lo largo de los años.

### *Causas y consecuencias de su situación actual*

Los cambios que se han adoptado en el sector del agua israelí han sido impulsados principalmente por situaciones de crisis. Vivieron varias sequías importantes y la sequía de 1998 causó escasez por primera vez (Marine *et al.*, 2017). Esto propició cambios en las reformas y emprendimiento tecnológico, buscando una gestión sostenible del agua que permita alcanzar la seguridad hídrica en el país.

### *Tecnologías y políticas utilizadas*

Para reducir el estrés hídrico, Israel ha aplicado diferentes estrategias, a través de la sinergia de reformas institucionales, normativas e inversiones en infraestructuras, las cuales se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Gestión de la demanda y reducción del consumo de agua per cápita.
- Políticas de regulación y tarificación del agua. Desde hace 15 años hubo un cambio en los principios de fijación de precios del agua, que pasó de ser un bien público y social a una mercancía (Marine *et al.*, 2017).
- Reutilización de aguas residuales para riego, desde 1998. Más del 87% de las aguas tratadas se reutilizan para la agricultura, lo que representa la mitad de toda el agua de riego del país (Marine *et al.*, 2017).
- Uso de tecnologías de riego por goteo, agricultura hidropónica e inteligencia artificial en su sistema de riego para garantizar el uso eficiente del agua para la agricultura.
- Desalinización de agua de mar y salobre, desde 2006. Cuentan con cinco grandes plantas que utilizan la tecnología de ósmosis inversa y suministran el 85% del agua doméstica urbana (Marine *et al.*, 2017). Se calculó que en 2020 utilizaron 1,961 GWh, que corresponde al 3.7% de la producción eléctrica total del país (Tal, 2018).
- Sistema de transporte de agua, que optimiza la distribución nacional.

### *Medidas y planes futuros*

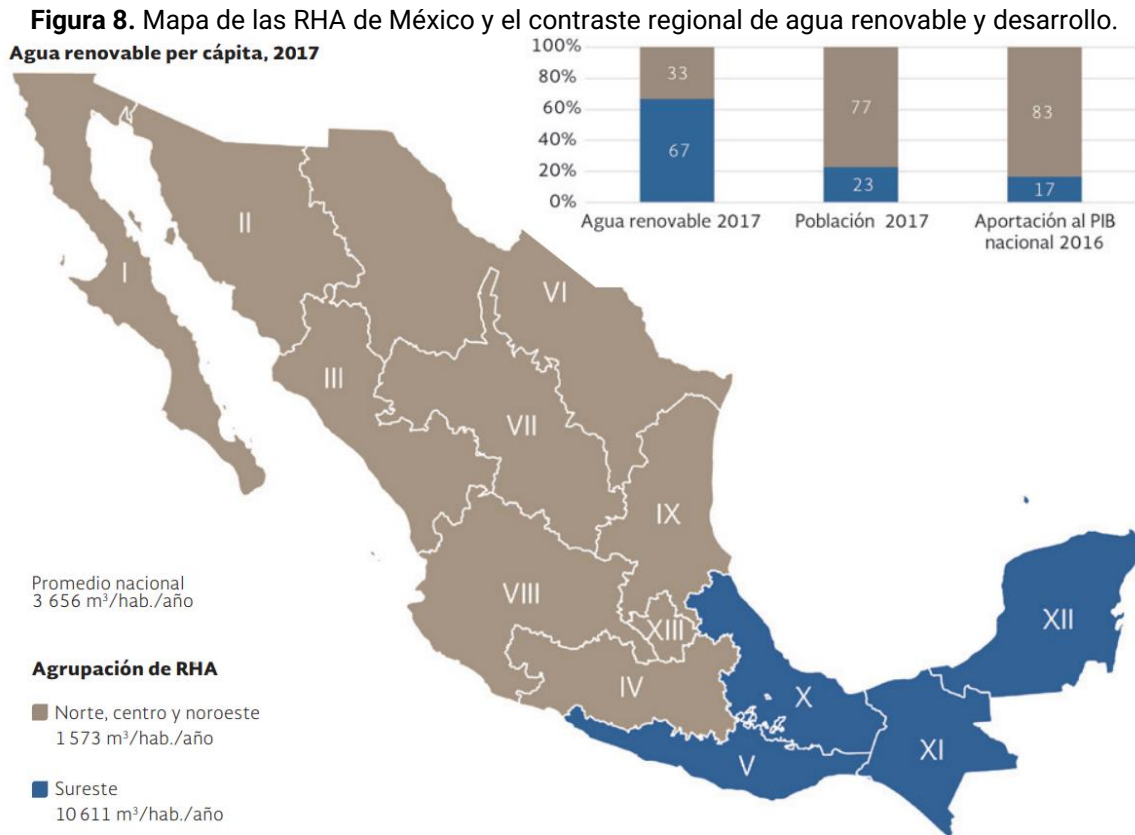
Buscan utilizar el agua tratada para recargar los acuíferos y llevar un control de las extracciones de los mismos para garantizar su sostenibilidad. Por otra parte, siguen buscando innovar en tecnologías de membranas del agua para reducir costos de la desalación y extraer agua del aire.

### 1.3.- Contexto Nacional

México se divide en 13 Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), las cuales agrupan las cuencas (**Figura 8**). A través de esta división, la CONAGUA gestiona el agua del país, ya que las cuencas son consideradas las unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos.

“Las cuencas son unidades naturales del terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas superficiales debida a la conformación del relieve” (CONAGUA, 2018a).

Los límites de las RHA son compatibles con los límites municipales del país. Además, dentro de las 13 RHA, se organizan 37 regiones hidrológicas que agrupan las 757 cuencas hidrológicas que existen en México.



Fuente: CONAGUA (2018a).

Para el 2017, el agua renovable per cápita en México fue de 3,656 m<sup>3</sup>/hab/año, sin embargo, la distribución dentro del país es distinta. Como se muestra arriba (**Figura 8**), el 67% del agua renovable del país se concentra en la RHA del sureste (en color azul), y ésta corresponde únicamente al 23% de la población y al 17% de aportación al PIB nacional 2016.

En cambio, el 77% de la población restante que aportó 83% del PIB nacional en 2016, dispone del 33% del agua renovable.

Lo anterior implica que, para cada agrupación de las RHA, las necesidades y la gestión son distintas. En ‘Norte, centro y noroeste’ se tiene menor disponibilidad que obliga a una gestión de eficiencia, conservación y reúso. En ‘Sureste’ con mayor disponibilidad de agua, se requiere una buena gestión del drenaje para evitar inundaciones (CONAGUA, 2018b).



El grado de presión sobre los recursos hídricos del país (**Tabla 3**) es de 19.5%, el cual se define como 'Bajo'. Cuando el porcentaje excede el 40% entonces se considera que la presión sobre los recursos hídricos es 'Alto', y cuando excede el 100% se clasifica como un grado de presión 'Muy Alto'.

**Tabla 3.** Grado de presión sobre los Recursos Hídricos de las RHA de México.

No. de RHA	Nombre de RHA	Volumen total de agua concesionado 2017 (hm <sup>3</sup> )	Agua renovable 2017 (hm <sup>3</sup> /año)	Grado de presión (%)	Clasificación del grado de presión
I	Península de Baja California	3,951	4,858	81.3	Alto
II	Noroeste	7,007	8,274	84.7	Alto
III	Pacífico Norte	10,811	26,747	40.4	Alto
IV	Balsas	10,874	21,668	50.2	Alto
V	Pacífico Sur	1,579	30,836	5.1	Sin estrés
VI	Río Bravo	9,680	12,844	75.4	Alto
VII	Cuencas Centrales del Norte	3,824	8,024	47.7	Alto
VIII	Lerma Santiago Pacífico	15,845	35,071	45.2	Alto
IX	Golfo Norte	6,055	28,655	21.1	Medio
X	Golfo Centro	6,069	94,363	6.4	Sin estrés
XI	Frontera Sur	2,547	147,195	1.7	Sin estrés
XII	Península de Yucatán	4,793	29,647	16.2	Bajo
XIII	Aguas del Valle de México	4,808	3,401	141.2	Muy Alto
<b>Total en México</b>		<b>87,842</b>	<b>451,585</b>	<b>19.5</b>	<b>Bajo</b>

*Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2018b).*

En la tabla anterior, se mostró que la RHA con el mayor grado de presión es la RHA XIII – Aguas del Valle de México, con un valor de 141.4%. Esta RHA se encuentra en la agrupación 'Norte, centro y noroeste' que corresponde a la región con menor agua renovable pero mayor población.

La que tiene el menor grado de presión es la RHA XI – Frontera Sur, con un valor de 1.7%. Se encuentra en la agrupación 'Sureste' y se caracteriza por tener mayor índice de agua renovable pero menor población.

La PBC se encuentra en segundo lugar de mayor grado de presión sobre sus recursos hídricos. Corresponde a la RHA I y tiene un valor de 81.3%, que se considera como 'Alto'.

En la **Figura 9** se muestra visualmente el grado de presión por RHA.

**Figura 9.** Mapa del grado de presión sobre los recursos hídricos de las RHA de México en 2017.



Fuente: CONAGUA (2018b).

El agua renovable total es de 451,585 millones de metros cúbicos, lo cual es igual a cubrir todo México con 23 centímetros de agua (CONAGUA, 2018c).

La administración del agua subterránea de México proviene de 653 acuíferos, los cuales aportan el 39% del volumen para usos consuntivos<sup>3</sup>. De estos, 147 se encuentran en condiciones de veda, 105 en condiciones de sobreexplotación, 32 con presencia de suelos salinos o agua salobre, y 18 con intrusión marina.

Por otra parte, existen 757 cuencas para la administración de aguas superficiales, de las cuales 272 se encuentran en condiciones de veda para no comprometer el ecosistema (CONAGUA, 2018a).

La cobertura de agua potable en la población urbana de México en 2015 fue del 97.2%, mientras que para la población rural es del 85%, y el total nacional 94.4% (CONAGUA, 2018c). En el 2017, existían en el país 932 plantas potabilizadoras en operación, las cuales cuentan con una capacidad instalada de 145.56 m<sup>3</sup>/s (CONAGUA, 2018b).

El mayor consumo de agua se encuentra en el sector agrícola, el cual representa el 76% del total, seguido del abastecimiento público con el 14.4%, la industria autoabastecida con el 4.9% y la energía eléctrica con el 4.7% (CONAGUA, 2018a).

<sup>3</sup> Aquellos en los que el agua es transportada a su lugar de uso y la totalidad o parte de ella no regresa al cuerpo de agua (SEMARNAT, 2006).

En la historia de las políticas públicas hídricas a nivel nacional, la CONAGUA distingue tres etapas. La primera, a principios del siglo XX, donde el enfoque se orientó a la oferta, por lo cual se construyeron un gran número de presas de almacenamiento, distritos de riego, acueductos, y sistemas de abastecimiento de agua.

La segunda etapa, a partir del decenio 1980-1990, la política se enfocó más a la demanda y descentralización. La responsabilidad de proveer el servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se transfirió a los municipios y se creó la CONAGUA, como una institución que concentró las tareas de administrar las aguas nacionales. Entre las acciones encaminadas a atender este objetivo, destaca la creación del Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), como mecanismo para ordenar la explotación, uso o aprovechamiento del recurso hídrico.

La tercera etapa, comenzó en los albores del siglo XXI, y se distingue por enfocarse a la sustentabilidad hídrica, en la cual se incrementa significativamente el tratamiento de aguas residuales, se impulsa el reúso del agua y se hace énfasis en la administración de las aguas nacionales, mediante la verificación de aprovechamientos, el ordenamiento de acuíferos y cuencas, y la actualización de la metodología para el pago de derechos. Recientemente, destaca el tema de la desalación y las nuevas tecnologías para su aprovechamiento.

Actualmente, existen en México 122,810 títulos en el REPGA para utilizar aguas superficiales y 285,409 títulos para extraer aguas subterráneas, así como 17,439 permisos de descarga (CONAGUA, 2018a).

A nivel nacional, el promedio de agua renovable per cápita al año en 2017 fue de 3,656 m<sup>3</sup> y se estima que para el 2030 la disponibilidad disminuya a 3,285 m<sup>3</sup>, como resultado del crecimiento poblacional. El grado de presión sobre los recursos hídricos aumentará de 19.5% a 22%. Ambos índices se presentan visualmente en la **Figura 10**.

Además, como puede verse en la **Tabla 4**, algunas de las RHA del país se verán más afectadas que otras, pues alcanzarán niveles inferiores a los 1,000 m<sup>3</sup> por habitante al año, lo que el índice Falkenmark (OECD, 2013) califica como una condición de escasez. Entre las RHA, destacan tres casos que tendrán niveles inferiores a 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año:

- RHA XIII, Aguas del Valle de México: disminuirá a 134 m<sup>3</sup>/hab/año.
- RHA I, Península de Baja California: disminuirá a 881 m<sup>3</sup>/hab/año.
- RHA VI, Río Bravo: disminuirá a 894 m<sup>3</sup>/hab/año.

El caso de las Aguas del Valle de México es el más preocupante, pues al tener un nivel menor a 500 metros cúbicos por habitante por año, es calificado como condición de absoluta escasez.

“De acuerdo a los pronósticos para 2030 se debe tener especial cuidado con el agua subterránea, ya que su sobreexplotación ocasiona el abatimiento de los niveles freáticos, el hundimiento del terreno y puede causar afectaciones difícilmente reversibles a los ecosistemas y a la sociedad. La población rural especialmente en zonas áridas depende de manera significativa del agua subterránea.” (CONAGUA, 2018b).

Así mismo, la CONAGUA proyecta que para el 2030, habrá un incremento en el grado de presión sobre los recursos hídricos del 22% (CONAGUA, 2018a).

**Tabla 4.** Agua renovable per cápita 2017 y proyección 2030 de las RHA de México.

No. de RHA	Nombre de RHA	Agua renovable per cápita 2017 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Grado de presión 2017 (%)	Agua renovable per cápita 2030 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Grado de presión 2030 (%)
I	Península de Baja California	1,057	81.3	881	95.4
II	Noroeste	2,837	84.7	2,465	63.1
III	Pacífico Norte	5,823	40.4	5,289	42.9
IV	Balsas	1,799	50.2	1,627	52
V	Pacífico Sur	6,017	5.1	5,711	6.3
VI	Río Bravo	1,019	75.4	894	79.2
VII	Cuencas Centrales del Norte	1,725	47.7	1,566	48.2
VIII	Lerma Santiago Pacífico	1,419	45.2	1,266	52.8
IX	Golfo Norte	5,329	21.1	4,806	28.7
X	Golfo Centro	8,796	6.4	8,130	7.8
XI	Frontera Sur	18,776	1.7	16,643	2.1
XII	Península de Yucatán	6,212	16.2	5,081	28.1
XIII	Aguas del Valle de México	144	141.2	134	148.2
<b>Total en México</b>		<b>3,656</b>	<b>19.5</b>	<b>3,285</b>	<b>22</b>

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2018a) & CONAGUA (2018b).

**Figura 10.** Agua renovable per cápita y grado de presión de las RHA de México en 2017 y 2030.



Nota: El mapa izquierdo corresponde al año 2017, y el del lado derecho a la proyección de 2030.

Fuente: CONAGUA (2018a).

Para abatir los problemas que se avecinan, se han tomado diversas acciones desde el punto de vista social, de políticas públicas, así como temáticas como ambientales y tecnológicas. Dentro de las opciones tecnológicas utilizadas para mitigar la carencia de recursos hídricos, se emplea la desalación de agua de mar, la cual ha demostrado ser viable, confiable y sustentable. Tomando en consideración que no se comprometa al medio ambiente ni la ecología, parte de esta agua salina puede ser utilizada para obtener recursos hídricos orientados a actividades humanas.

## 1.4.- Península de Baja California

La PBC, que corresponde a la RHA I, enfrenta una problemática hídrica de carácter natural, donde el crecimiento poblacional ha causado que la demanda rebase a la oferta disponible con la infraestructura hidráulica actual. Presentan una situación de escasez de agua debido a una gestión del agua deficiente, y con ello se limita sus posibilidades de desarrollo social, económico y ambiental.

Además, su problemática hídrica se identifica por “la sobreexplotación de sus cuencas y acuíferos, por la contaminación de cuerpos de agua, por el déficit de cobertura de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y por los riesgos que enfrentan los centros de población y áreas productivas frente a sismos, sequías e inundaciones catastróficas” (CONAGUA, 2012).

La Región se caracteriza por un clima en general seco y cálido, con partes templadas. De acuerdo a la clasificación de Köppen, se distinguen cuatro tipos principales de clima: desértico, semidesértico, templado y templado húmedo.

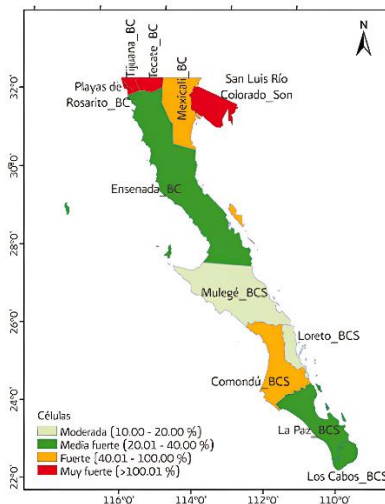
La precipitación media anual es de 169 mm, que corresponde a un valor muy bajo (77% menor a la media nacional de 760 mm). La CONAGUA supone que para 2030 se tendrá una reducción de aproximadamente 10% de la precipitación.

La Región cuenta con 89 acuíferos, de los cuales 20 están sobreexplotados, 15 con intrusión salina y 5 bajo el fenómeno de salinización (CONAGUA, 2012).

De acuerdo a los datos del censo del INEGI 2010, la cobertura de agua potable rural ascendió a 72.9% y la urbana a 95.1%. Por otra parte, la cobertura de alcantarillado rural incrementó a 67.8% y la urbana a 95.2% (CONAGUA, 2012). La Región cuenta con 54 plantas potabilizadoras en operación con una capacidad instalada de 12.5 m<sup>3</sup>/s y un caudal procesado de 7.52 m<sup>3</sup>/s (CONAGUA, 2018a).

La PBC se divide en dos estados, Baja California (BC) y Baja California Sur (BCS), los cuales cuentan con 12 municipios, 7 en BC y 5 en BCS. En la **Figura 11** se muestra el grado de presión sobre los recursos hídricos de cada municipio de la Región, donde 5 de ellos se encuentran en estado ‘Fuerte – Muy fuerte’ y 5 de ellos en ‘Moderado – Media fuerte’.

**Figura 11.** Grado de presión del recurso hídrico de los municipios de la PBC (2010).



Fuente: CONAGUA (2012).

Cuando el ámbito de análisis cambia del nivel nacional al nivel regional, los resultados reflejan la variedad de los distintos valores de población y agua renovable.

La siguiente tabla nos muestra la población total de la PBC, y también la diferencia poblacional que existe entre los dos estados, siendo la población de Baja California casi 5 veces más que la de Baja California Sur.

**Tabla 5.** Población en la Península de Baja California.

Entidad	Población 2020	Total
Baja California	3,769,020	4,567,467
Baja California Sur	798,447	

Fuente: INEGI (2020a).

Dado el esquema de escasez de agua en la PBC, son fundamentales las estrategias de reingeniería integral de los recursos hídricos, desde su extracción hasta su disposición final para una población fija de 4 millones 567 mil 467 habitantes y una gran cantidad de turistas como población flotante que demanda consumos de agua y servicios.

En esta región la principal fuente de abastecimiento de agua proviene de las aguas subterráneas, por lo cual se vuelve de suma importancia atender la recuperación y estabilización de los mantos acuíferos dado su deterioro y sobre explotación, es por ello que optar por nuevas fuentes de abastecimiento se ha vuelto una prioridad en la Región.

La desalación de agua marina es una oportunidad en la PBC. La Región cuenta con 3,606 km de litoral, que representan aproximadamente 25% del total de litorales del país (CONAGUA, 2012).

Actualmente existe una brecha o déficit de agua de 450 hm<sup>3</sup> y para el año 2030, se estima que este alcance los 543 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2012). Es por ello que, para reducir la brecha hídrica, la CONAGUA ha planteado un plan de 240 proyectos que incrementen la oferta de capacidad instalada dentro de su Programa Hídrico Regional Visión 2030, en el cual se estipularon 11 proyectos de nuevas desaladoras que aportarían 39.5 (hm<sup>3</sup>) a reducir la brecha (Tabla 6), lo que equivaldría a un 32.4% de la aportación a la brecha y el 59% de inversión (CONAGUA, 2012).

**Tabla 6.** Resumen de proyectos para cerrar la brecha hídrica de la PBC.

Tipo de proyecto	Aportación a la brecha (hm <sup>3</sup> )	Porcentaje de aportación (%)	Inversión total (millones de pesos)	Porcentaje de inversión (%)
Recarga de acuíferos	4.9	4	409.7	10.2
Reúso de agua tratada	20.6	16.9	969.8	24.2
Potencial de extracción de agua subterránea	56.9	46.7	261.8	6.5
Plantas desalinizadoras	39.5	32.4	2,364.2	59
<b>Total</b>	<b>121.9</b>	<b>100</b>	<b>4,005.5</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2012).

## BAJA CALIFORNIA

El estado se divide en 7 municipios que contienen 3 zonas metropolitanas. La población es mayoritariamente urbana (91.7%) y se proyecta un crecimiento a 4,169,240 habitantes para 2030. Su aportación al PIB nacional en 2016 fue de 3.35%, décimo lugar (CONAGUA, 2018a).

El grado de presión actual es de 99.9% (Alto) y en 2030 se estima que será de 117.2% (Muy alto). El agua renovable per cápita del estado en 2017 era de 849 m<sup>3</sup>/hab/año y se estima que en 2030 disminuya a 730 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA, 2018a). Ambos casos de agua renovable per cápita se califican como una condición de escasez según el índice Falkenmark (OECD, 2013), pues su nivel es inferior a 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año.

El porcentaje de uso de agua en la entidad federativa en 2017 se constituye de la siguiente manera: agrícola 85%, abastecimiento público (6%), industria autoabastecida (3%) y energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad 6% (CONAGUA, 2018a).

Contaban con 34 plantas potabilizadoras municipales en 2017, las cuales tenían una capacidad instalada de 12.17 m<sup>3</sup>/s y un caudal procesado de 7.22 m<sup>3</sup>/s. Las plantas industriales ese mismo año eran 118, con una capacidad instalada de 13.05 m<sup>3</sup>/s y un caudal procesado de 13.03 m<sup>3</sup>/s (CONAGUA, 2018a).

Con respecto a las fuentes de recursos hídricos, Baja California cuenta con dos: el agua superficial del Río Colorado y el agua subterránea almacenada en varios acuíferos.

De acuerdo al Tratado Internacional de Aguas firmado entre México y Estados Unidos en 1944, al país le corresponden únicamente 160 km del Río Colorado, de sus 2,500 km en total. Los 160 km equivalen a 1,850 millones de m<sup>3</sup> anuales de agua (Martínez, 2017).

Un gran volumen del agua que usa Tijuana, Tecate y Rosarito, se conduce a través del Acueducto Río Colorado-Tijuana (ARCT), por un ducto de 125 km (Figura 12). El agua se bombea venciendo una altura de 1,061 metros con la fuerza de 6 plantas de bombeo.

Figura 12. Infraestructura y recorrido del ARCT.

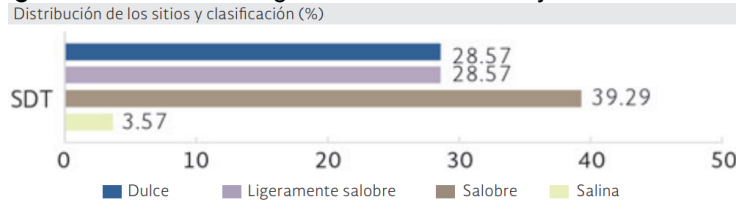


Fuente: Martínez (2017).

En Baja California existen 48 acuíferos, de los cuales 14 se encuentran sobreexplotados (Figura 14) (SINA, 2022a). De las 48 unidades acuíferas, 29 están en veda rígida o reservada, por lo que no se autorizan nuevos aprovechamientos del recurso (Martínez, 2017).

Además, la calidad del agua subterránea está comprometida por ser considerada 3.57% salina, 39.29% salobre y 38.57% ligeramente salobre por su cantidad de Sólidos Disueltos Totales (SDT) (Figura 13). Del agua subterránea, menos del 30% se considera agua dulce.

**Figura 13.** Calidad del agua subterránea de Baja California 2017.

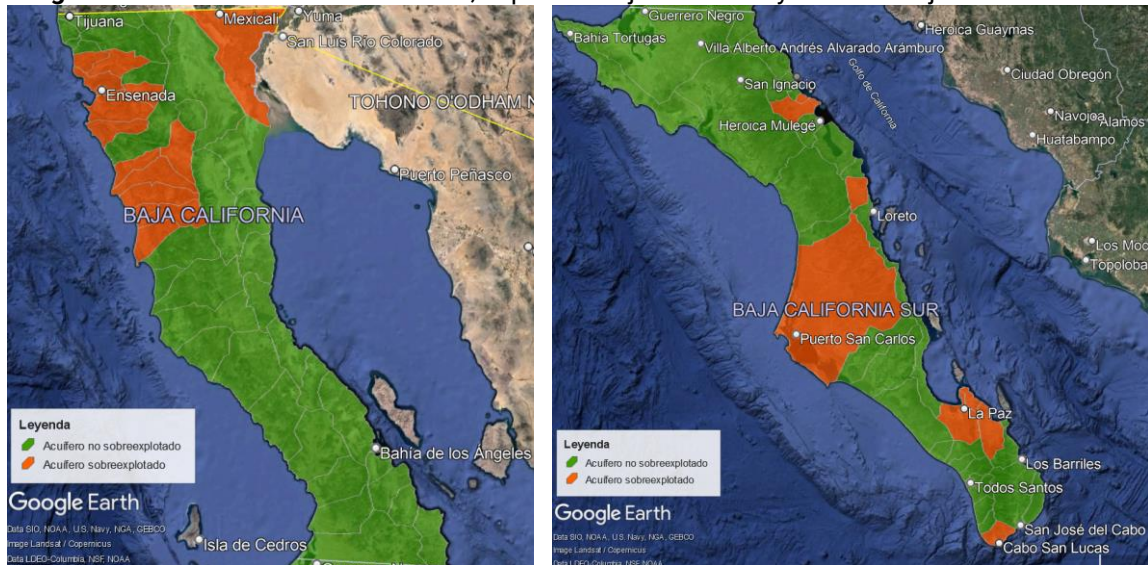


Fuente: CONAGUA, (2018a).

La problemática detectada en Baja California implica una sobreexplotación de los recursos hídricos, por lo que requieren un mayor y mejor aprovechamiento en los diversos usos del agua, incrementar la infraestructura para el saneamiento de las aguas residuales generadas e impulsar su reúso.

Así mismo, las oportunidades que presenta por su línea de costa rodeando a la entidad, son fundamentales para optar por nuevas fuentes de abastecimiento para cubrir las necesidades del vital líquido, como lo es la desalinización de aguas marinas.

**Figura 14.** Condición de los acuíferos, izquierda Baja California y derecha Baja California Sur.



Fuente: Elaboración propia en Google Earth con información de SINA (2020a).

## BAJA CALIFORNIA SUR

El estado se divide en 5 municipios y solo contiene 1 zona metropolitana. La población urbana representa el 87% y se proyecta un crecimiento a 1,106,468 habitantes para 2030. Su aportación al PIB nacional en 2016 fue de 0.82% (CONAGUA, 2018a).

Su territorio tiene una extensión de 73,909 km<sup>2</sup> que representa el 3.8% nacional, y se caracteriza por tener sierras (de hasta 2,080 m sobre el nivel del mar) y planicies costeras. Es el estado más seco de México, con una precipitación promedio menor a 200 mm por año. Su temperatura sobrepasa los 40°C en verano y baja de 0°C en invierno (UABCS, 2021).

El grado de presión sobre sus recursos hídricos es de 34.4% (Medio) y en 2030 se estima que será de 40.4% (Alto). El agua renovable per cápita del estado en 2017 era de 1,525 m<sup>3</sup>/hab/año y se estima que en 2030 disminuya a 1,116 m<sup>3</sup>/hab/año (CONAGUA, 2018a).



En el último caso, su nivel casi alcanza los 1,000 m<sup>3</sup>/hab/año, que según el índice de Falkenmark (OECD, 2013), se califica como condición de escasez.

El porcentaje de uso de agua en la entidad federativa en 2017 se constituye de la siguiente manera: agrícola 81%, abastecimiento público (15%), industria autoabastecida (3%) y energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad 1% (CONAGUA, 2018a).

Según el INEGI, del total de las viviendas particulares habitadas, el 92.7 % de la población del estado cuenta con el acceso a agua entubada, y el 7.13% obtiene agua por acarreo (CONAGUA, 2016).

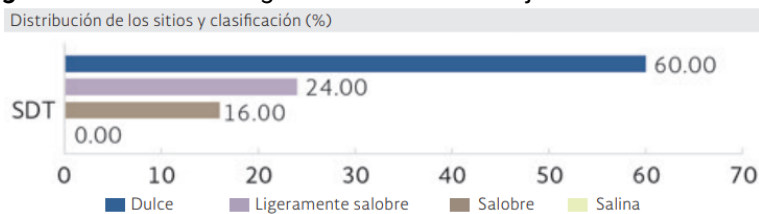
Para 2017, contaban con 20 plantas potabilizadoras en operación, las cuales tenían una capacidad instalada de 0.34 m<sup>3</sup>/s y un caudal procesado de 0.31 m<sup>3</sup>/s. Las plantas industriales ese mismo año eran 29, con una capacidad instalada y caudal procesado de 4.96 m<sup>3</sup>/s (CONAGUA, 2018a).

Los recursos hídricos subterráneos de Baja California Sur se conforman de 39 acuíferos, de los cuales 8 se encuentran sobreexplotados (**Figura 14**) (SINA, 2022a) y 17 se encuentran con disponibilidad negativa, de los que destacan 3 debido a que aportan agua a las principales ciudades de la entidad: Cabo San Lucas, San José del Cabo y La Paz; mientras que de 6 se extraen volúmenes para las principales zonas agrícolas (CONAGUA, 2016).

El agua superficial del estado se obtiene de 40 cuencas hidrológicas, de las cuáles una se clasifica con déficit. También, el estado cuenta con 5 presas, una en Los Cabos, 2 en la Paz y 2 en Comondú. Cuenta con 556.86 km de acueductos para el abastecimiento público-urbano, y tiene 29 plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales producen 107.3 millones de litros diarios (CONAGUA, 2016).

La calidad del agua subterránea de Baja California Sur es mejor que en Baja California, pues en este caso 60% es agua dulce (comparándolo con menos del 30% en el otro caso). El 24% es clasificada ligeramente salobre y el 16% salobre (**Figura 15**).

**Figura 15.** Calidad del agua subterránea de Baja California Sur 2017.



Fuente: CONAGUA, (2018a).

Es muy relevante que Baja California Sur es el estado, a nivel nacional, con la mayor longitud de litoral, mide 2,131 km y representa el 19.2% del litoral nacional (SETUES, 2020). Derivado de esto y de las condiciones limitadas de fuentes de abastecimiento hídrico, el Estado ha invertido en la desalinización de agua de mar y salobre para fungir como fuente de abastecimiento alterna y para disminuir la extracción de agua de las cuencas y de los acuíferos.

En consecuencia, los 5 municipios del estado cuentan con plantas desalinizadoras instaladas (**Tabla 7**), aunque no todas se encuentran en funcionamiento. Las 12 plantas desaladoras suman una capacidad instalada de 208 lps, donde la planta Los Cabos tiene más del 95% del total estatal con una capacidad instalada de 200 lps.

Todas las plantas utilizan la tecnología de Ósmosis Inversa (OI), y 11 de ellas potabilizan agua de mar y otra agua salobre.

**Tabla 7.** Plantas Desalinizadoras en el Estado de Baja California Sur.

No.	Nombre	Localidad	Municipio	Agua	Proceso	Capacidad instalada (lps)
1	El Chicharrón	El Chicharrón	Comondú	Mar	OI	0.5
2	Puerto Alcatraz II	Puerto Alcatraz (Isla Margarita)		Mar	OI	0.5
3	Bahía Magdalena	Puerto Magdalena (Bahía Magdalena)		Mar	OI	0.4
4	San Cosme	San Cosme	Loreto	Mar	OI	0.1
5	San Evaristo	San Evaristo	La Paz	Mar	OI	0.2
6	Puerto Chale	Puerto Chale		Mar	OI	0.4
7	La Ventana	La Ventana		Salobre	OI	3.4
8	Los Cabos	Cabo San Lucas	Los Cabos	Mar	OI	200
9	El Delgadito	Campo Delgadito	Mulegé	Mar	OI	0.2
10	El Dátil	El Dátil		Mar	OI	0.2
11	Isla Natividad	Natividad (Isla Natividad)		Mar	OI	2.2
12	La Freidera	Ejido Luis Echeverría		Mar	OI	0.4

lps= litros por segundo

OI=Ósmosis Inversa

Fuente: *Elaboración propia con información de CONAGUA (2016).*

Si se compara el caso de Baja California Sur (BCS) con el de Baja California (BC), se puede observar que ambos tienen condiciones poblacionales, climatológicas e hidrológicas que presentan dos tendencias: el aumento del grado de presión sobre sus recursos hídricos (a nivel Alto - Muy Alto) y la disminución de agua renovable per cápita (a condición de escasez). Pero, en el caso de BCS, el Estado ha invertido en la desalación como fuente alterna de abastecimiento y busca aumentar esta práctica.

Por lo que, el caso de BCS es un buen ejemplo de uso de alternativas tecnológicas para mitigar los problemas que se avecinan en materia de recursos hídricos; y para buscar tendencias favorecedoras, tendrán que seguir propiciando que las inversiones para el agua sean en tecnologías sustentables y sostenibles.

## 2.- DESALACIÓN

La Desalación no es un tema nuevo, pero si es una alternativa moderna dadas las nuevas tecnologías para llevar a cabo este proceso de manera masiva e industrial. Su estudio conocido o referenciado lo podemos remontar desde los textos del filósofo griego Aristóteles (384-322 a.C.), quien reconoció que, a través del cambio de fase del agua, el agua salada podía volverse dulce, al convertirse en vapor.

Los métodos de desalinización se han desarrollado desde el año 1500, pero fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial que las plantas desaladoras se comenzaron a desarrollar a gran escala (Angelakis *et al.*, 2021). En la actualidad, existen países que dependen en gran medida de esta tecnología, especialmente en el Medio Oriente, además de otros países con escasez del vital líquido, quienes utilizan la desalinización para diversificar sus alternativas de suministro de agua y para enfrentar los retos de las fluctuaciones.

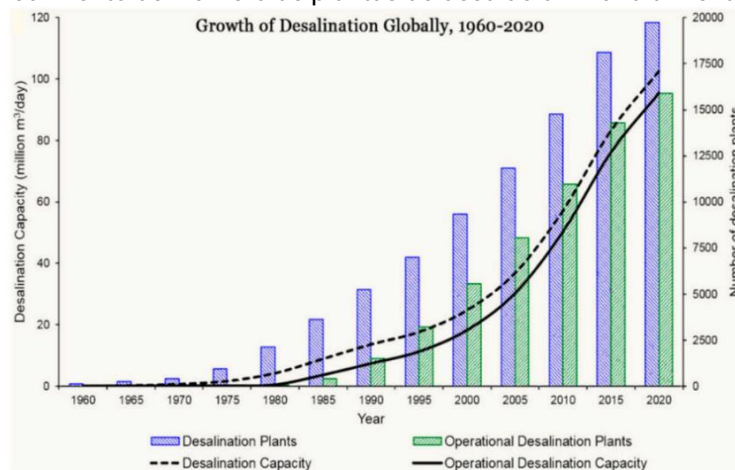
En México, los primeros esfuerzos por la desalinización tuvieron lugar en la década de 1970, periodo en el cual se construyeron 14 plantas de desalinización (Rodríguez, 2011). La primera planta construida fue la Planta Termoeléctrica de Rosarito en Baja California.

La desalación o desalinización es una alternativa viable para contrarrestar el déficit de agua dulce del planeta. Es un proceso de separación de minerales disueltos (sales) y otras sustancias indeseables contenidas en las aguas salobres o marinas, para convertirlas en agua adecuada para el consumo humano, uso industrial o agrícola (Sánchez *et al.*, 2009).

El desarrollo de esta tecnología implica que, en el futuro, exista la posibilidad de cubrir el incremento en la demanda creciente de agua potable vinculada directamente u ocasionada por el crecimiento poblacional.

En el mundo hay más de 20 mil plantas desalinizadoras con una capacidad total de más de 100 millones de m<sup>3</sup>/día. En la **Figura 16** se muestra el crecimiento que ha tenido esta tecnología en los últimos 60 años. Los países con mayor capacidad son Arabia Saudita [50%], Emiratos Árabes Unidos [23%] y Kuwait [6%] (Angelakis *et al.*, 2021).

**Figura 16.** Crecimiento del número de plantas de desalación mundialmente, 1960-2020.



Fuente: Angelakis *et al.* (2021).

Los volúmenes de desalinización se han duplicado en 2000-2008, se espera se tripliquen en los próximos años reflejando una tasa de crecimiento anual compuesta de 8% (IMTA, 2020).

La última actualización del inventario nacional de desaladoras de México, publicado por el IMTA, indicó que había 435 plantas en el país; el estado con el mayor número de desaladoras es Quintana Roo, con 124 unidades y le sigue Baja California Sur, con 71 (Fuentes, 2007). El total de plantas desaladoras del país representa una capacidad instalada de 311,400 m<sup>3</sup>/día (3,600 Ips); de estas plantas, únicamente 282 se encontraban en operación (CMIC, 2008). Actualmente, es una tecnología utilizada en por lo menos 19 estados del país.

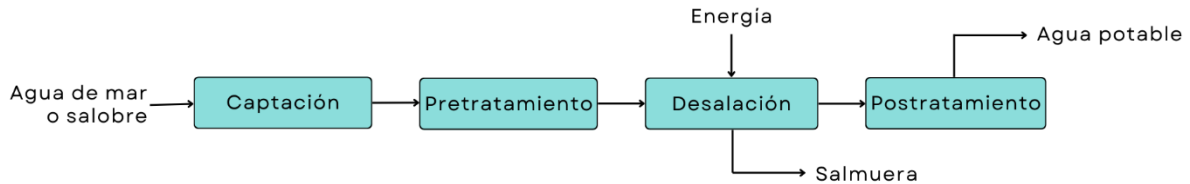
La desalación puede hacer frente a la escasez de agua en el país, sobre todo para zonas costeras con características áridas o semiáridas<sup>4</sup> (FAO, 2013). En el caso de México, se presentan estas dos oportunidades:

- Costa: La extensión de las costas mexicanas estimada es de 15,069 km de línea en total, añadiendo la línea territorial insular: islas, islotes y cayos (CONABIO, 2019).
- Zonas áridas y semiáridas: La Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) considera que México tiene alrededor de 41% de zonas áridas y semiáridas, en donde vive cerca del 18% de la población nacional (González, 2012).

## 2.1.- Proceso de Desalación

El proceso general para desalar agua de mar y obtener agua potable, el cual se lleva a cabo en las plantas desalinizadoras, se puede sintetizar en: captación, pretratamiento, desalación y postratamiento, como se muestra a continuación.

**Figura 17.** Esquema del Proceso de Desalación.



Fuente: Elaboración propia con información de Sánchez et al. (2009) & Vázquez (2020).

Con el proceso de desalación, además de obtener agua potable para uso y consumo, se obtiene un producto llamado salmuera, que es agua con concentraciones de sales muy altas, su salinidad es de 50,000 o más Sólidos Disueltos Totales (SDT) en mg/L (Vázquez, 2020), la cual puede ser utilizada para la extracción de sal marina y minerales.

El agua se clasifica dependiendo de su salinidad (**Tabla 8**), y tiene un valor de energía mínima requerida para la separación calculada con base en el valor de SDT promedio.

**Tabla 8.** Salinidad de diferentes tipos de agua y energía mínima para separación.

Agua	Potable	Salobre	Marina	Salmuera
SDT (mg/L)	< 1,000	1,500 - 15,000	15,000 - 50,000	> 50,000
Energía mín. (kWh/m <sup>3</sup> )	--	0.17	0.67	--

Fuente: Elaboración propia con información de Dévora et al. (2012) & Angelakis et al. (2021).

<sup>4</sup> Como es el caso de los países de Kuwait, Arabia Saudita e Israel. Y en México, en la PBC.

A continuación, se describen brevemente los 4 pasos del proceso que se lleva a cabo en las plantas de desalación.

### 1. Captación

Para la captación de agua de mar o salobre se distinguen dos procedimientos básicos:

- Captación cerrada (pozos profundos, pozos playeros, drenes horizontales, cántaras, etc.).
- Captación abierta (captación superficial, torres sumergidas, escolleras, etc.).

Las captaciones cerradas son preferibles a las abiertas y las últimas sólo se emplean cuando las primeras no son posibles de realizar (Sánchez *et al.*, 2009).

### 2. Pretratamiento

Este procedimiento tiene como objetivo adecuar el agua captada a las características físico-químicas y biológicas que son necesarias para evitar la corrosión, la formación de incrustaciones y el deterioro prematuro de equipos.

Deberá adecuarse a los requerimientos que dependen del tipo de Proceso de Desalación, ya sea mediante membranas o sistemas térmicos:

- Desalación mediante membranas: eliminar sólidos en suspensión, evitar precipitación de óxidos metálicos y sales minerales, reducir contenido de materia orgánica y la actividad biológica.
- Desalación mediante sistemas térmicos: eliminar el riesgo de precipitación de sales insolubles en las superficies de intercambio de calor y eliminar gases no condensables capaces de reducir el coeficiente de transmisión de calor (Sánchez *et al.*, 2009).

### 3. Desalación

Este paso del proceso es la parte central de aquello que busca obtener del agua marina o salobre, donde a través de diferentes tecnologías se puede llevar a cabo la separación de las sales del agua.

Las tecnologías que hacen la desalación a nivel industrial más utilizadas en el mundo, para la obtención de agua potable, se pueden dividir en dos grandes grupos: Procesos de Membrana y los Procesos Térmicos (los cuales son descritos en el siguiente apartado, 2.2).

Este paso es el que más energía consume en todo el proceso.

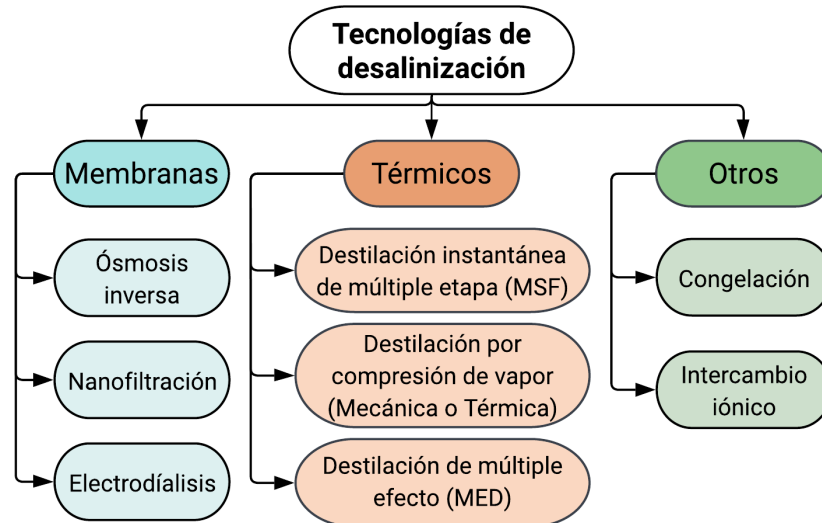
### 4. Postratamiento

Las aguas desaladas generalmente tienen una dureza y alcalinidad bajas, por lo que requieren un tratamiento posterior para su corrección. El tipo de tratamiento depende del proceso y de la calidad del agua. Se pueden diferenciar cinco actuaciones, que pueden ser o no necesarias dependiendo del agua producto obtenida, la reglamentación vigente y la calidad deseada para el agua potable. Estas son: eliminación de CO<sub>2</sub> o descarbonatación, mezcla de aguas, intercambio iónico, acondicionamiento químico y desinfección (Sánchez *et al.*, 2009).

## 2.2.- Tecnologías de Desalación

El agua puede ser desalada mediante diferentes tecnologías, las cuales se pueden clasificar en procesos térmicos, procesos mediante membranas y otros procesos, como se muestra a continuación.

**Figura 18.** Clasificación de las Tecnologías de Desalinización por Tipo de Proceso.



Fuente: Elaboración propia con información de Angelakis et al. (2021); Dévora et al. (2012) & Sánchez et al. (2009).

De todas las tecnologías de desalinización, la más empleada en la actualidad es la Ósmosis Inversa. A continuación, se explican brevemente cada una de las tecnologías:

### 2.2.1 Tecnologías de Membranas

La desalación por medio de tecnologías de membranas es un proceso que separa el agua salina en dos vertientes: una corriente de agua potable con baja concentración de sales disueltas y una corriente de salmuera concentrada (Dévora et al., 2012).

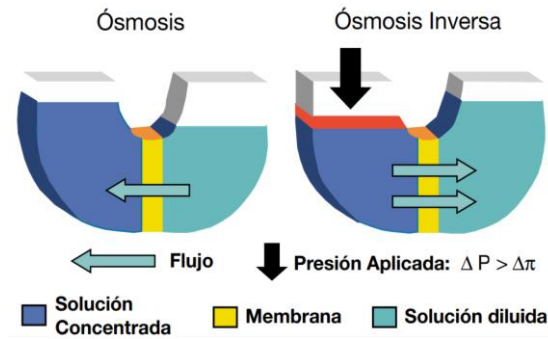
Las tecnologías de membranas basan su funcionamiento en la nanofiltración de agua de mar presurizada mediante filtros, también llamadas membranas con la capacidad de retener partículas desde 1 hasta 0.001 micrómetros. Donde los requerimientos y capacidad de retención dependerán del uso final que se le dará al agua de mar.

#### Ósmosis Inversa

El fenómeno de la Ósmosis ocurre cuando, a través de una membrana semipermeable, el agua fluye desde la solución de menor salinidad hasta otra de mayor concentración salina.

La Ósmosis Inversa consiste en invertir este proceso aplicando una presión superior a la presión osmótica correspondiente, en el lado de la solución más concentrada (Figura 19). Con esto se consigue que la dirección del flujo del agua vaya del lado de la solución más concentrada a la solución más diluida (Sánchez et al., 2009). Sin embargo, la fuente de energía es la energía eléctrica y tanto su consumo energético como sus costos de mantenimiento y operación son elevados.

**Figura 19.** Esquemas de los fenómenos de ósmosis natural y ósmosis inversa.



Fuente: Sánchez et al. (2009).

### Nanofiltración

Se asimila la nanofiltración con una hiperfiltración con un paso de partículas del tamaño de un nanómetro. A diferencia de la ósmosis inversa, la nanofiltración no representa una barrera para todas las sales disueltas (Sánchez et al., 2009).

### Electrodialisis

Es un proceso electroquímico empleado para la Desalación de agua con alto contenido en sales disueltas. El principio de funcionamiento es la transferencia de los iones disueltos desde el agua de aportación, a otra solución donde se concentra, a través de unas membranas selectivas al paso de cationes o aniones y mediante la aplicación de un campo eléctrico. En el proceso de electrodiálisis sólo se mueven a través de las membranas los sólidos disueltos, pero no el solvente (el agua) (Sánchez et al., 2009).

## **2.2.2 Tecnologías Térmicas**

En cuanto a las tecnologías térmicas de desalación industriales más importantes se encuentran la Destilación Instantánea de Múltiple Etapa (MSF), la Destilación de Múltiple Efecto (MED), y la Destilación por Compresión Mecánica de Vapor (MVC). En general las primeras dos tecnologías son las que pueden adaptarse con relativa facilidad en un uso directo de la energía geotérmica.

Los procesos de destilación necesitan calor para provocar el cambio de estado del líquido a vapor, después el vapor se condensa formando agua dulce y el agua sobrante se desecha como salmuera concentrada (Dévora et al., 2012).

Cualquier proceso de desalación térmica se compone de los siguientes elementos: un sistema de vacío y extracción de gases, una fuente de calor, una fuente de enfriamiento y un depósito de salmueras.

El sistema de vacío y extracción de gases es la clave principal para el funcionamiento de un sistema térmico de desalación, porque normalmente el agua se evapora a 100°C a nivel del mar, pero en las plantas bajo este tipo de procesos se logra la evaporación del agua de mar desde los 50°C hasta los 100°C. Esto indica que termodinámicamente el proceso de evaporación se da a presiones por debajo de la atmosférica. Es por ello que es necesario tener un sistema de vacío que nos ayude a mantener las presiones por debajo de la atmosférica.

Una fuente de calor usualmente es un fluido a una alta temperatura y como su nombre lo indica, proporciona la energía térmica necesaria para lograr la evaporación de una parte del agua de mar mediante intercambiadores de calor.

En cuanto a los depósitos, son el lugar donde se desecha la salmuera. Los cuales pueden ser pozos de absorción, obras de descarga o bien se pueden utilizar tanques de evaporación para la obtención de sal marina y proporcionar un valor agregado a esta tecnología.

#### Destilación Instantánea de Múltiple Etapa (MSF)

El proceso lleva a cabo la ebullición del agua en un evaporador de numerosas cámaras que operan a temperaturas y presiones progresivamente decrecientes. Se basa en el principio de que, al reducir abruptamente la presión del agua a desalar por debajo del valor de su presión de vapor de equilibrio, ocurre una evaporación súbita (García, 2014).

#### Destilación por Compresión de Vapor (VC) [Mecánica (MVC) o Térmica (TVC)]

En este proceso, el calor necesario para llevar el agua de mar a ebullición se obtiene directamente del vapor que es removido del evaporador y reinyectado en la primera etapa luego de ser comprimido para elevar su temperatura de saturación. Puede ser efectuada por un compresor mecánico o por un termocompresor (García, 2014).

#### Destilación de Múltiple Efecto (MED) (principio que utiliza la DMG)

Este proceso utiliza el mismo principio que el MSF, pero la diferencia radica en la forma en que se lleva a cabo la evaporación (García, 2014). El vapor se condensa en un lado de un tubo, lo que ocasiona la evaporación de agua salada en el otro lado. El agua salina, al evaporarse, es distribuida sobre la superficie exterior de tubos calentados. Se proporciona más calor en cada etapa para mejorar el desempeño (Dévora et al., 2012).

Usualmente las Tecnologías MED están integradas por un conjunto de cámaras o efectos que vienen equipadas con un intercambiador de calor cuya función es lograr la evaporación de cierta cantidad de agua de mar que ingresa a la cámara. De esta manera la Tecnología MED está integrada por un conjunto de cámaras o efectos, cada uno de ellos equipado con un intercambiador de calor.

En la mayoría de los casos las plantas MED tienen un número menor a 12 cámaras durante todo el tren de evaporación.

Estas Tecnologías cubren capacidades desde 100 hasta 56 mil m<sup>3</sup> por día (Grupo iiDEA, 2018). A pesar de que los costos de producción y mantenimiento de un sistema MED son más elevados que otros sistemas térmicos, su rendimiento es mayor, lo que quiere decir que podemos obtener mayor cantidad de agua destilada o agua potable por unidad de energía térmica.

En 2016 la capacidad instalada de la Tecnología MED fue de 6.2 millones m<sup>3</sup> por día, siendo el 7.2% de la capacidad instalada en todo el mundo. Además, surtiendo el agua con un promedio de 10 partes por millón de sólidos disueltos (Grupo iiDEA, 2018).

Por ello, este tipo de Tecnologías se emplean bajo esquemas de cogeneración en plantas de generación eléctrica que operan con vapor. En razón de que el agua producto sirve como agua de repuesto de las calderas, debido a su casi nulo contenido de carbonatos.



### 2.3.- Sustentabilidad e Impacto Ambiental

“Los principales impactos ambientales de las plantas desalinizadoras se presentan durante la construcción; otros son causados por el incremento en el uso de la energía, por la emisión de compuestos de nitrógeno y oxígeno, por las descargas de salmuera, por la acción de las obras de toma y por la posibilidad de que se fomente el crecimiento poblacional en torno a la planta” (Arreguín & Martín, 2000).

Dentro de los impactos relacionados con el agua de rechazo (salmuera), se ha estudiado que se tiene un potencial impacto negativo de algunos agentes químicos utilizados al desalar el agua, y que estos causan la mortalidad de especies clave del ecosistema costero y marino donde es descargada la salmuera.

Para contrarrestar lo anterior, se considera como una buena práctica de manejo la adecuada selección de sitios de descarga a través de la apropiada instalación de emisores submarinos, los cuales permitan la dispersión de los contaminantes a través de fomentar las corrientes y mareas necesarias.

Los procesos para desalinizar el agua globalmente aportaron en 2016,  $76 \times 10^6$  toneladas de  $\text{CO}_2$  (0.2% de la emisión total de  $36,100 \times 10^6$  toneladas/año), estimando para 2040, emisiones de  $218 \times 10^6$  toneladas de  $\text{CO}_2$ . Shahzad *et al.* (2017) presentaron que “El proceso de tratamiento en la desalinización es el mayor consumidor de energía, alrededor de 0.4% del total de electricidad ( $75.2 \times 10^9$  kWh/año en 2016) y es la mayor fuente de emisiones  $\text{CO}_2$  por combustibles fósiles” (Canales *et al.*, 2020).

Además, “Todos los métodos de desalinización disponibles operan bastante alejados (de 10 a 15%) del ideal o límite termodinámico de  $0.78 \text{ kWh/m}^3$ , lo cual significa que, para la futura desalinización sostenible, las técnicas convencionales necesitan elevar su eficiencia hasta un rango de entre 25 a 30% de dicho límite termodinámico o investigar fuentes alternativas de energía sostenible” (Canales *et al.*, 2020).

Es por lo anterior, que los expertos proponen una perspectiva de manejo sostenible del proceso de desalinización desde la optimización de los requerimientos energéticos; a través de mejorar la eficiencia de las dos grandes fuentes, agua y energía, para controlar dicha emisión y proteger el ambiente.

Para tomar en cuenta en la protección del ambiente, también se deben atender las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con énfasis en los que están directamente relacionados con el agua (6. *Agua limpia y saneamiento*) y la energía (7. *Energía asequible y no contaminante*). Por ejemplo, la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas sostiene que: “La eliminación del carbón como una fuente de energía es una prioridad” (Canales *et al.*, 2020).

Pistocchi *et al.* (2020) expone que “Los impactos ambientales de este procedimiento (la desalación) pueden moderarse si está alimentado por energía renovable” (UNESCO, 2020). Un ejemplo es Arabia Saudita, quienes han construido una planta fotovoltaica desalinizadora en Khafji utilizando nanotecnología, y se espera que tenga una capacidad total de  $60,000 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Con la inversión en energías renovables, no solo se reducen los impactos ambientales, sino también el costo de costo de la desalinización.

Actualmente, el consumo de energía de las plantas desalinizadoras es hasta 23 veces mayor que las plantas de agua convencionales, lo que representa un costo mayor: el Banco Mundial estima que de 4 a 5 veces el costo del agua superficial tratada (UNESCO, 2020).

Tomándose en cuenta que estos proyectos requieren una alta demanda energética, que implica altos costos, y también presentan elevados costos de operación y mantenimiento. Aunque con el desarrollo de la tecnología, los costos están disminuyendo.

La CONAGUA (2022) estima que el éxito de la instalación de las tecnologías de desalación, dependen principalmente de que sean auto sostenibles económicamente, de manera que los municipios y los organismos operadores puedan cubrir los altos costos que representa su operación.

Así que, “para los futuros abastecimientos de agua en zonas áridas y semiáridas de la Tierra, la mejor elección será aquella que involucre procesos de desalinización de alta eficiencia, integrados con fuentes de energía renovable. Esto equivale a acoplar las tecnologías de desalinización con las fuentes de energía renovable con tres grandes beneficios futuros para el mundo: sustentabilidad ambiental, suministro de agua dulce y abastecimiento de energía” (Canales *et al.*, 2020).

## 2.4.- Desalación con Energías Renovables

Para llevar a cabo los procesos de desalación, se puede considerar como suministro energético las fuentes renovables. Esta sinergia se utiliza, sobre todo, cuando la zona para la planta desalinizadora no tiene el acceso a la red eléctrica común, pero sí tiene el potencial para el aprovechamiento de alguna energía renovable. También se puede considerar para proyectos de esta índole que buscan la sustentabilidad y el cuidado del ambiente.

De las energías renovables, destacan algunos casos para la desalación: solar térmica, solar fotovoltaica, eólica y geotérmica. Técnicamente, todas ellas son factibles para su uso, pero no necesariamente son económicamente viables. En la siguiente tabla se muestra qué tecnologías de desalación pueden ser mejor aplicadas a las fuentes de energía renovable.

**Tabla 9.** Fuentes de energía renovable que mejor aplican a las diferentes tecnologías de desalación, respecto al tipo de fluido a desalar.

Fuente de energía renovable	Tipo de fluido a desalar	MED	MSF	MVC	TVC	OI	ED
Solar térmica	Agua de mar	X	X				
Solar fotovoltaica	Agua de mar					X	
	Agua salobre			X		X	X
Eólica	Agua de mar			X		X	
	Agua salobre					X	
Geotérmica	Agua de mar	X			X		
	Agua salobre	X					

Fuente: Elaboración propia con información de Rodríguez (2016).

Existen algunas tecnologías de desalinización con energías renovables ya desarrolladas y que tienen características específicas para su funcionamiento (**Tabla 10**).

**Tabla 10.** Tecnologías de desalinización con energías renovables.

Nombre de la tecnología	Funcionamiento	Elementos clave
<b>Solar Stills</b>	Mediante evaporación que operan con la energía disponible en la radiación solar. Aprovechando de un modo pasivo la energía solar, haciendo uso del efecto invernadero para evaporar agua (>60°C). Producción diaria 1-4 litros por m <sup>2</sup> de superficie de estanque. Factor de rendimiento 0.53, necesitan 4,350 kJ para producir 1 kg de agua destilada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piscina/estanque: donde se almacena agua salada.</li> <li>- Cubierta: superficie transparente (plástico o vidrio) sobre el estanque que funciona como trampa térmica para la radiación solar.</li> </ul>
<b>Colectores Desalinizadores Compactos (CDC)</b>	Se les podría definir como pequeños Solar Stills. Tienen el mismo funcionamiento, pero el tamaño de los CDC es menor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piscina/estanque</li> <li>- Cubierta</li> </ul>
<b>Sistemas Solares de Desalinización con Plantas MED y MSF</b>	Las plantas MED y MSF que funcionan con energía convencional, consumen fundamentalmente energía térmica. Se acopla debido a ser un sistema capaz de transformar la radiación solar en energía térmica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campo de colectores solares: transforman la radiación solar en energía térmica.</li> <li>- Sistema de almacenamiento de energía térmica: para atender la discontinuidad temporal de la energía solar.</li> <li>- Planta desalinizadora propiamente dicha: MED o MSF.</li> </ul>
<b>Plantas Desalinizadoras Fotovoltaicas y Eólicas</b>	Cualquier proceso de desalinización que consuma energía eléctrica puede suplir su fuente por una renovable. Los sistemas fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica y los sistemas eólicos transforman la energía cinética del viento en energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sistema de generación eléctrica</li> <li>-Sistema de almacenamiento de energía eléctrica</li> <li>-Planta desalinizadora</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia con información de Zarza (1997).*

Para la mayoría de estas tecnologías, se tienen algunas referencias internacionales que demuestran la factibilidad de uso. En los países de Egipto, Jordania, Marruecos y Emiratos Árabes Unidos ya existen plantas desalinizadoras con energías renovables, pero la mayoría son aún tamaño piloto y no alcanzan la producción a escala comercial. En Dubái tiene una planta de OI que funciona con energía solar y suministra 50 m<sup>3</sup>/día. Y en Arabia Saudita se tiene el proyecto de construir la primera planta desalinizadora a gran escala en el mundo alimentada por energía solar fotovoltaica (Sustainable Water & Energy Solutions Network, 2020).

## 2.5.- Legislación y Normatividad en México

En México, los Sistemas de Desalación no contaban con normatividad jurídica y/o técnica para su regulación, ni con “marcos legales específicos” (Vázquez, 2020), hasta que en febrero de 2022 “por unanimidad, el Senado de la República aprobó dos reformas a la Ley de Aguas Nacionales (LAN), a fin de regular la desalinización de agua de mar y su aprovechamiento agrícola, doméstico e industrial” (GPMS, 2022).

En el primer dictamen, que fue aprobado con 88 votos a favor, precisaron en el artículo 3 de este ordenamiento, que el Proceso de Desalinización consiste en “quitar la sal del agua de mar o de las aguas salobres, mediante métodos físicos o químicos, para hacerlas potables o útiles para otros fines”.

Además, con 87 votos favor, avalaron cambios al artículo 17 de la LAN, para establecer que la desalinización de las aguas marinas interiores y del mar territorial, estará libre de concesión, siempre y cuando sean destinadas para uso agrícola y doméstico; y se aclara que en el caso de que la explotación y aprovechamiento en actividades industriales, sí es necesario, contar con la concesión correspondiente. Los dos proyectos fueron enviados a la Cámara de Diputados para su análisis y dictamen correspondiente (GPMS, 2022).

También se señala que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), estarán a cargo de la supervisión y monitoreo del proceso de desalinización (GPMS, 2022).

En el **Anexo 1** se muestra la recopilación de los asuntos jurídicos contemplados en la legislación nacional y las normas relacionadas con la desalación de agua de mar en México, en orden jerárquico.

### 3.- ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica puede utilizarse de manera indirecta para transformarse en energía eléctrica, o bien, de manera directa en cualquier aplicación o proceso industrial que utilice agua caliente o vapor (Gómez-Arias, 2019). Tiene la gran ventaja de carecer de intermitencia, donde el calor natural de la Tierra es susceptible de aprovecharse para generar electricidad, así como otro tipo de usos identificados como directos: calefacción, desalar el agua de mar, climatización, refrigeración, aplicaciones industriales, etc.

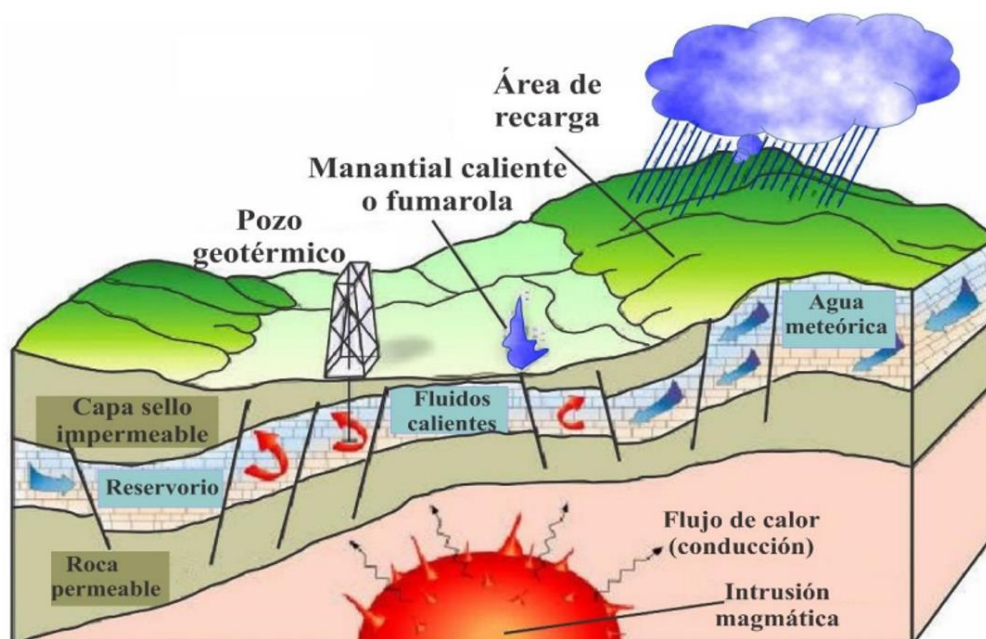
Las tecnologías para aprovechar la energía geotérmica se denominan de carga base, que pueden generar electricidad las 24 horas del día, pues no dependen de condiciones climáticas. Además, no requiere detener la planta para fines de mantenimiento y su factor de capacidad neta es el más alto, en comparación con el resto de las energías renovables, tales como la eólica, solar, hidroeléctrica o mareomotriz.

#### Sistemas geotérmicos

La clasificación de los yacimientos geotérmicos permite comprender las diferentes fuentes geotérmicas que existen y las características que influyen en la dificultad de su aprovechamiento. A continuación, se resumen los seis sistemas geotérmicos identificados por Santoyo y Barragán-Reyes (2010):

- *Sistemas hidrotermales convectivos*: Están constituidos por una fuente de calor, fluidos que constituyen el medio de transporte del calor, roca permeable donde se almacenan los fluidos y una capa de roca sello. Los yacimientos se manifiestan en la superficie como manantiales calientes, fumarolas, géiseres, lagunas de lodo hirviente o suelos calientes. Actualmente, este sistema es el único considerado comercialmente para la generación eléctrica, cuando las temperaturas son suficientemente altas.

**Figura 20.** Modelo conceptual de un sistema geotérmico hidrotermal.



Fuente: Valencia (2021).

- *Sistemas geotérmicos de roca seca caliente*: Consisten en roca seca a muy alta temperatura (alrededor de 650 °C) localizada entre 2 y 4 km de profundidad, y con la característica particular de no contar con fluidos suficientes en el fondo para transportar el calor hacia la superficie.
- *Sistemas geotérmicos geopresurizados*: Contienen agua y metano disuelto a alta presión (700 bar) y mediana temperatura (entre 90 y 200 °C). Actualmente estos recursos no se explotan y se desconoce su existencia en México.
- *Sistemas geotérmicos marinos*: Se localizan en el fondo del mar, y se manifiestan como descargas, fumarolas o chimeneas hidrotermales. Se han identificado en el golfo de California con temperaturas hasta de 350 °C, y aún no se explotan comercialmente.
- *Sistemas geotérmicos magmáticos*: Consisten de roca fundida (a unos 800 °C) y están asociados con aparatos volcánicos activos. Para extraer el calor de estos sistemas se han desarrollado proyectos piloto en Hawaii e Islandia, pero su explotación comercial requiere la búsqueda de materiales adecuados que resistan la corrosión y las altas temperaturas.
- *Sistemas geotérmicos supercríticos*: Se ubican a grandes profundidades (entre 5 y 6 km) y contienen fluidos en estado supercrítico (es decir: a presión y temperatura tal, que adopta un estado intermedio entre líquido y gas) con temperaturas de hasta 600 °C; se han detectado cerca de Islandia, donde actualmente se investiga por *Iceland Deep Drilling Project* (2010) la factibilidad de su explotación. Este tipo de sistemas pueden proveer hasta diez veces más energía que los sistemas geotérmicos convencionales.

Los sistemas geotérmicos hidrotermales se pueden clasificar con base en la temperatura del fluido endógeno que se extrae, o del fluido que se inyecta para la extracción del calor de la roca. Se clasifican en alta, media y baja entalpía (**Tabla 11**). Los sistemas de alta entalpía se consideran ideales para la producción de electricidad con sistemas convencionales de generación.

**Tabla 11.** Clasificación de los sistemas geotérmicos por temperatura del fluido y su capacidad de generación eléctrica (MWe).

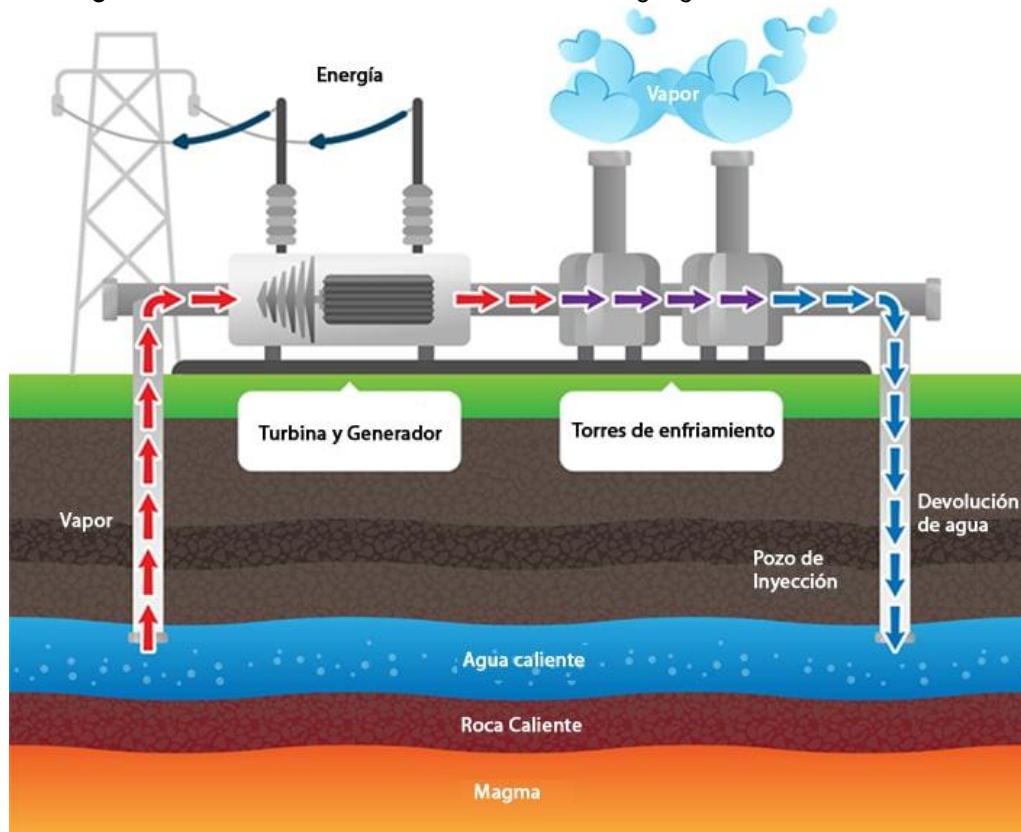
Clasificación	Temperatura del fluido	Capacidad [MWe]
<b>Alta entalpía</b>	>200 °C	2 – 6
<b>Media entalpía</b>	100 – 200 °C	3 – 6
<b>Baja entalpía</b>	< 100 °C	Min. 10

MWe = Mega Watt eléctrico

Fuente: *Elaboración propia con información de Santoyo y Barragán-Reyes (2010); Ordaz et al. (2011) & Zanellato (2021).*

En general, el método de transformación de la energía geotérmica en energía eléctrica consiste en la absorción del calor del subsuelo en forma de vapor, el cual pasa por un sistema de turbinas que permiten transformarlo en energía cinética y después, a través de un generador se obtiene la energía eléctrica. El fluido sobrante es reinyectado al subsuelo en forma de agua después de pasar por torres de enfriamiento.

**Figura 21.** Método de transformación de la energía geotérmica en eléctrica.



Fuente: Geotermia Vertical (s.f.).

En el mundo, la energía térmica total almacenada en la litósfera, es decir hasta una profundidad media de 50 km, ha sido estimada por Dickson y Fanelli (2003) en  $5.4 \times 10^9$  EJ (Hiriart *et al.*, 2011).

Las dos fuentes energéticas son el flujo de calor que proviene de núcleo y manto terrestres, y el decaimiento de isótopos radiactivos contenidos en las rocas de la litósfera, como uranio, torio y potasio. El calor se transfiere del interior de la tierra hacia la superficie por conducción y en el manto por corrientes de convección, a una tasa promedio estimada en 1400 EJ anuales (Hiriart *et al.*, 2011).

La energía térmica en el subsuelo se pretende aprovechar a través de los yacimientos geotérmicos. Como se mencionó en la clasificación de los mismos, los sistemas hidrotermales son los que actualmente se aprovechan y algunos otros sistemas están siendo investigados para utilizarse. Pero, para poder aprovechar los recursos geotérmicos que se conocen actualmente, es necesaria la exploración de la zona de interés.

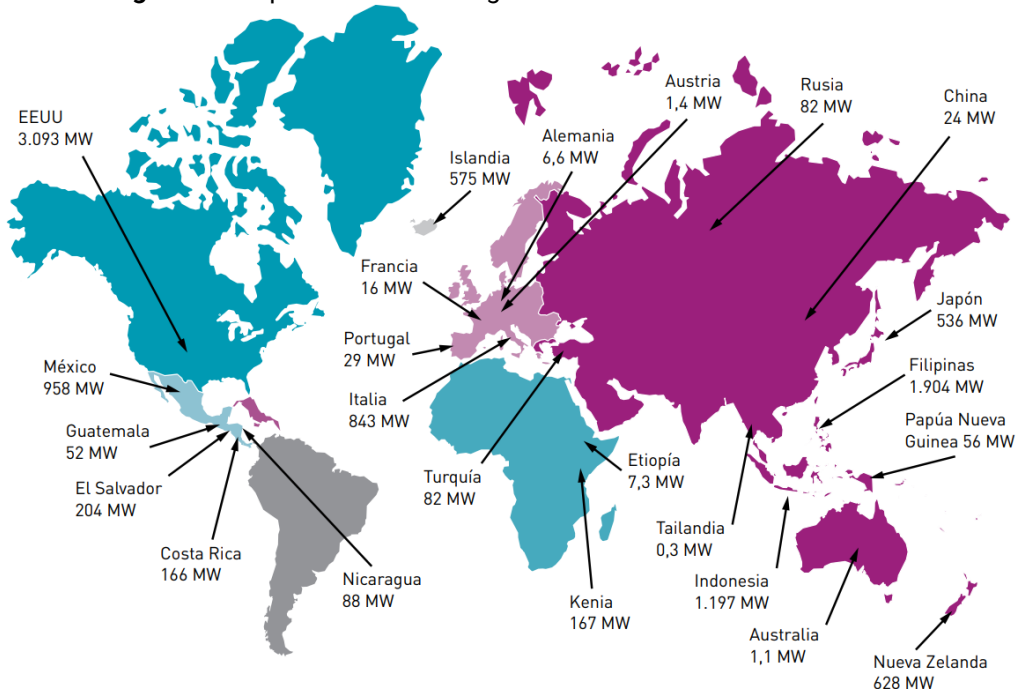
La explotación de la energía geotérmica es menos contaminante que la mayoría de las fuentes convencionales. Las emisiones totales de gases de una planta geotérmica son el 5% de una planta de tamaño equivalente operada por combustibles fósiles. El principal contaminante descargado es el  $\text{CO}_2$ , que en una planta geotérmica está en un rango 13–380 g/kWh, mientras que una planta de carbón emite 1,042 g/kWh, una de hidrocarburo 906 g/kWh y una de gas natural 453 g/kWh (Gómez-Arias, 2019).

### 3.1.- Escenario Internacional

Aunque la energía geotérmica es abundante y renovable, con las inversiones actuales y la falta de aplicaciones, se explota tan sólo una pequeña fracción de los recursos mundiales para producir electricidad y otras aplicaciones directas de calentamiento.

La generación geotermoeléctrica inició en Italia en 1904, y actualmente se explota en 24 países para producir electricidad y en más de 60 países en usos directos. En el año 2010 se contabilizaba una capacidad geotérmica de 10,008 MW, instalada de la siguiente manera:

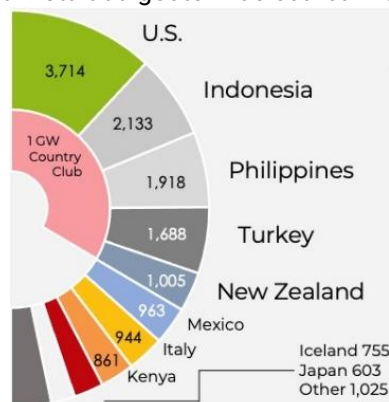
**Figura 22.** Capacidad instalada geotermoeléctrica mundial en 2010.



Fuente: IDAE (2011).

Para 2020, diez años después, la capacidad total geotérmica en el mundo aumentó más del 50%, alcanzando un total de 15,608 MW. Ese año, los 10 países con la mayor la capacidad instalada y sus valores, según el estudio de *Think GeoEnergy Research* (2022), se muestran en la **Figura 23**, donde se observa que México ocupa el sexto lugar con 963 MWe.

**Figura 23.** Capacidad instalada geotermoeléctrica mundial en MWe, 2020.



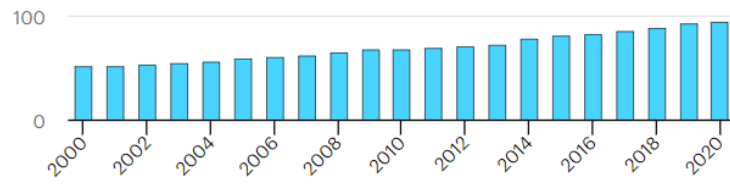
Fuente: Richter (2022).



De los países anteriores destaca el caso de Islandia, pues es quien tiene el mayor índice de energía renovable per cápita. El 85% de su electricidad es generada por energías renovables, del cual el 25% proviene de energía geotérmica y el 60% de energía hidroeléctrica. Además, el 65% de sus casas utilizan calefacción proveniente de la geotermia (Government of Iceland, 2016).

La generación de electricidad a partir de fuentes geotérmicas aumentó un estimado de 2% en 2020 (Figura 24), con un aumento de capacidad de ~200 MW. Pero quedando por debajo del crecimiento medio de los cinco años anteriores de ~500 MW por año, siendo Turquía, Indonesia y Kenia los responsables de la mayor parte de este crecimiento (IEA, 2021).

**Figura 24.** Generación de energía geotérmica TWh, 2000-2020.



Fuente: Richter (2022).

Los estudios prospectivos de Gallup (2009), indican que para el 2050 la capacidad instalada mundial incrementará hasta 140 GW (millones de watts), en la medida en que resulte técnica y económicamente factible la explotación de los sistemas de roca seca caliente (Santoyo y Barragán-Reyes, 2010).

Se considera a la energía geotérmica de bajo costo de generación de electricidad, comparándola con las demás energías renovables. En promedio, tiene un costo de 52 dólares por MWh, frente a 280 de la solar fotovoltaica a gran escala, 406 de la solar fotovoltaica en edificios, 101 de la eólica marina, 85 de la eólica terrestre y 131 de la biomasa (SENER, 2012).

### 3.2.- Contexto Nacional

La geotermia para nuestro país ha sido una fuente energética principalmente para la producción de electricidad y aplicaciones del calor. En México, la generación geotermoeléctrica comenzó en la localidad de Pathé, Hidalgo en el año de 1959, con una capacidad de 3.5 MW (Hiriart *et al.*, 2011).

“La ubicación de México en el cinturón volcánico del planeta permite que tengamos la oportunidad de aprovechar este recurso y ampliar la capacidad de nuestro país para el suministro de energía a través de fuentes limpias” (SEMARNAT, 2015).

Actualmente, existen 5 campos geotérmicos de tipo hidrotermal con una capacidad instalada de alrededor de 932 MWe (Tabla 12). El Domo San Pedro es operado por una empresa privada mexicana llamada Grupo Dragón, y los demás son operados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de su Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG). Para aprovechar estos recursos se tienen alrededor de 230 pozos de producción que alcanzan entre 1500 y 3500 m de profundidad (CeMIEGeo, 2016).

**Tabla 12.** Capacidad instalada en México.

Campos del país	Capacidad instalada	Generación anual
Cerro Prieto, Baja California	570 MWe	4,200 GWh
Los Azufres, Michoacán	248 MWe	2,550 GWh
Los Humeros, Puebla	94 MWe	340 GWh
Tres Vírgenes, Baja California Sur	10 MWe	55 GWh
Domo San Pedro, Nayarit	10 MWe	--

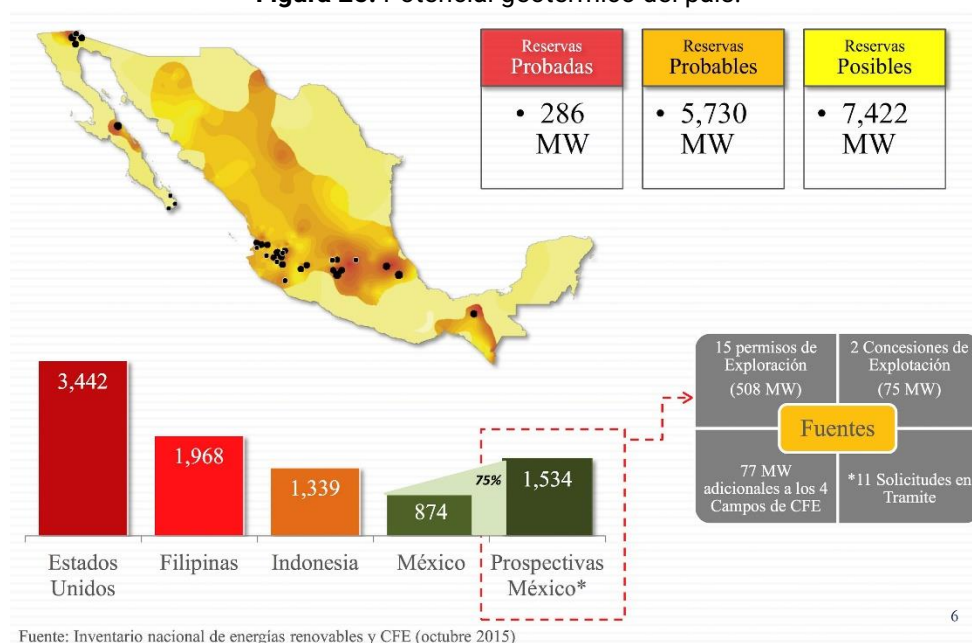
MWe = Mega Watt eléctrico; GWh = Giga Watts hora

Fuente: *Elaboración propia con información de CeMIEGeo (2016).*

En promedio una central de geotermia opera 7,380 horas en un año (CFE, 2022).

El inventario nacional de energías renovables y CFE estiman que, con las reservas probadas, probables y posibles, el potencial geotérmico de México es de 13.4 GW (**Figura 25**).

**Figura 25.** Potencial geotérmico del país.



Fuente: SEMARNAT (2015).

En Latinoamérica, México es el mayor productor de energía geotérmica. En 2016, tuvo una capacidad instalada de 957 MW que representaba el 2.3% del total de generación eléctrica del país. Por otra parte, El Salvador ocupaba el tercer lugar con una capacidad de 204 MW, pero ésta representaba el 26% de la generación eléctrica de todo el país (World Bank, 2018).

El sector eléctrico del país ha sido mayormente administrado y desarrollado por el Gobierno a través de la CFE. Fue hasta el año 2013, que el Gobierno de México introdujo una legislación destinada a la autorización de la inversión privada y extranjera en el sector eléctrico, lo que abrió la puerta al sector privado para adquirir concesiones geotérmicas y vender electricidad en el mercado nacional. Y en 2014, se publicó la Ley de Energía Geotérmica, la cual permite regular el reconocimiento, exploración y explotación de los recursos geotérmicos en el territorio nacional.

Sin embargo, en los últimos años se ha instalado poca capacidad geotérmica nueva en México, ya que la mayor parte de la capacidad se instaló a mediados del siglo XX. Por ejemplo, la CFE obtuvo una concesión para 14 campos geotérmicos en enero de 2017, pero

se ha enfrentado a dificultades para obtener financiamiento para desarrollarlos. Trece de los campos concesionados a la CFE son campos verdes (sin desarrollar), el tipo de campo geotérmico más difícil para obtener financiamiento (World Bank, 2018).

En total hay 104 proyectos de geotermia terminados o en licitación y 254 considerados para licitaciones futuras hasta 2027, según datos del Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (Comisión de Recursos Hidráulicos, 2022).

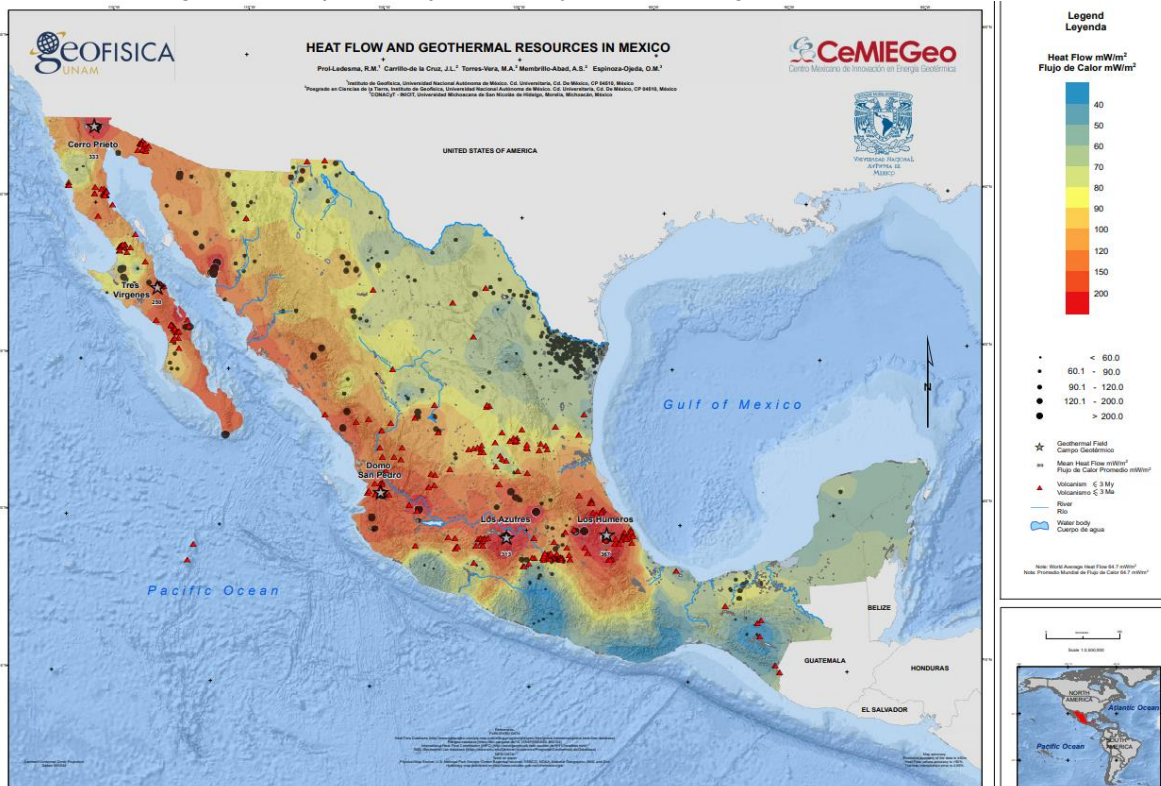
En las metas de eficiencia energética de México, el Gobierno Federal proyecta para el 2024 que el 35% de la generación eléctrica debe corresponder a energías limpias, y para el año 2050 llegar al 50% (SENER, 2016).

Se estima que el potencial que tiene el país para producir energías limpias provenientes de la geotermia es de hasta 10,000 MWe (Farías, 2020).

Prol-Ledesma *et al.* (2018) propone que la búsqueda a nivel regional para descubrir nuevos recursos geotérmicos, debería estar basada en datos de flujo de calor. Los mapas de flujo de calor son una gran herramienta en la exploración de estos recursos.

Junto con el Instituto de Geofísica de la UNAM, el CONACYT y el CeMIEGeo, Prol-Ledesma *et al.* (2018) realizaron un mapa de flujo de calor que cubre todo el territorio continental mexicano. Este mapa muestra que la mayor parte los valores de flujo de calor están por encima del flujo de calor promedio a nivel mundial, y que en México los valores más altos se concentran en la provincia extensional del Golfo de California y en la Faja Volcánica Trans-Mexicana (Figura 26).

Figura 26. Mapa del flujo de calor y los recursos geotérmicos de México.



Fuente: Prol-Ledesma *et al.* (2018).

### 3.3.- Península de Baja California

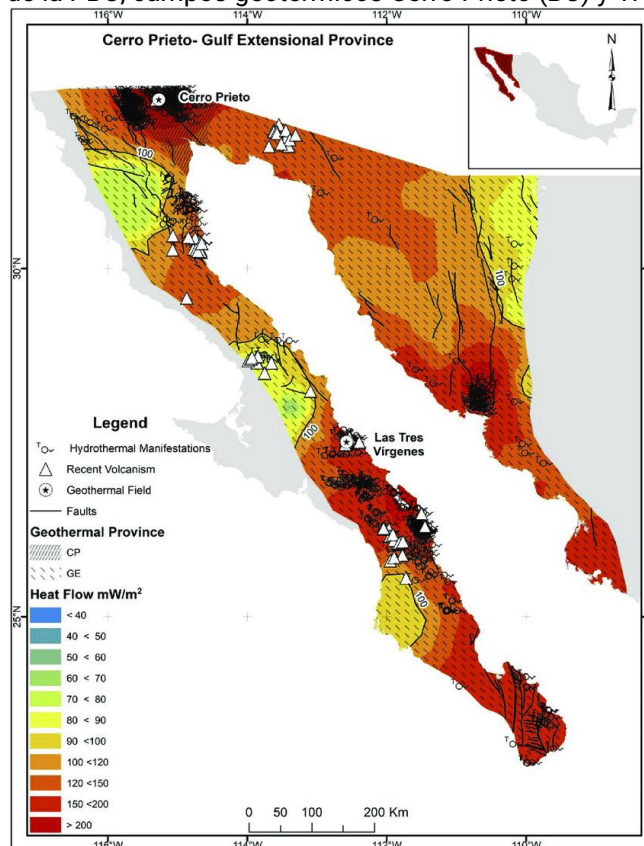
La Península de Baja California (PBC) es una de las regiones con mayor potencial geotérmico del país, por lo cual es el centro de esta investigación.

La **Figura 26** mostró que los valores más altos de flujo de calor en México se concentran en la provincia extensional del Golfo de California y en la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Así mismo, de los cinco proyectos en operación de energía geotérmica en México, dos se encuentran en la Península de Baja California: Cerro Prieto y Tres Vírgenes.

Cerro Prieto (CP) es el campo más grande y antiguo de México, pues comenzó a operar en 1973. Se encuentra localizado en el estado de Baja California en el municipio de Mexicali, cercano al volcán de Cerro Prieto (**Figura 27**). Genera aproximadamente el 40% de la demanda eléctrica del municipio y 15% del estado (CFE, 2007). Tiene una extensión de 15 km<sup>2</sup> aproximadamente y está dividido en cuatro centrales de generación: CP I (180 MW), CP II (220 MW), CP III (220 MW) y CP IV (100 MW). Además, cuenta con 147 pozos productores y 29 de reinyección (Gómez-Arias, 2019), con profundidades de 1,250 a 3,550 metros. Las temperaturas del yacimiento se estiman entre 275 y 325 °C (Arellano-Gómez *et al.*, 2010).

Tres Vírgenes se encuentra en Baja California Sur en el municipio de Mulegé. Se localiza en el complejo volcánico las Tres Vírgenes (**Figura 27**) en un área tectónicamente activa. Cuenta con dos centrales de generación con capacidad de 5 MW cada una, así como 3 pozos productores y 2 de reinyección (Gómez-Arias, 2019). Se caracteriza por ser un sistema líquido-dominante, y sus temperaturas fluctúan entre 53 y 98 °C (Valencia, 2021).

**Figura 27.** Mapa de la PBC, campos geotérmicos Cerro Prieto (BC) y Tres Vírgenes (BCS).



Fuente: Pro-Ledesma & Morán-Zenten (2019).

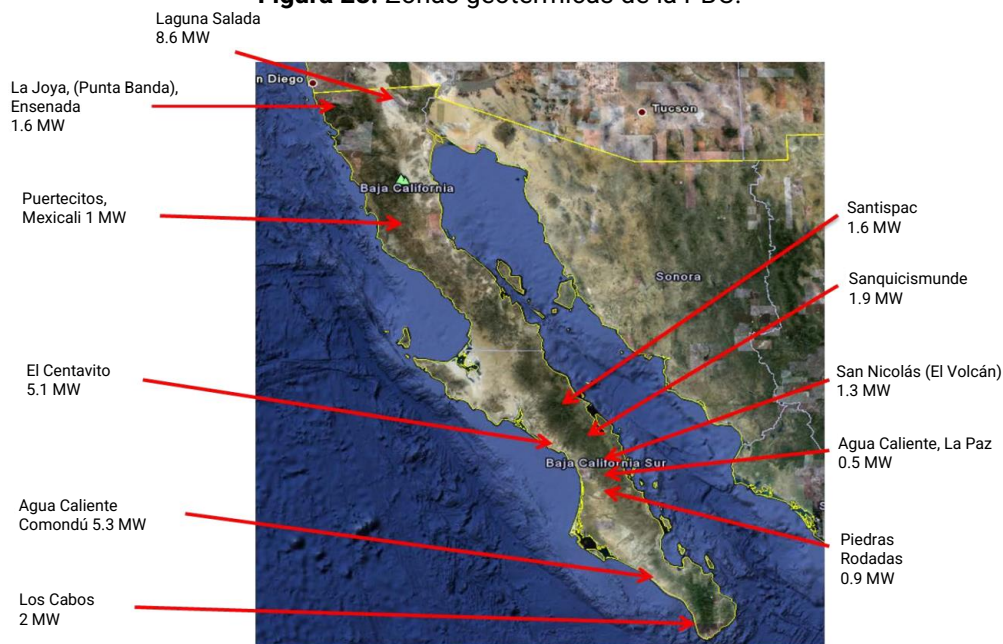
La Comisión Reguladora de Energía (CRE), en colaboración con la Universidad Politécnica de Baja California, publicó un estudio en el que se presentan 11 zonas geotérmicas de baja y media entalpía identificadas en la PBC (Tabla 13) y (Figura 28), las cuales fueron analizadas o estimadas con la información disponible de estudios previos.

**Tabla 13.** Zonas geotérmicas de la PBC.

Zona Geotérmica	Potencial Estimado MW		Temperatura del Yacimiento		
	Modelo Volumétrico		Mínima	Esperada	Máxima
	Valor Probable	Rango 90%			
Agua Caliente, Comondú	5.3	3-8	160	170	180
La Joya, Ensenada	1.6	1-3	150	170	190
Santispac	1.6	1-2	120	145	170
El Centavito	5.1	3-7	180	200	220
Los Cabos	2.0	1-3	140	160	180
Laguna Salada, Mexicali	8.6	5-12	160	170	180
Puertecitos, Mexicali	1.0	0.4-1.5	110	130	160
San Nicolás (El Volcán)	1.3	0.6-2	80	90	110
Sanquicisumunde	1.9	1-3	170	190	200
Piedras Rodadas	0.9	0.4-1.4	100	115	130
Agua Caliente, La Paz	0.5	0.2-0.8	80	100	120

Fuente: CRE (2011).

**Figura 28.** Zonas geotérmicas de la PBC.



Fuente: CRE (2011).

A pesar de que las 11 zonas no son una lista exhaustiva, representan una aproximación del potencial geotérmico de baja entalpía de la PBC, que permite visualizar la importancia de la región y justifica que se lleven a cabo futuros estudios y proyectos. (CRE, 2011).

Para el objetivo de esta Tesis, es importante detectar cuáles de estas zonas se encuentran ubicadas en cercanía con la costa para promover la relativa factibilidad de la instalación de la desaladora DMG, lo cual se analiza en el capítulo de 'Estudio de Mercado' más adelante.

### 3.4.- Usos Directos de la Geotermia

El uso de la energía geotérmica es mayormente conocido para generar energía eléctrica, pero para esta aplicación se requieren temperaturas mayores a 200 °C (recursos de alta entalpía). Entonces, para aprovechar los recursos geotérmicos con temperaturas menores a 200 °C (recursos de media y baja entalpía), se tienen los usos directos de la geotermia.

Se le llaman usos directos porque no se realiza una transformación de la energía, sino que se ocupa directamente el calor que contiene el fluido geotérmico. En cambio, para generar electricidad, el fluido en forma de vapor se transforma en electricidad a través de la turbina y el generador.

La utilización directa del calor geotérmico “constituye la forma más antigua, versátil y también la más común de aprovechamiento de esta forma renovable de energía” (IDAE, 2011). Se puede destinar la geotermia de media y baja entalpía como fuente de calor para procesos domésticos e industriales como: climatización, calefacción, invernaderos, secado industrial de semillas, agricultura, pasteurización, acuicultura, deshidratación de alimentos, balnearios, entre otros.

Su importancia recae en que, para la industria, se puede sustituir con energía geotérmica casi cualquier proceso que requiera de calor, y al hacerlo se obtienen costos de operación y costos ambientales menores que al utilizar fuentes energéticas convencionales.

Lund y Aniko (2020), presentaron en las *Actas del Congreso Mundial de Geotermia 2020* el resumen de los usos directos de la energía geotérmica y sus aplicaciones mundiales. En este, se presentó que 88 países utilizan los usos directos de la geotermia con un total de capacidad instalada de 107,727 MWt. Además, los cinco países con mayor capacidad instalada representan el 70.82% del total y son los siguientes:

**Tabla 14.** Líderes mundiales en usos directos de energía geotérmica.

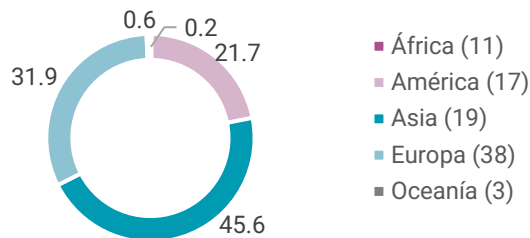
País	MWt
China	40,610
Estados Unidos	20,713
Suecia	6,680
Alemania	4,806
Turquía	3,488

MWt = Mega Watt térmico

Fuente: *Elaboración propia con información de Lund y Aniko (2020).*

Así mismo, presentaron la distribución por continente (**Figura 29**), donde nos muestran que Asia es el que más capacidad instalada tiene (45.6%) y África el que menos (0.2%).

**Figura 29.** Distribución de usos directos de geotermia por continente, en porcentaje de MWt.

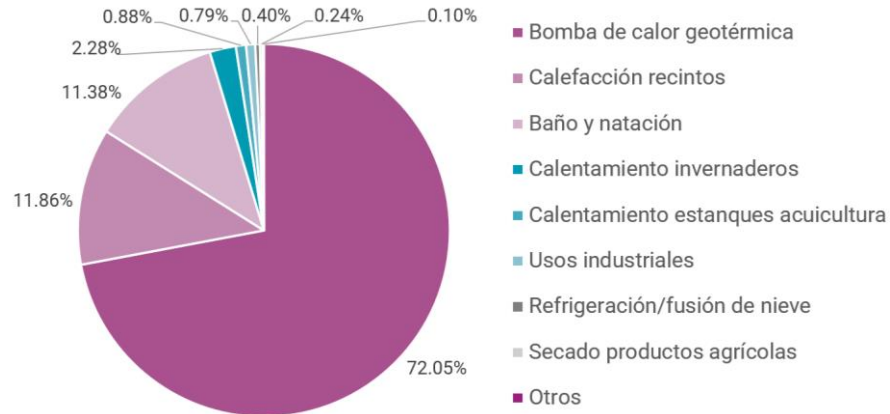


Nota: Entre paréntesis se indica el número de países contados por continente.

Fuente: *Elaboración propia con información de Lund y Aniko (2020).*

Los usos industriales o domésticos que más se utilizaron en el año 2020 (**Figura 30**) fueron la bomba de calor geotérmica (72.05%), la calefacción (11.86%) y el uso para baño y natación (11.38%).

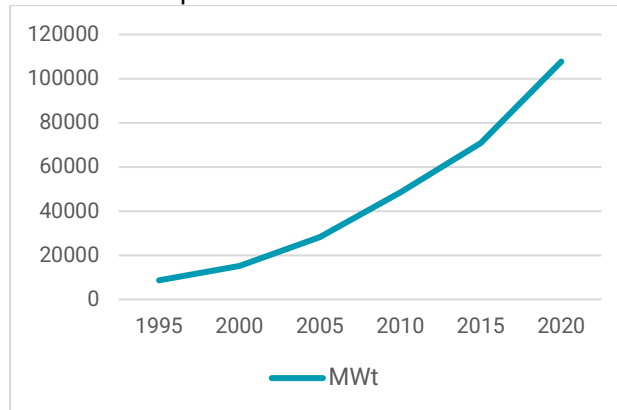
**Figura 30.** Categoría de utilización de energía geotérmica en usos directos en el mundo, 2020.



Fuente: Elaboración propia con información de Lund y Aniko (2020).

La capacidad instalada de los usos directos de la geotermia ha ido en aumento, en los últimos 25 años que se tiene registro (**Figura 31**). Y tan solo en los últimos 5 años, en el periodo de 2015 - 2020, hubo un crecimiento del 52%.

**Figura 31.** Crecimiento de la capacidad instalada de los usos directos de la geotermia.



Fuente: Elaboración propia con información de Lund y Aniko (2020).

El aumento del uso de la geotermia, que es una fuente sostenible y renovable, influye en la reducción de la dependencia energética de fuentes que utilizan combustibles fósiles. Ello implica la reducción de gases de efecto invernadero y partículas.

En 2018, la producción de calor geotérmico sustituyó a más de 81 millones de toneladas de petróleo (596 millones de barriles de petróleo<sup>5</sup>) y redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en unos 252 millones de toneladas (Lund y Aniko, 2020). Basándose en un factor de eficiencia de 0.35 si la misma energía se hubiera empleado para generar electricidad, y de 0.70 si el aprovechamiento lo fuese en forma de calor (IDAE, 2011).

<sup>5</sup> Nota: 474 millones de barriles equivalen a 1.6 días de consumo mundial de petróleo; y cada barril tiene 42 galones (Lund y Aniko, 2020).

De los 88 países que utilizan usos directos de la geotermia, México ocupa el lugar 35 con una capacidad instalada de 156.113 MWt (Lund y Aniko, 2020).

México tiene un gran potencial para usos directos, existe una gran cantidad de manifestaciones térmicas identificadas en la superficie. Se han identificado más de 1,600 localizaciones con temperaturas bajas a medias que pueden ser agrupadas en más de 900 sistemas geotérmicos en 26 estados diferentes del país. Donde el 50% de los sistemas tienen temperaturas entre 62 y 100 °C, el 40% entre 100 y 149 °C, el 5% temperaturas inferiores a 62 °C, y el último 5% a temperaturas superiores a 148°C (Lund y Aniko, 2020).

Sin embargo, la utilización más común hasta ahora es en balnearios para usos recreativos y/o terapéuticos. Existen espacios para baño y natación instalados en 18 estados de la República y son operados principalmente por iniciativas privadas.

Las tecnologías para el aprovechamiento directo de la geotermia “son básicamente desconocidas por los empresarios mexicanos y por el público en general” (CeMIEGeo, 2019). Las primeras bombas de calor geotérmicas se instalaron alrededor de 2014 y actualmente hay 11 unidades con una capacidad combinada de 133 kWt; instaladas en Puebla, Michoacán y Baja California.

El total de capacidad instalada en México (156.113 MWt), se divide en: 0.115 MWt para la calefacción individual, 0.518 MWt para el secado agrícola, 155.347 MWt para el baño y la natación y 0.133 MWt estimados para bombas de calor geotérmicas (Lund y Aniko, 2020).

En México, la energía geotérmica se utiliza casi en su totalidad para producir electricidad (932 MWe), y los usos directos están mucho menos desarrollados. En los casos de China, Estados Unidos y algunos países de Europa ocurre lo contrario, domina la utilización directa de la geotermia.

Una de las razones que se tienen para explicar el bajo desarrollo de los usos directos en el país, es que “el clima en México tiende a ser cálido o templado la mayor parte del año ... por tanto, la instalación y uso de sistemas de climatización convencional en casas-habitación y edificios había sido más bien excepcional en el país y, por lo mismo, no existían condiciones de mercado que fomentaran la búsqueda de alternativas ambientalmente más favorables y económicamente más competitivas a largo plazo, como los sistemas de bombas de calor o el uso de fluidos geotérmicos para calefacción” (Gutiérrez, 2017).

Así mismo, Gutiérrez (2017) expone que, con el cambio climático la situación mundial y del país está cambiando, hay una tendencia de veranos más cálidos e inviernos más fríos. Con ello, se está volviendo más común la instalación de sistemas de climatización con tecnologías convencionales que funcionan a base de un alto consumo de energía eléctrica. Y esto, provocará que se le dé más visibilidad e importancia al uso directo de los recursos geotérmicos del país.

Existen muchas aplicaciones para aprovechar estos recursos, y dependiendo de la temperatura del fluido geotérmico es la aplicación que se le puede dar.

El concepto de *Usos directos en cascada* busca el máximo aprovechamiento, pues se ocupa la energía geotérmica en diferentes niveles de temperatura. “Se identifican como el aprovechamiento secuencial del calor geotérmico en función de la temperatura del recurso, mediante la integración de diferentes tecnologías para la distribución y uso de energía térmica” (Secretaría de Energía, 2018).



Como ejemplo de este concepto: se tiene un yacimiento que te permite obtener fluido geotérmico a 140 °C, éste se puede aprovechar para la producción industrial de cerveza, después, a su salida, se tiene la suficiente energía para desalar agua de mar, a su respectiva salida, se tiene la suficiente temperatura para el aprovechamiento en invernaderos, y lo que se obtiene a la salida del invernadero se puede aprovechar para la climatización de espacios; ese es el uso en cascada.

El impulso a la investigación y desarrollo de proyectos relacionados con los usos directos de la geotermia, permitiría darles visibilidad y apoyo a estas tecnologías en México. Y con ello, se puede aprovechar el potencial económico y social. Los usos directos: promueven la eficiencia energética, no se están utilizando ni sacándoles provecho, promueven un mejor cuidado del ambiente, son compatibles con procesos industriales existentes y son la oportunidad para aprovechar nuestros recursos naturales de manera sustentable.

La geotermia de baja y media entalpía representa una gran oportunidad para fomentar la diversificación de las fuentes primarias de energía, y con ello, impulsar un recurso renovable y sustentable. Además, promueve el desarrollo regional a través de la generación de empleos locales.

Dentro de los usos directos de la geotermia se tiene la desalación de agua de mar, o bien de agua salobre. La cual ha cobrado un lugar preponderante en razón del punto crítico de abastecimiento hídrico, principalmente por la decreciente disponibilidad de agua y la sobreexplotación de este recurso.

Las tecnologías de desalación pueden ser alimentadas energéticamente con recursos geotérmicos que tengan temperaturas mayores a los 80°C, donde la geotermia de baja entalpía cubre perfectamente este requisito. De esta manera, es posible utilizar energía geotérmica como fuente de calor para el proceso de desalación.

Para que sea viable esta tecnología o aplicación debemos contar con un sitio que tenga recursos geotérmicos y agua para desalar, la cual puede ser agua marina o salobre. Si a las tecnologías de desalación le sumamos el uso de una energía renovable como la geotermia, estamos dando un valor agregado a la potabilización del agua y una reducción de sus costos.

Es por lo anterior, que esta tecnología representa una gran oportunidad de desarrollo en la PBC, por su gran línea de costa y su gran potencial geotérmico. Además, presenta una solución viable para atender las problemáticas de escasez hídrica derivadas de sus características climáticas áridas/semiáridas, su sobreexplotación de acuíferos, su crecimiento poblacional y su aumento en la demanda de agua.

#### **4.- DESALADORA MODULAR GEOTÉRMICA (DMG)**

Actualmente, existe una urgencia por desarrollar tecnologías sostenibles y que sean capaces de disminuir su impacto ambiental.

Como ya se mencionó, no es trivial la problemática que rodea a los recursos hídricos, mundial y localmente; también, se presentó a la desalación como una alternativa viable para atender la demanda de agua en las zonas de escasez hídrica; y posteriormente, se planteó la oportunidad que representa la energía geotérmica como una fuente renovable que permite reducir el consumo de energías fósiles.

Por lo anterior, en este capítulo se presenta la Desaladora Modular Geotérmica (DMG), la tecnología que vincula la energía geotérmica y la desalación.

La DMG tiene una gran relevancia en la zona de la PBC debido a tres factores principales:

1. Presenta una oportunidad para atender la creciente demanda de agua ocasionada por el crecimiento poblacional.
2. Atiende la condición de escasez de agua renovable (dulce) de la PBC, que se presenta por sus características climáticas áridas y semiáridas.
3. La zona (PBC) es viable para hacer uso de la DMG, debido a que cuenta con diversos puntos de agua caliente geotérmica ubicados a la cercanía de las costas.

El sistema DMG tiene como propósito lograr la destilación de agua de mar o salobre mediante la utilización de energía proveniente de un yacimiento geotérmico de baja entalpía (Rodríguez, 2016). Este sistema presenta una opción viable para contrarrestar las problemáticas relacionadas a la falta de suministros hídricos, para regiones que presentan escasez de agua pero que tienen potencial geotérmico.

Esta tecnología fue desarrollada dentro del Instituto de Ingeniería de la UNAM, y actualmente se impulsa a través del Grupo iiDEA. Este grupo de trabajo busca desarrollar, analizar y llevar al mercado tecnologías que aprovechen los usos directos de la geotermia, y así, promover la eficiencia energética de manera sustentable.

El desarrollo del proyecto de la DMG comenzó hace aproximadamente 10 años. A lo largo de estos años, se han realizado diversas investigaciones. Las características de la DMG que se presentan en este trabajo, se respaldan principalmente de las siguientes cuatro tesis:

- Comparativa energética de los sistemas térmicos de desalación con energía geotérmica de baja entalpía, por Fermín García (2014).
- Diseño y análisis térmico-hidráulico de una Desaladora Modular Geotérmica de baja entalpía, por Fabián Rodríguez (2016).
- Análisis técnico-económico de la Desaladora Modular Geotérmica de baja entalpía DMG, por Ricardo Caldera (2016).
- Evaluación técnico-económica de una planta desaladora MED acoplada con recurso geotérmico de baja entalpía, por José Guadalupe Martínez (2019).

A continuación, se presentan los resultados más relevantes obtenidos en cada uno de los trabajos anteriores, para contextualizar a la DMG y sus previos análisis técnico, de mercado y económico.

#### 4.1.- Análisis Energético (Térmico y Eléctrico)

El trabajo de García (2014) tuvo como objetivo realizar el análisis energético (térmico y eléctrico) de los sistemas térmicos de desalación MED, MSF y MVC, utilizando recurso geotérmico de baja entalpía como fuente principal de calor. Y con ello, determinar cuál es el sistema más viable.

Entre sus resultados, obtuvo la siguiente tabla de comparación:

**Tabla 15.** Comparación entre sistemas de desalación con recurso geotérmico de baja entalpía.

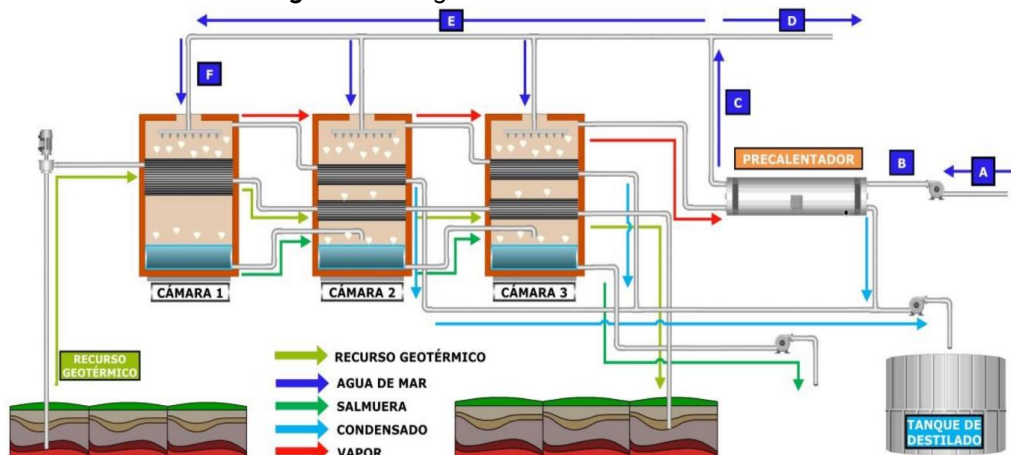
	MED-LE*	MSF con geotermia	MVC con geotermia
Agua de mar de alimentación [kg/s]	0.63	0.63	0.63
Destilado [m <sup>3</sup> /hr]	0.254	0.142	1.039
% de destilación	11.21	6.27	45.82
Factor de concentración	1.13	1.07	1.85
Rendimiento térmico [kg/MJ]	0.813	0.465	-
Potencia eléctrica [kW]	0.402	0.240	5.901
Consumo eléctrico [kWh/m <sup>3</sup> ]	1.582	1.690	5.678

Fuente: García (2014).

\*El sistema MED-LE (Multi Effect Distillation Low Enthalpy) es un modelo variante del sistema convencional MED utilizando recurso geotérmico como fuente de energía térmica; fue propuesto por el Proyecto IMPULSA IV del Instituto de Ingeniería UNAM.

“El principio de funcionamiento es similar a la tecnología MED convencional, la principal diferencia es que el recurso geotérmico después de ceder calor en el primer efecto, sigue ocupándose en los efectos subsecuentes para aprovechar la energía térmica que aún tiene el fluido, una vez que el recurso geotérmico sale de la tercera cámara, es reinyectado al suelo como se observa en la **Figura 32**” (García, 2014).

**Figura 32.** Diagrama del sistema MED-LE.



Fuente: García (2014).

Entre sus conclusiones, García (2014) llegó a que:

- El uso de recursos geotérmicos de baja entalpía es una buena alternativa como fuente de energía térmica para los procesos de desalación analizados, ya que tienen una temperatura suficiente para ser aprovechada.

- A través del análisis de los resultados obtenidos en la investigación, se determina que, priorizando la mayor obtención de agua destilada y un bajo consumo de energía eléctrica, la opción más viable técnicamente es el sistema MED-LE. Esto con sus debidas reservas, ya que para conocer con más precisión su desempeño y aprovechar de la mejor manera posible la energía geotérmica se requiere un estudio más detallado de los equipos a utilizar en el proceso, como son los intercambiadores de calor, equipos de vacío, bombas para mover los líquidos, así como otros elementos que se consideren necesarios.
- La desalación con energía geotérmica es una alternativa viable para obtener agua para el aprovechamiento en diversas actividades del ser humano. El proceso que se elija, ya sea MED, MVC o MSF, dependerá de las necesidades y los recursos que se tengan y de un correcto análisis para aprovechar de la mejor manera su potencial.

#### 4.2.- Análisis Técnico-Operativo

Rodríguez (2016) realizó una tesis de maestría que tuvo como objetivo proponer un diseño óptimo para la DMG a través de definir las condiciones técnico-operativas y el análisis matemático-geométrico para respaldar su configuración.

En su trabajo, realizó el análisis de comportamiento de la transferencia de calor bajo diversos escenarios geométricos para el haz de tubos, y también el análisis de sensibilidad teórico de la unidad desaladora, manteniendo fijos los parámetros geométricos definidos.

La propuesta de para la DMG consistió en un proceso que consta de tres efectos de evaporación a presiones por debajo de la atmosférica, consecutivas y decrecientes cuyo objetivo es obtener agua destilada, con una producción de 40 m<sup>3</sup>/día (Rodríguez, 2016).

Para el análisis técnico teórico, se utilizaron las ecuaciones de: conservación de energía, conservación de masa, factor de concentración y consumo térmico. Además, se realizó el balance de masa y energía en cámaras. Después, se definieron los requerimientos térmicos para los intercambiadores de cada cámara y para el sistema de vacío y extracción de gases.

Con lo anterior, se llegó a los siguientes resultados:

**Tabla 16.** Parámetros de rendimiento del sistema DMG.

Parámetro	Valor	Unidad
Producto	40.3	[m <sup>3</sup> /día]
Salmuera de desecho	113.7	[m <sup>3</sup> /día]
Gases no condensables	28,451	[m <sup>3</sup> /día]
Recuperación	26	[%]
Energía para evaporación	708.2	[kW]
Cámara 1	527.6	[kW]
Cámara 2	81.3	[kW]
Cámara 3	99.3	[kW]
Consumo térmico	1,368	[MJ/m <sup>3</sup> ]
Consumo eléctrico bombas	0.86	[kW/m <sup>3</sup> ]
Consumo eléctrico sistema de vacío	19.75	[kW/m <sup>3</sup> ]
Consumo eléctrico total	20.6	[kW/m <sup>3</sup> ]

Fuente: Rodríguez (2016).

Con estos resultados, se realizó una comparativa con los parámetros de las tecnologías comerciales de los sistemas MSF, MED/TVC, MVC y OI. Rodríguez (2016) concluyó que el porcentaje de recuperación (26%) y la temperatura de operación de las cámaras están dentro del rango deseable. Pero, por otra parte, el consumo eléctrico total de 20.6 [kWh/m<sup>3</sup>], comparando con los sistemas convencionales de 1.5 a 5 [kWh/m<sup>3</sup>], es excesivo. La razón principal radica en la fuente de energía para el sistema de vacío y extracción de incondensables (Rodríguez, 2016). Para trabajo a futuro se considera utilizar un sistema de eyectores con vapor.

Posteriormente, Rodríguez (2016) realizó el diseño térmico de intercambiadores de calor se recurre a un conjunto de expresiones matemáticas, para predecir el comportamiento real en operación de una unidad de transferencia térmica bajo un cierto margen de error.

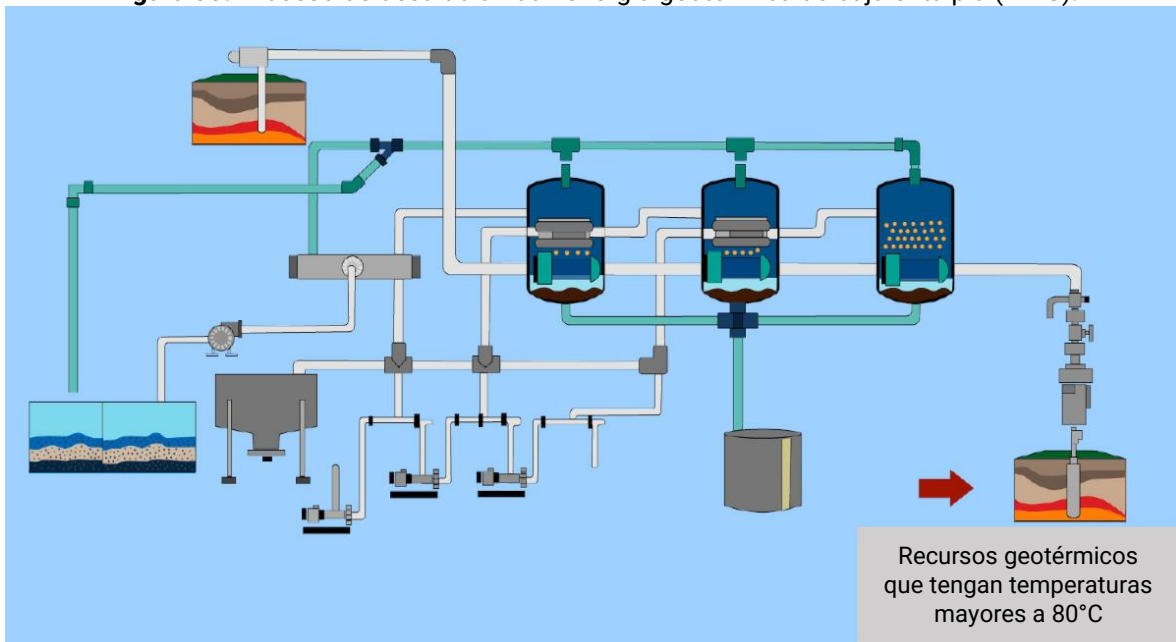
Una vez concluido el diseño térmico, procedió al diseño mecánico y termo-hidráulico de las cámaras y el condensador. Se obtuvieron los parámetros geométricos para cada efecto de la unidad DMG. Finalmente, realizó el análisis de sensibilidad técnico, los diseños del banco de tubos y de las cámaras de desalación, y la propuesta de materiales para construcción.

### 4.3.- Proceso y Prototipo de la DMG

#### 4.3.1 Proceso de Desalación con Geotermia de Baja Entalpía

¿Cómo se lleva a cabo la desalación con energía geotérmica? Las tecnologías de desalación térmica pueden ser alimentadas energéticamente con recursos geotérmicos que tengan temperaturas mayores a los 80°C (Figura 33), y la geotermia de baja entalpía cumple perfectamente este requisito. De esta manera, es posible utilizar la energía geotérmica como una fuente de calor para un sistema MED.

**Figura 33.** Proceso de desalación con energía geotérmica de baja entalpía (DMG).



Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.

### 4.3.2 Características del Sistema DMG

Para el proyecto de la DMG, se realizó un modelo donde se determinaron la configuración y los principios básicos de funcionamiento. En la siguiente tabla, se muestran las diferencias con el arreglo y equipamiento del sistema MED.

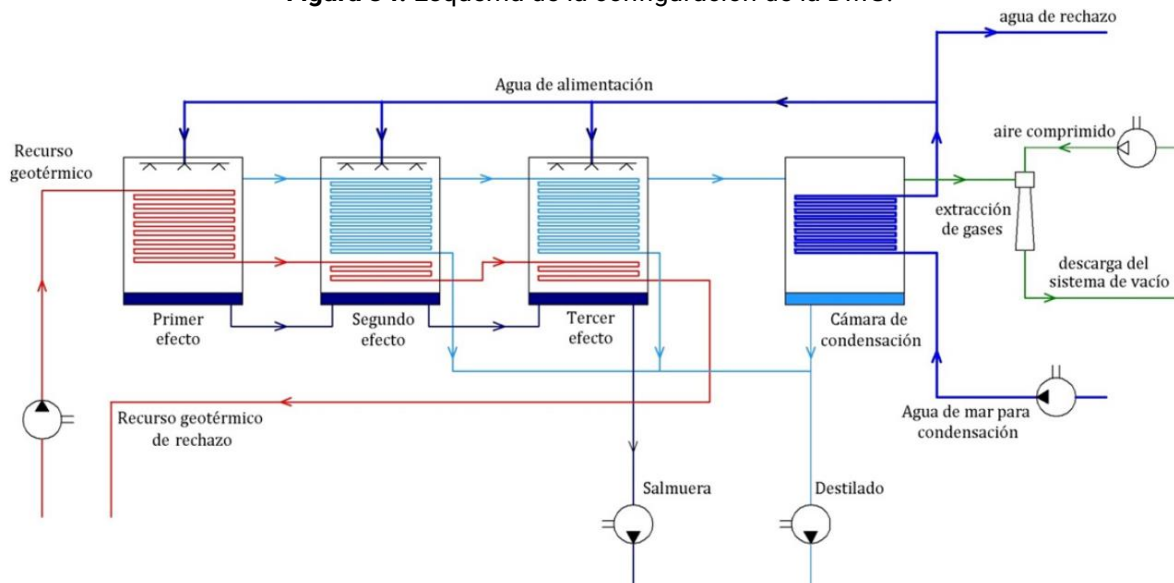
**Tabla 17.** Características operativas MED y DMG.

	MED	DMG
Fuente energética	Vapor	Recurso geotérmico de baja entalpía
Temperaturas de operación	> 70°C	> 80°C
Aprovechamiento energético	Primer efecto (cámara de evaporación)	El recurso es empleado en el Primer Efecto. Después, se aprovecha en cámaras subsecuentes en intercambiadores secundarios inferiores.
Generación de vacío	Eyectores de vapor	Hidroeyectores, eyectores de aire comprimido, turbocompresores

Fuente: García (2014) & Caldera (2016).

El esquema básico de la DMG, mostrado en la **Figura 34**, “funciona con base en la evaporación de una toma en paralelo del agua de mar o salobre. Es importante recalcar que la fuente de calor no se desecha, sino que continúa aprovechándose a través de los demás efectos, cediendo su energía para producir más vapor. Esta innovación mejora la eficiencia del proceso al reducir el consumo energético del proceso” (Caldera, 2016).

**Figura 34.** Esquema de la configuración de la DMG.



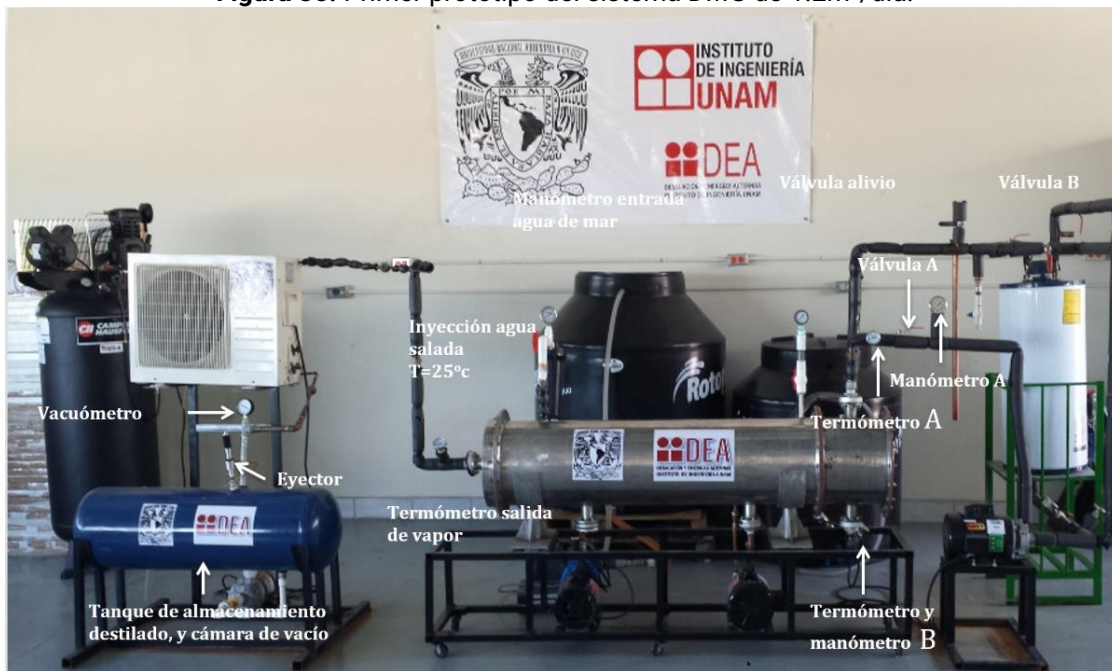
Fuente: Salmerón (2012).

### 4.3.3 Prototipo del Sistema DMG

“La tecnología DMG ha sido probada mediante prototipos de pequeña escala desarrollados en un ámbito científico sin dejar de lado un desarrollo de acuerdo a normas nacionales e internacionales. [...] Como todo desarrollo tecnológico ha pasado por validaciones mediante prototipos de pequeña escala sustentados técnicamente mediante software en investigación particular.” (Martínez, 2019).

En la siguiente figura, se muestra el primer prototipo fabricado por el Grupo iiDEA, así como los elementos que lo conforman.

**Figura 35.** Primer prototipo del sistema DMG de 1.2m<sup>3</sup>/día.



*Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.*

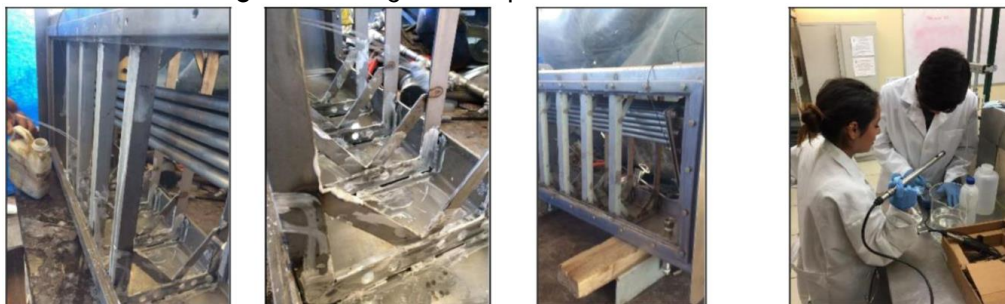
Se realizó la validación técnica del proceso mediante el software Aspen Plus V10, el cual es utilizado para simulaciones y el análisis de sensibilidad del proceso (Martínez, 2019).

#### 4.3.4 Manufactura y Pruebas

La experiencia en pruebas de campos enriquece y optimiza los protocolos de operación de la tecnología; así mismo, da la certeza de un producto confiable y seguro operativamente (Martínez, 2019). Es por ello que se manufacturó un prototipo del sistema DMG a nivel laboratorio, con el cual se llevaron a cabo las pruebas preliminares (fugas, circulación, balance de motores, de arranque y de paro).

A continuación, se muestran una serie de imágenes del proceso de manufactura y de las pruebas preliminares de un prototipo de 3 m<sup>3</sup>/día, después de las pruebas en campo en BC.

**Figura 36.** Imágenes del proceso de manufactura.



*Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA, Martínez (2019).*

**Figura 37.** Imágenes de las pruebas preliminares.



Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA, Martínez (2019).

**Figura 38.** Imágenes de las pruebas en campo.

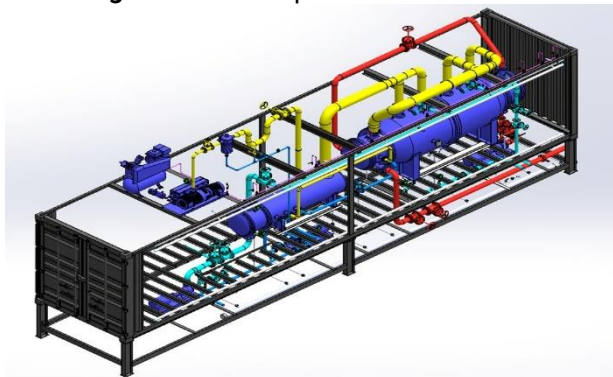


Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.

#### 4.3.5 Escalamiento del Prototipo

La unidad desaladora se diseñó para una producción neta de agua destilada de 40 [m<sup>3</sup>/día].

**Figura 39.** Prototipo del sistema DMG.



Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.



Martínez (2019) planteó en su tesis “encontrar las mejores condiciones del proceso para incrementar la producción de agua desalada a través de simulaciones en el rango de 50-10,000 m<sup>3</sup>/día a una concentración máxima de sólidos de 80 ppm.”

Para el análisis completo del sistema, Martínez (2019) programó en una hoja de cálculo el proceso de la DMG a través de ecuaciones de balance de masa y energía, tomando en cuenta las propiedades termodinámicas. Los resultados obtenidos para la capacidad evaluada entre los rangos de 50-10,000 m<sup>3</sup>/día fueron comparados con una simulación.

#### 4.4.- Evaluación Técnico-Económica

El trabajo de Caldera (2016) tuvo como objetivo conocer la factibilidad e impacto social de la DMG en las zonas costeras del país, mediante una evaluación técnico-económica.

El trabajo de Martínez (2019) tuvo como objetivo determinar la capacidad de producción de la DMG rentable para la zona costera de la PBC, con una evaluación técnico-económica.

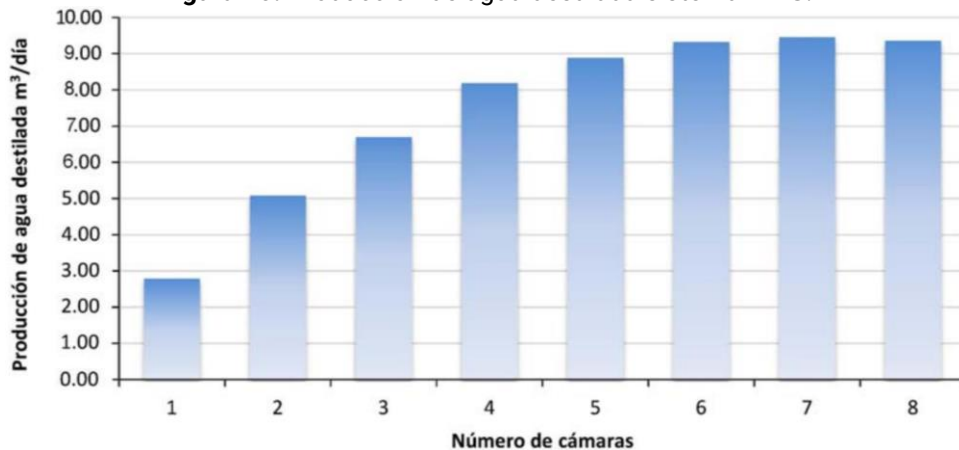
Caldera (2016) realizó primero un estudio de mercado, en el cual hizo la segmentación geográfica para determinar los lugares dentro de la República Mexicana que son viables para la instalación de la DMG. Determinó la segmentación en la PBC y analizó diez localidades geotérmicas de la península. De ellas, determinó como las más óptimas: Puertecitos en Ensenada (BC), San Felipe en Mexicali (BC) y La Joya en Ensenada (BC).

Posteriormente, el autor analizó los antecedentes, la demanda y la oferta de cada una. Encontró que en las tres localidades existe una capacidad insuficiente para cubrir la demanda en cada región con la oferta actual.

##### Estudio técnico

El diseño de la DMG de tres cámaras, debe considerar algunas especificaciones técnicas relevantes: operar a más de 80 °C, agua de mar a una concentración menor de 35,000 ppm, caudal de agua a 0,356 l/s, consumo eléctrico de 1,582 kW/m<sup>3</sup>, potencia eléctrica de 0.42 kg/MJ, caudal del recurso geométrico de 0.56 l/s, estado del recurso como líquido saturado, salmuera de salida a 0.287 l/s y calidad de salmuera a 52,000 ppm (Caldera, 2016). La producción de agua destilada dependerá del número de cámaras de vacío del sistema DMG.

**Figura 40.** Producción de agua destilada sistema DMG.



Fuente: Salmerón (2012).

De acuerdo a las especificaciones técnicas de la DMG, del caudal total de entrada solo el 19.47% se transformará en agua pura, mientras que el 80.53% restante será salmuera (Caldera, 2016). El postratamiento del agua desalada dependerá del uso que vaya a tener el agua (industria, agricultura, doméstico, etc.).

Estudio económico 1: Caldera (2016)

En el trabajo de Caldera (2016), se propuso que el uso del agua desalada y potabilizada fuera doméstico, y que con ésta se pueda satisfacer la demanda de toda la población desabastecida en las tres zonas estudiadas (La Joya, Puertecitos y San Felipe).

A través del análisis de los flujos de efectivo, se demostró el grado de factibilidad del proyecto para cada región de estudio, mediante parámetros de rentabilidad; y resultó ser un proyecto viable en las tres zonas de estudio. Además, mediante un análisis de sensibilidad se determinó el precio del agua con el cual se puede negociar y evitar pérdidas, y de igual forma, se estimó el costo de la DMG que no se debe sobrepasar para que el proyecto fuera rentable para cada zona (Caldera, 2016).

En la siguiente tabla se muestran los límites mínimos con los que se puede negociar el precio del agua, donde se busca que sea competitivo con los productos del mercado cuyo valor promedio es de \$0.05 por litro.

**Tabla 18.** Límites mínimos del precio del agua y costo de la DMG, por zona de estudio.

Concepto	La Joya	Puertecitos	San Felipe
Precio del agua [MXN/litro]	0.028	0.0402	0.0234
DMG [MXN]	780,858.24	494,485.10	350,000

Fuente: Caldera (2016).

Como conclusión final, se expone que el proyecto es rentable y se obtienen beneficios financieros y sociales (Caldera, 2016).

Estudio económico 2: Martínez (2019)

El método de evaluación financiera de Martínez (2019) fue a través del análisis de los siguientes indicadores: valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio-costos (B/C), retorno de la inversión (ROI), periodo de recuperación de la inversión (PR), metodología de Costo de Capital (WACC en inglés), punto de equilibrio (PE) y factor de concentración (FC).

**Tabla 19.** Indicadores de rentabilidad para la planta DMG.

Concepto	Valor
TIR	27.04%
WACC	12.45%
VPN [MXN]	\$ 457,149,889
Tiempo de retorno [años]	3
Relación beneficio-costos	5.13
ROI	20.653%

Fuente: Martínez (2019).

Los resultados de la **Tabla 19** muestran que se tiene una capacidad de producción rentable.

Las conclusiones específicas del estudio económico de Martínez (2019) son las siguientes:

- **TIR y WACC:** La rentabilidad del proyecto se da cuando la WACC supera la TIR; en este caso tiene que ser mayor a 12.45% y esto se da cuando la producción sobrepasa los 400 m<sup>3</sup>/día. Cuando la capacidad es de 10,000 m<sup>3</sup>/día la TIR es de 27.04%.
- **VPN:** El VPN tiene que ser mayor a cero para cubrir los costos totales y la inversión; esto se cumple cuando la capacidad excede los 450 m<sup>3</sup>/día.
- **B/C:** Cuando se tiene una capacidad de 450 m<sup>3</sup>/día el proyecto podría generar 2.39 veces el valor invertido al cabo de 20 años de operación. Y a partir de los 6,000 m<sup>3</sup>/día la relación B/C se mantiene constante y el incremento del beneficio se considera insignificante.
- **ROI:** El crecimiento paulatino se da entre los rangos de 300-2000 m<sup>3</sup>/día, el rendimiento de la inversión permanece constante a partir de una producción de 5,000 m<sup>3</sup>/día, alcanzando un valor de ROI de 20%.
- **PR:** El tiempo de recuperación de la inversión para producir una capacidad entre los rangos de 50-250 m<sup>3</sup>/día es de 20 años, que no es económicamente viable. El tiempo de retorno para producir una capacidad de 3,000 m<sup>3</sup>/día es la misma que producir 10,000 m<sup>3</sup>/día y se recupera la inversión en un plazo de 3 años.
- **PE y FC:** Para una capacidad de producción de 450 m<sup>3</sup>/día y un FC de 1.5, se requieren producir como mínimo 63,922 m<sup>3</sup> de agua al mes para que el proyecto de la DMG sea rentable e iniciar la generación de utilidades, lo que representa que se debe obtener un mínimo de ingreso mensual de \$3, 643,612 MXN.

Con los resultados anteriores, Martínez (2019) determina que la producción económicamente rentable es con una capacidad de 450 m<sup>3</sup>/día, con la cual se obtiene un TIR de 13%, un TR de 6 años y una rentabilidad del 7%.

El autor finaliza la tesis con el análisis de sensibilidad en tres regiones, concluyendo que “la tarifa de agua y el costo de energía eléctrica tienen un gran efecto en la rentabilidad del proyecto, siendo el mejor de los casos para la zona de Baja California” (Martínez, 2019).

La oportunidad que representa esta tecnología en la PBC no solo es rentabilidad económica. Como se mencionó al principio de este capítulo, las características climáticas áridas y semiáridas de la zona propician la sobreexplotación de acuíferos por falta de recargas por lluvias; esto ocasiona el aumento del estrés hídrico y no satisfacer la demanda mínima de agua a toda la población. Y, por otra parte, la oportunidad geotérmica de la zona representa una solución energética más sustentable.

Entonces, vale la pena seguir estudiando la posibilidad de llevar la DMG a la PBC para:

1. Mitigar la problemática de la sobre explotación de los acuíferos y, de manera indirecta, enriquecer su calidad.
2. Brindar a la población alternativas sustentables para el abastecimiento de agua potable que no está cubierto.
3. Promover el desarrollo tecnológico mexicano y buscar llevarlo al mercado.

## **PARTE 2 – DESARROLLO**

Esta segunda parte tiene como objetivo realizar el Análisis de Mercado y el Análisis Comercial, para diseñar las estrategias de comercialización de plantas desaladoras DMG dentro de los sectores de mayor potencial en la región de la Península de Baja California (PBC).

De forma continua, se establecen en el Análisis de Mercado la segmentación, la oferta, la demanda, y la competencia, para conocer los elementos esenciales y generales aplicables en las reflexiones sobre el mercado de la DMG en la PBC. Así mismo, se detectan los sectores (doméstico, agrícola, ganadero, servicio hotelero, industria constructora e industria maquiladora) que son aplicables a las zonas potenciales para la comercialización de la DMG, para destacar las principales oportunidades que tiene esta tecnología.

A partir de lo anterior y conociendo ya las características del sistema DMG, se presenta el Análisis Comercial. Para determinar la factibilidad de comercialización del proyecto DMG en el mercado potencial, se analizan los siguientes aspectos: técnico-económicos, socio-ambientales y riesgos. La razón final de las reflexiones, derivan en un conjunto de Estrategias Comerciales a seguir para hacer viable, confiable, sustentable y atractiva, la construcción y operación de la DMG en la PBC.

Terminando todos los capitulados, se llegará a las Conclusiones, las cuales resumen un conjunto de reflexiones y temas propositivos materia de la tesis, así como a las partes destacables de este proceso de investigación.

## 5.- ANÁLISIS DE MERCADO

En este capítulo se realiza el análisis de mercado de la DMG en la PBC, el cual permite entender cuál es el producto, quiénes son los clientes y quiénes son la competencia.

Se divide en 3 subtemas: el primero consiste en segmentar el mercado para definir su ubicación y los grupos demográficos potenciales, en el segundo se hace un análisis de la oferta y la demanda de agua para los grupos potenciales con el fin de conocer si la oferta actual cubre la demanda requerida actualmente, y el tercer subtema consiste en el análisis de la competencia.

### Definición y alcance DMG

El producto que se pretende comercializar es la DMG (Desaladora Modular Geotérmica) de una capacidad de 40 m<sup>3</sup>/día de agua destilada, recordando que es una desaladora que utiliza recurso geotérmico de baja entalpía a temperaturas mayores a 80 °C.

La zona de estudio en la que se realizará el análisis de mercado es la PBC (Península de Baja California), localizada al noroeste de la República Mexicana y con una población de más de 4.5 millones de habitantes.

Con una capacidad diaria de 40 m<sup>3</sup>/día de agua (40,000 litros diarios) se podría satisfacer las necesidades de aproximadamente 266 personas, ya que el nivel mínimo recomendado por la ONU es de 150 litros diarios por habitante<sup>6</sup>.

Sin embargo, en la PBC el consumo promedio de agua diario es mayor; en BC el promedio en 2021 fue de 205 l/hab/día y en BCS 414 l/hab/día (CONAGUA, 2022b). Con estos datos, en BC se podría satisfacer las necesidades diarias de 185 personas y en BCS de 96.

Además, el alcance del proyecto no solo estudiará al sector público, también contemplará a los sectores productivos agropecuario e industrial. Cada sector tiene un consumo y necesidades particulares, las cuales se analizarán de manera particular a través de la segmentación del mercado.

Los sectores y subsectores que serán revisados y analizados son los siguientes:

- A. Sector Público
  - a. Doméstico (residencial)
- B. Sector Agropecuario
  - a. Agrícola
  - b. Ganadero
- C. Sector Industrial
  - a. Servicio
    - i. Hotelero
  - b. Industria
    - i. Construcción (edificación residencial y no residencial)
    - ii. Maquiladora

---

<sup>6</sup> De los 150 litros diarios, se estiman 50 litros para cubrir las necesidades básicas mínimas de alimento y aseo y 100 litros más para cubrir las necesidades generales (SEMARNAT, 2018).

“La cantidad de agua que consumen los diferentes sectores difiere entre países y regiones debido a sus características ambientales, socioeconómicas y poblacionales” (SEMARNAT, 2018). Como se muestra en la **Tabla 20**, el sector con mayor consumo de agua en ambos estados es el agrícola (BC=77.7% y BCS=80.3%), seguido del sector público (BC=14.6% y BCS=15.2%) y, en menor proporción, el sector industrial (BC=7.7% y BCS=4.4%).

**Tabla 20.** Volumen concesionado para usos consuntivos<sup>7</sup> por entidad federativa.

Entidad Federativa	Baja California		Baja California Sur	
	Volumen [hm <sup>3</sup> ]	Porcentaje	Volumen [hm <sup>3</sup> ]	Porcentaje
Agrícola	2,775.49	77.69 %	344.72	80.35 %
Abastecimiento público	522.41	14.62 %	65.44	15.25 %
Industrial autoabastecida sin termoeléctricas	85.39	2.39 %	14.61	3.40 %
Termoeléctricas	189.33	5.30 %	4.27	1.00 %
<b>Volumen total concesionado</b>	<b>3,572.62</b>	<b>100 %</b>	<b>429.04</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Elaboración propia con información de REPGA (2021).

Por otra parte, la situación del subsector del agua potable en la PBC tiene características diferentes en cada entidad federativa (**Tabla 21**). En Baja California existen más plantas potabilizadoras que en Baja California Sur (BC=42 y BCS=26), pero la cantidad de agua potable per cápita es de la mitad en BC comparándolo con BCS (BC=205 y BCS=414). Esto quiere decir que a pesar de haber más fuentes de suministro de agua en BC (el doble que en BCS), la cantidad de agua que recibe cada habitante es menor (la mitad que en BCS).

Además, de la capacidad instalada en cada estado, BCS está utilizando sus instalaciones a un 92% y BC a un 68% (**Tabla 21**), lo que indica que en BC hay mayor infraestructura instalada no aprovechada, y en BCS se tendría que invertir en nueva infraestructura a más corto plazo en cuanto aumente la demanda pública de agua potable.

**Tabla 21.** Características del agua potable y su potabilización, por entidad federativa.

Entidad Federativa	Baja California	Baja California Sur
Número de plantas potabilizadoras	42	26
Agua potable per cápita [l/hab/día]	205	414
Cobertura de agua potable [%]	97.7	94.1
Capacidad instalada [l/s]	12,637	361
Caudal potabilizado [l/s]	8,563	332
Porcentaje de caudal potabilizado a comparación de la capacidad instalada	67.76 %	91.97 %

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2022b).

<sup>7</sup> Los usos consuntivos del agua se refieren a cuando existe consumo, entendido como la diferencia entre el volumen suministrado y el volumen descargado. Los usos no consuntivos son los que no consumen agua, como la generación de energía eléctrica en hidroeléctricas (CONAGUA, 2010).

## **5.1.- Segmentación del Mercado**

La segmentación del mercado sirve para definir y comprender al público objetivo y los clientes ideales del proyecto. De tal forma, uno se puede enfocar en un mercado específico para aumentar las posibilidades de obtener una mayor participación del mercado, lo cual se traduce en un mejor retorno de la inversión.

Los 4 tipos básicos de segmentación son: geográfica, conductual, demográfica y psicográfica. Para el propósito de este proyecto, se consideran la segmentación geográfica y demográfica. Éstas dividen al mercado según su localización y las características de su población, lo cual se considera importante debido a la variación en las necesidades de agua de los distintos municipios dado su territorio y sus actividades.

Para el desarrollo de este subcapítulo, en primera instancia, se realiza la segmentación geográfica, a través de la cual se obtienen las zonas potenciales para la instalación de un sistema DMG. Se ejecuta el análisis de cada zona viable para acotar las que realmente tienen potencial. Posteriormente, de las zonas acotadas, se desarrolla la segmentación demográfica. En ella se evalúan aspectos locales como las actividades principales de la localidad. Este análisis se realiza teniendo en cuenta los sectores y subsectores de interés que se mencionaron anteriormente.

### **5.1.1 Segmentación Geográfica**

Acotar la ubicación geográfica de nuestro mercado es indispensable debido a que, dependiendo de la zona, varían las características de su territorio, de sus recursos hídricos, de su población, de sus actividades y de sus necesidades.

La segmentación geográfica tiene como objetivo dividir al mercado en diferentes unidades geográficas, para así diseñar estrategias de comercialización que tomen en cuenta sus diferencias.

Para el caso de la DMG, se acotó como zona de estudio a la PBC por los dos grandes potenciales que representa para la DMG:

- 1) El gran acceso al agua marina y salobre debido a la amplia extensión de la línea de costa, de 3,000 km aproximadamente.
- 2) El gran potencial geotérmico de la zona para aprovechar recursos geotérmicos de baja entalpía.

Sin embargo, la PBC es una zona aún extensa para considerarla el mercado objetivo y no toda la península cuenta con zonas geotérmicas adecuadas para la instalación de la DMG.

Debido a lo anterior, el primer paso para la segmentación geográfica es identificar las zonas geotérmicas de la PBC. Para lograrlo, se consultaron investigaciones previas que localizaron y estudiaron algunos puntos geotérmicos de la zona. Parte de estos documentos se tienen en la biblioteca virtual del Grupo iiDEA, los cuales han sido recopilados a lo largo de los años.

➤ PUNTOS GEOTÉRMICOS

A continuación (Tabla 22), se tiene una lista de los 18 puntos geotérmicos localizados en la PBC, de los cuáles se tiene información sobre su ubicación, temperatura, potencial energético estimado y la distancia a la costa desde el punto geotérmico.

**Tabla 22.** Puntos geotérmicos de la PBC.

Punto geotérmico	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Temperatura promedio [°C]	Potencial estimado [MWe]	Distancia a la costa [km]
<b>Baja California</b>							
Cerro Prieto	Mexicali	Cerro Prieto	32°24' N	115°15' O	292.5	720	100
Laguna Salada	Mexicali	La Salada	32°36'6" N	115°52'9" O	77	8.6	120
La Joya (Punta Banda)	Ensenada	La Joya	31°43'3.46" N	116°39'52.28" O	80	1.6	0.1
San Felipe	San Felipe	San Felipe	31°02'27.24" N	114°49'18.12" O	124	-	0.05
Punta Estrella	San Felipe	Punta Estrella	30°53'03.48" N	114°42'33.12" O	124	-	0.2
Puertecitos	San Felipe	Puertecitos	30°21'00" N	114°38'10" O	91	1	0.1
<b>Baja California Sur</b>							
Tres Vírgenes	Mulegé	El Azufre	27°30'25.97" N	112°33'26.47" O	245.5	10	15
Santispac	Mulegé	Bahía Concepción	26°45'45"N	111°53'37"O	44	1.6	0.2
Sanquicisumunde	Loreto	San Antonio	26°28'26"N	111°27'58"O	66	1.9	0
San Nicolás (El Volcán)	Loreto	El Rosarito	26°27'30"N	111°33'30"O	48	1.3	9
El Centavito	Loreto	San Juan Bautista Londó	26°14'23"N	111°32'06"O	70	5.1	15
Agua Caliente [1]	Loreto	San Bruno	26°14'15"N	111°24'45"O	59	5.3	2.5
Piedras Rodadas	Loreto	Las Piedras Rodadas	26°7'15"N	111°23'05"O	92	0.9	3.5
Agua Caliente [2]	Los Cabos	Agua Caliente	23°26'30.28"N	109°46'24.24"O	80	0.5	25
Cabo San Lucas (CSL) [1]	Los Cabos	CSL	22°52'21"N	109°55'15"O	72	2	0.05
Cabo San Lucas (CSL) [2]	Los Cabos	CSL	22°52'28"N	109°54'27"O	72	2	0.05
La Desaladora CSL [1]	Los Cabos	CSL	22°52'54"N	109°58'51"O	85	2	0.2
La Desaladora CSL [2]	Los Cabos	CSL	22°52'49"N	109°58'43"O	85	2	0.2

MWe = Mega Watts eléctricos

CSL = Cabo San Lucas

Fuente: Elaboración propia con información de CRE (2011), González-Ruiz et al. (2015), Arango et al. (2015), Valencia (2021) & documentos de la biblioteca virtual del Grupo iiDEA.



De los 18 puntos, 6 se encuentran en el estado de Baja California y 12 en el estado de Baja California Sur. Dentro de la lista están las dos plantas geotérmicas gestionadas por la CFE (resaltadas en negritas: Cerro Prieto en BC y Tres Vírgenes en BCS); estos dos puntos no serán contemplados para la segmentación, por lo que se tiene 16 puntos geotérmicos para analizar.

En la **Figura 41** se puede apreciar la ubicación geográfica de los 18 puntos geotérmicos en un mapa realizado en Google Earth. En amarillo se identifican las dos plantas de CFE y en rojo los demás puntos geotérmicos.

**Figura 41.** Mapa de los puntos geotérmicos en la PBC.



*Fuente: Elaboración propia en Google Earth con información de la Tabla 22.*

### Análisis de viabilidad de los puntos geotérmicos

No todos los puntos geotérmicos que se mostraron anteriormente son adecuados para el sistema DMG. Debido a ello, se realizó un análisis de viabilidad y se determinó como parámetros de decisión: temperatura y distancia a la costa. Como se muestra en la **Tabla 23**, la temperatura debe ser de 80 °C o mayor, y la distancia a la costa debe ser menor a 1 km para que la instalación del sistema DMG sea viable técnica y económicamente.

**Tabla 23.** Código de colores y rangos de los parámetros temperatura y distancia a la costa.

TEMPERATURA [°C]		DISTANCIA [km]	
Excelente	≥ 90	Excelente	≤ 0.1
Aceptable	85 - 89	Aceptable	0.2 - 0.5
Con retos	80 - 84	Con retos	0.6 - 0.9
Fuera de rango	≤ 79	Fuera de rango	≥ 1

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, para interpretar el código de colores se determinó una calificación numérica a cada color como se muestra en la **Tabla 24**. Esta calificación fue asignada a cada punto geotérmico en sus dos parámetros (temperatura y distancia a la costa), y después se multiplicaron en cada punto para obtener la calificación final (**Tabla 25**).

Finalmente, para conocer el veredicto que indica si el punto geotérmico es viable para el sistema DMG, se analiza el valor cualitativo para la calificación final (**Tabla 24**).

**Tabla 24.** Código de colores: calificación numérica y rango de calificación para el veredicto.

CALIFICACIÓN		VEREDICTO	
Excelente	3	Excelente	9
Aceptable	2	Aceptable	4 - 6
Con retos	1	Con retos	1 - 3
Fuera de rango	0	Fuera de rango	0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25.** Tabla del análisis de viabilidad y los resultados (veredicto).

Zona geotérmica	Municipio	Localidad	Temperatura [°C]	Calif.	Distancia a la costa [km]	Calif.	Calificación final	Veredicto
Laguna Salada	Mexicali	Laguna Salada	77	0	110	0	0	Fuera de rango
La Joya (Punta Banda)	Ensenada	La Joya	80	1	0.1	3	3	Con retos
San Felipe	San Felipe	San Felipe	124	3	0.05	3	9	Excelente
Punta Estrella	San Felipe	Punta Estrella	124	3	0.1	3	9	Excelente
Puertecitos	San Felipe	Puertecitos	91	3	0.1	3	9	Excelente
Santispac	Mulegé	Bahía Concepción	44	0	0.2	2	0	Fuera de rango
Sanquicismundede	Loreto	San Antonio	66	0	0	3	0	Fuera de rango
San Nicolás (El Volcán)	Loreto	El Rosarito	48	0	9	0	0	Fuera de rango
El Centavito	Loreto	San Juan Bautista Londó	70	0	14	0	0	Fuera de rango
Agua Caliente [1]	Loreto	San Bruno	59	0	2.5	0	0	Fuera de rango
Piedras Rodadas	Loreto	Las Piedras Rodadas	92	3	3.5	0	0	Fuera de rango
Agua Caliente [2]	Los Cabos	Agua Caliente	80	1	25	0	0	Fuera de rango
Cabo San Lucas [1]	Los Cabos	Cabo San Lucas	72	0	0.05	3	0	Fuera de rango
Cabo San Lucas [2]	Los Cabos	Cabo San Lucas	72	0	0.05	3	0	Fuera de rango
La Desaladora CSL [1]	Los Cabos	Cabo San Lucas	85	2	0.2	2	4	Aceptable
La Desaladora CSL [2]	Los Cabos	Cabo San Lucas	85	2	0.2	2	4	Aceptable

Fuente: Elaboración propia.

Para comprender mejor la tabla de análisis y resultados (**Tabla 25**), a continuación, se explicarán los casos de cuatro puntos geotérmicos que obtuvieron distinto veredicto:

1. **San Felipe (Excelente):** La temperatura de 124 °C se encuentra en el rango *Excelente* por lo que se le asigna el color rojo (**Tabla 23**) y la calificación de 3 (**Tabla 24**). La distancia a la costa es menor a 0.9 km (0.05 km), la cual también se encuentra en el rango *Excelente* y tiene una calificación de 3. Ahora, se multiplican ambas calificaciones (3x3) y se obtiene una calificación final de 9 y se le asigna el veredicto de *Excelente* y su respectivo color rojo (**Tabla 25**).
  - > El caso de San Felipe presenta 'el mejor caso posible', en el cual la temperatura y la distancia tienen la calificación más alta. Esto significa que en este punto geotérmico se espera poder aprovechar fácilmente el recurso geotérmico debido a su elevada temperatura, y también se espera que la cercanía a la costa implique facilidades y costos menores para la instalación de la desaladora.
2. **Piedras Rodadas (Fuera de rango):** La temperatura de 92 °C se clasifica como *Excelente*, a la cual se le asigna el color rojo y una calificación de 3. La distancia a la costa es de 3.5 km, la cual se clasifica como *Fuera de rango* y tiene una calificación de 0. Al realizar la multiplicación (3x0) obtenemos una calificación de cero que indica un veredicto final de *Fuera de rango*, de color amarillo.
  - > Este caso resalta que, a pesar de que uno de los parámetros sea adecuado para la DMG, si el otro se encuentra fuera de rango se obtiene éste como veredicto. Entonces, nos muestra que se tiene que cumplir el mínimo aceptable de ambos parámetros para poder considerar el punto geotérmico como viable.
3. **La Desaladora CSL (Aceptable):** La temperatura es de 85 °C (*Aceptable*) y con calificación de 2. La distancia a la costa es de 0.2 km (*Aceptable*) y su calificación es 2. El resultado de la multiplicación (2x2) es de 4, que significa *Aceptable* y se le asigna el color café.
  - > El veredicto de este caso (*Aceptable*) nos indica que el punto geotérmico cumple con la temperatura y la distancia a la costa necesarios para poder instalar un sistema DMG sin retos y dentro de un costo aceptable.
4. **La Joya (Con retos):** La temperatura de 80 °C se cataloga como *Con retos*, de color naranja y calificación de 1. La distancia a la costa es de 0.1 km, la cual es *Excelente* y tiene una calificación de 3. La multiplicación (1x3) nos da una calificación final de 3, la cual tiene como veredicto *Con retos*.
  - > En este caso se puede observar que el resultado del veredicto es menos claro a comparación de los tres casos anteriores. Los retos que se pueden presentar en este caso son relacionados a la temperatura del yacimiento, la cual se encuentra en el límite viable para la DMG (80 °C). Por lo que se debe considerar revisar o realizar más investigaciones de esa zona geotérmica, y también se debe tomar en cuenta que la zona presente oportunidades relevantes.

Los resultados de la **Tabla 25** indican que en BC existen 4 zonas geotérmicas viables para el sistema DMG (3 *excelentes* y 1 *con retos*) y en BCS existen 2 (*aceptables*), en total 6 zonas geotérmicas viables en toda la península:

- *Excelentes* (3): San Felipe, Punta Estrella y Puertecitos en San Felipe (BC).
- *Aceptables* (2): las dos zonas de La Desaladora Cabo San Lucas en Los Cabos (BCS).
- *Con retos* (1): La Joya en Ensenada (BC).

El siguiente paso para continuar la segmentación geográfica consistirá en un análisis de la población. Si la zona no tiene suficientes habitantes en la localidad donde se encuentra, entonces el proyecto no sería relevante para la situación actual de esa localidad.

➤ POBLACIÓN

En este apartado se analizará la población de las 6 localidades obtenidas de la segmentación geográfica de los puntos geotérmicos, con el objetivo de determinar en cuáles de ellas es relevante la DMG y su mercado presenta una oportunidad.

**Tabla 26.** Población por localidad de las zonas geotérmicas y el veredicto de su relevancia.

Zona geotérmica	Municipio	Localidad	Población 2020 [habitantes x localidad]	Sí/No
<b>Baja California</b>				
La Joya (Punta Banda)	Ensenada	La Joya	137	<input checked="" type="checkbox"/>
San Felipe	San Felipe	San Felipe	17,143	<input checked="" type="checkbox"/>
Punta Estrella	San Felipe	Punta Estrella	2	-
Puertecitos	San Felipe	Puertecitos	24	-
<b>Baja California Sur</b>				
La Desaladora CSL [1]	Los Cabos	Cabo San Lucas	202,694	<input checked="" type="checkbox"/>
La Desaladora CSL [2]	Los Cabos	Cabo San Lucas	202,694	<input checked="" type="checkbox"/>

CSL = Cabo San Lucas

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020a) & PueblosAmerica.com (2020).

Como se mencionó al principio del capítulo, con la capacidad de 40 m<sup>3</sup>/día de agua obtenidos con la DMG, se pueden satisfacer las necesidades diarias de 185 personas en BC y 96 personas en BCS, siguiendo los patrones de consumo de agua actuales.

En los casos de Punta Estrella y Puertecitos, la población de la localidad es muy baja y este proyecto no sería el adecuado para cubrir las necesidades de esas zonas. En estas dos zonas se hizo una revisión de las localidades en 5 km a la redonda y se encontró que en Punta Estrella aumentaría a 42 habitantes y en Puertecitos a 40 habitantes; los cuales, en ambos casos, siguen sin ser suficientes.

Así mismo, se revisaron las localidades cercanas a La Joya, pues su población es menor a la que puede atender el sistema DMG (137<185). En este caso, en tan solo 1.5 km a la redonda, aumenta a una población de 385 habitantes. Además, a 5 km se encuentra la localidad Maneadero que tiene una población de 27,969 habitantes y a 15 km se encuentra la localidad de Ensenada con 330,652 habitantes; estas dos zonas ocupan el 1ro y 2do lugar en número de habitantes del municipio de Ensenada. Estos resultados ocasionan que se dirija más interés en esta zona, debido al aumento de oportunidades que se presentan por la gran cantidad de población.

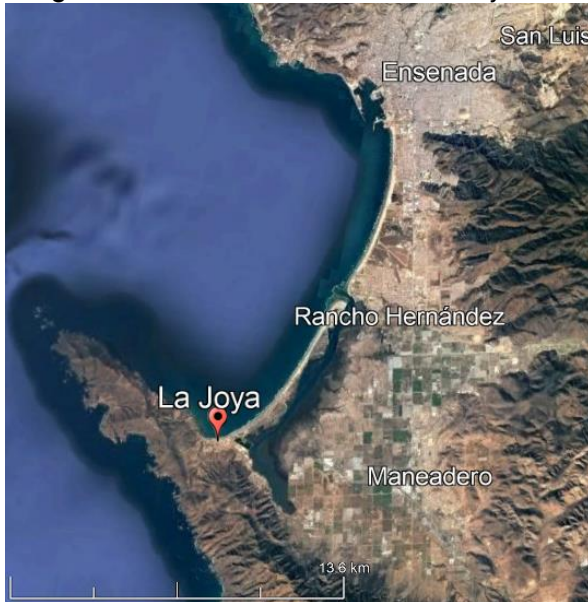
En los casos de San Felipe y Cabo San Lucas, se observa que la población de las dos zonas podría representar más oportunidades debido a su gran tamaño.

En conclusión, se seleccionaron tres localidades como resultado de la segmentación geográfica: **La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas.**

➤ RESULTADOS DE LA SEGMENTACIÓN GEOGRÁFICA

A continuación, se presentan las tres localidades que resultaron de la segmentación geográfica. Para cada una, se muestra el mapa con vista satelital de la zona, una tabla con las características de su zona geotérmica y otras características relevantes.

**Figura 42.** Vista satelital de zona La Joya.



Escala = 13.6 km.

Fuente: Elaboración en Google Earth.

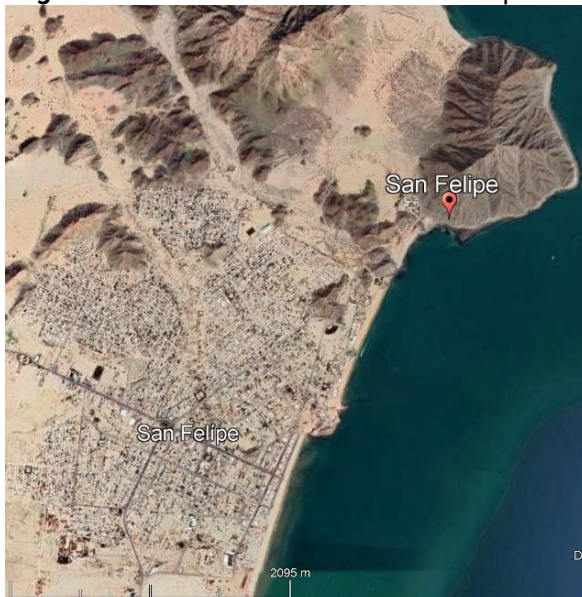
**Tabla 27.** Datos de la zona geotérmica La Joya, Ensenada (BC).

Zona geotérmica: La Joya	
Municipio	Ensenada
Localidad	La Joya
Población	137
Temperatura	80 °C
Distancia a la costa	100 m

Fuente: Elaboración propia con información de las tablas anteriores.

Esta zona se encuentra a 15 km aproximadamente de la localidad Ensenada, la cual ocupa el 1er lugar en población del municipio. Además, a 5 km comienza la localidad Maneadero, que ocupa el 2do lugar de población.

**Figura 43.** Vista satelital de zona San Felipe.



Escala = 2,095 m.

Fuente: Elaboración en Google Earth.

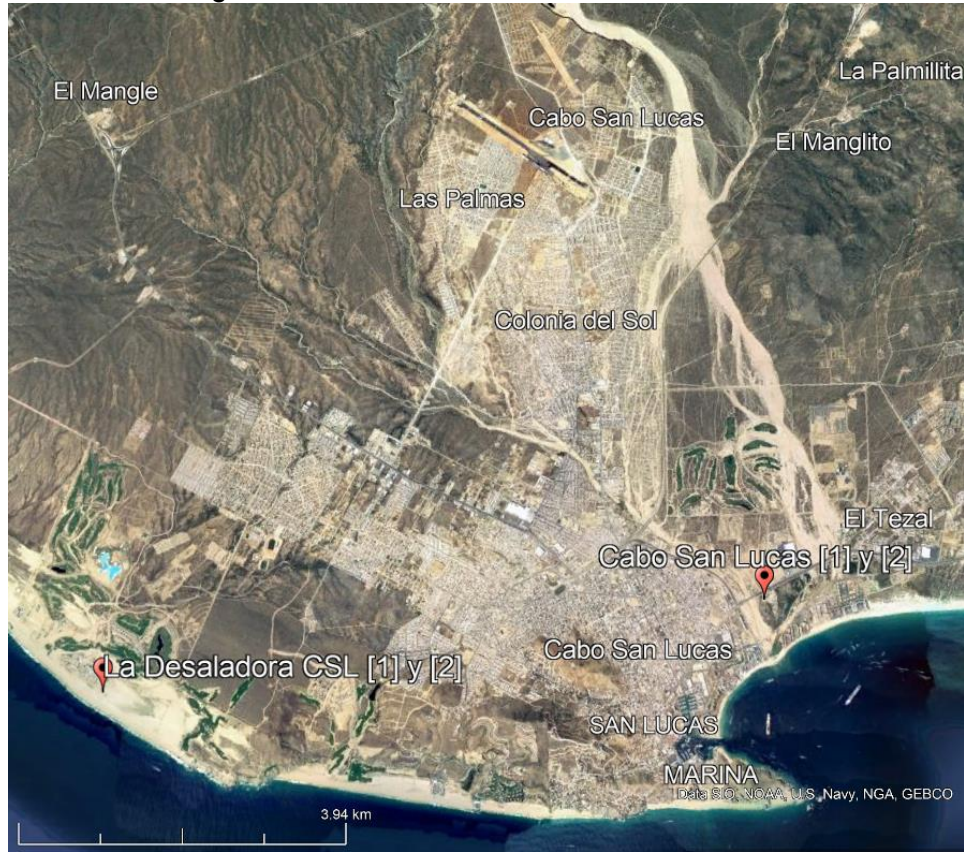
**Tabla 28.** Datos de la zona geotérmica de San Felipe, San Felipe (BC).

Zona geotérmica: San Felipe	
Municipio	San Felipe
Localidad	San Felipe
Población	17,143
Temperatura	124 °C
Distancia a la costa	50 m

Fuente: Elaboración propia con información de las tablas anteriores.

San Felipe ocupa el cuarto lugar en población del municipio de San Felipe. Anualmente, su temperatura promedio es de 13 – 31 °C y su precipitación es de 98 mm. Se caracteriza por ser una localidad pesquera (DIGAOHM, s.f.).

**Figura 44.** Vista satelital de zona Cabo San Lucas.



Escala = 3.94 km.

Fuente: Elaboración en Google Earth.

**Tabla 29.** Datos de la zona geotérmica de Cabo San Lucas, Los Cabos (BCS).

Zona geotérmica: La Desaladora CSL [1] y [2]	
Municipio	Los Cabos
Localidad	Cabo San Lucas
Población	202,694
Temperatura	85 °C
Distancia a la costa	200 m

Fuente: Elaboración propia con información de las tablas anteriores.

En la localidad de CSL se encuentran 4 zonas geotérmicas (**Figura 44**), pero sólo las 2 de La Desaladora CSL serán tomadas en cuenta por su temperatura.

Se localiza al extremo sur del estado de BCS. Su clima es desértico semiseco con una temperatura promedio anual de 26 °C y con precipitación pluvial escasa.

Su suministro de agua potable se caracteriza por ser proporcionado mediante una desaladora de ósmosis inversa con una capacidad de más de 150,000 litros diarios (DIGAOHM, s.f.)

A partir de la información analizada, ahora se conocen las tres unidades geográficas a las que se puede dirigir el sistema DMG, las cuales presentan un mercado potencial para este producto debido a las características de su territorio y su población.

### **5.1.2 Segmentación Demográfica**

La segmentación demográfica implica determinar los grupos demográficos potenciales para el producto que se pretende vender, dividiendo al mercado en los consumidores que tienen necesidades similares. Esta segmentación tiene como objetivo la comprensión del consumidor y de las características que lo definen.

La DMG es un producto que pretende cubrir las necesidades de consumo de agua para las empresas públicas y/o privadas, presentándose como una alternativa rentable, relevante y sustentable. Debido a su capacidad instalada (40 m<sup>3</sup>/día), su mercado potencial incluye las empresas que cumplan con esa necesidad de consumo de agua.

Estas empresas pueden pertenecer a diferentes sectores, los cuales tienen características particulares que los diferencian como consumidores con necesidades diferentes entre sí. Por ejemplo, el sector público busca atender el consumo doméstico de agua potable y la DMG puede satisfacer las necesidades diarias de máximo 266 personas; pero el sector agropecuario puede buscar satisfacer las necesidades de riego para un producto agrícola específico y podrá implicar cubrir su demanda o una oportunidad para aumentar su producción y ventas. Estas diferencias se traducen como tipos de consumidores diferentes a los que se puede dirigir la DMG, así como diferentes estrategias de comercialización para cada uno (las cuales son el objetivo final de este trabajo).

En las 3 localidades obtenidas de la segmentación geográfica (La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas) se espera que exista el potencial de un mercado consumidor de la DMG, pero en cada una de ellas las actividades comerciales son diferentes y particulares a su territorio y población. Es por ello que, en este apartado, se analizarán las actividades de cada zona dividiéndolas en los sectores y subsectores de interés que se mencionaron al principio del capítulo: público (doméstico), agropecuario (agrícola y ganadero) e industrial (servicio hotelero, industria de construcción e industria maquiladora).

Lo anterior, con el objetivo de obtener los sectores a los cuales se puede dirigir la DMG como solución para satisfacer las necesidades de los mismos, o bien, como oportunidad para los sectores en esa localidad.

Con este fin, la segmentación demográfica se realizará basándose en sectores, y el análisis se llevará a cabo para cada una de las tres localidades de interés, a través de revisar las características de su población, su territorio, sus recursos hídricos y sus actividades económicas.

Para realizar este análisis, se revisarán los siguientes puntos para cada localidad:

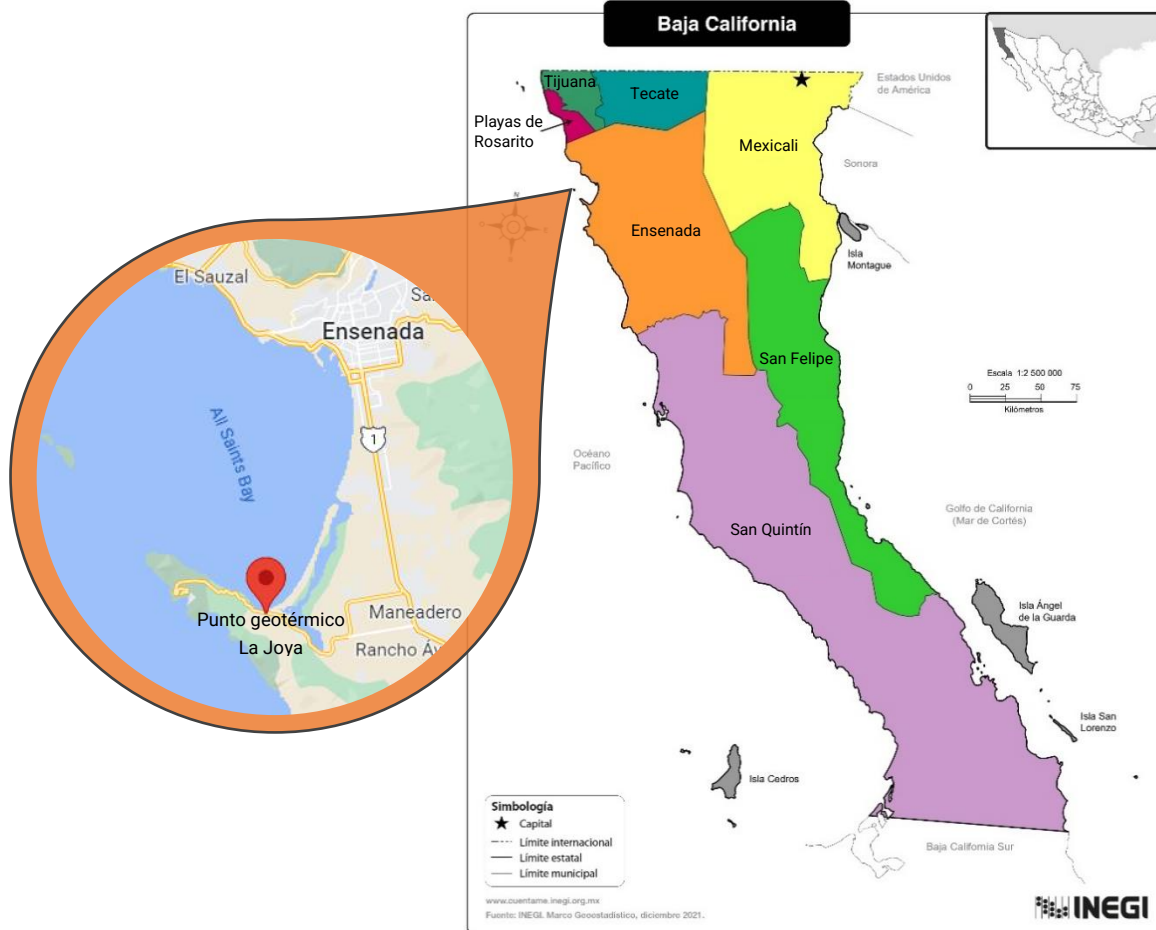
- Características generales
  - Ubicación y población
- Recursos hídricos
  - Disponibilidad de las cuencas superficiales
  - Disponibilidad y estado de los acuíferos (sobreexplotación y salinidad)
  - Suministros de agua potable
- Análisis de las actividades por sector
  - Público (doméstico)
  - Agropecuario (agrícola y ganadero)
  - Industrial (servicio hotelero e industria construcción y maquiladora)

## LA JOYA (ENSENADA, BC)

### Características generales

Al noroeste del municipio de Ensenada se encuentra la localidad de La Joya (**Figura 45**), la cual se localiza al sur de la Bahía Todos los Santos, y pertenece al Cabo Punta Banda.

**Figura 45.** Ubicación de la localidad La Joya.



Fuente: INEGI (2021) & Google Maps (2023).

La población de la localidad es de 137 habitantes (INEGI, 2020a), y en el área de 1.5 km a la redonda hay una población de 248 habitantes más. Esta población es suficiente para los criterios establecidos en la relevancia de la DMG en la zona, pero se presenta una gran oportunidad poblacional si se toman en cuenta las dos grandes localidades que se encuentran cerca: Manadero con casi 28 mil habitantes [5 km] y Ensenada con más de 330 mil habitantes [15 km].

La alta densidad poblacional de la zona que rodea la localidad representa una oportunidad, ya que se podría gestionar un proyecto más grande que busque desalar una mayor cantidad de agua, y entonces cubrir más necesidades hídricas en la zona.

Sin embargo, antes de considerar el escalamiento del proyecto, se debe tomar en cuenta el mayor reto que se presentó al estudiar el punto geotérmico de La Joya: se estableció que la temperatura promedio de la zona es de 80°C, la cual representa el límite viable para el sistema DMG.



Debido a lo anterior, se realizó una nueva revisión bibliográfica para recopilar más información sobre la geotermia de la zona. El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) publicó un artículo en 2021 en el cual se exponen los resultados obtenidos al realizar un estudio del potencial geotérmico de la playa La Joya, la cual registró temperaturas entre 52 °C en la superficie y hasta 93 °C a una profundidad de 20 cm en la arena (Lozano, 2021).

Además, se describe que “el calor que provoca esta anomalía térmica en La Joya se aprecia a lo largo del deslizamiento de la falla de Agua Blanca, una falla regional de más de 150 km de largo que parte de Punta Banda y corre hacia el sureste del territorio de Ensenada” (Lozano, 2021). Esto implica que la zona geotérmica de La Joya, además de tener el potencial deseado de temperatura para usos directos, ocupa un territorio más amplio en el cuál será probable encontrar más puntos geotérmicos para su aprovechamiento.

También, en el trabajo de tesis de Caldera (2016) se indica que existe un punto geotérmico en La Joya (coordenadas 31°51'03.9"N, 116°37'06.0"O) con una temperatura de 85.1 °C.

Con los nuevos datos que se tienen sobre la zona geotérmica La Joya, se concluye que ésta tiene el potencial adecuado para considerarse *Aceptable/Excelente* para del sistema DMG.

Así mismo, a partir de ahora y durante lo que resta del trabajo de tesis, al mencionar y analizar la localidad o la zona ‘La Joya’, se tomarán en cuenta en conjunto las tres localidades ‘La Joya-Maneadero-Ensenada’, ya que el potencial geotérmico de la zona representa oportunidades de escalamiento.

### Recursos hídricos

Las localidades de la zona La Joya-Maneadero-Ensenada se han caracterizado por “una continua escasez del recurso hídrico provocada por el déficit que existe entre la oferta limitada que puede obtener de sus fuentes locales de suministro con relación a la cantidad de agua que demanda” (Lezama, 2018).

En su trabajo de tesis de maestría, Lezama (2018) presenta que en 2006 la localidad de Ensenada tuvo un déficit de agua de 30 l/s (0.9 hm<sup>3</sup>/año); mientras que en año 2013 se tuvo un déficit de 177 l/s (5.6 hm<sup>3</sup>/año), debido a la oferta de 713 l/s contra una demanda de 890 l/s. En 2017 se estimó una demanda de 1,400 l/s para mantener el abasto las 24 horas en la zona urbana. Además, se ha proyectado para 2030 un déficit de agua en la zona de 527 l/s (16.6 hm<sup>3</sup>/año).

Lo anterior, es una muestra de que los problemas hídricos de la zona han sido una constante por más de una década y las prácticas actuales no han logrado mitigar el déficit de agua.

Las fuentes de agua superficial son escasas y registran periodos cortos de escurrimiento y dominan los periodos sin escurrimiento. En la Bahía de Todos Santos desembocan siete arroyos: Cuatro Milpas, El Gallo, El Sauzal, Ensenada, Las Ánimas, San Carlos y San Miguel; en conjunto cubren una superficie aproximada de 5,968 km<sup>2</sup> (DIGAOHM, s.f.).

La localidad de Ensenada es suministrada por la presa Emilio López Zamora que acumula las aguas del arroyo Ensenada, tiene una capacidad instalada de 150 l/s, pero potabiliza únicamente el 31.3% con 46.99 l/s. Además, cuentan con la desaladora de ósmosis inversa El Salitral que potabiliza 131.56 l/s, pero tiene una capacidad instalada de casi el doble con 250 l/s (SINA, 2021a).

No obstante, la zona se suministra principalmente por aguas subterráneas de cuatro acuíferos: La Misión, Guadalupe, Ensenada y Maneadero. Siendo los últimos dos de principal interés para estudiar (**Figura 46**).

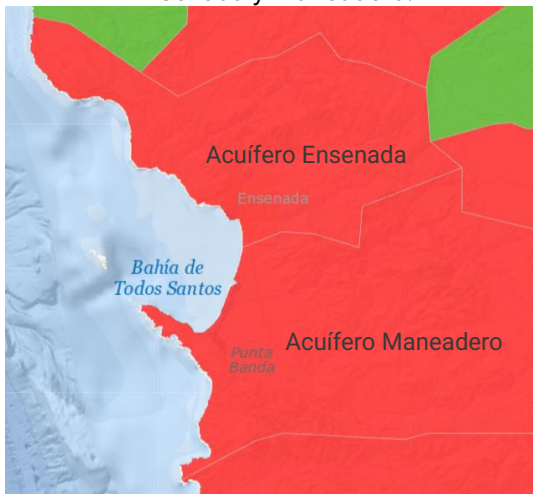
El acuífero Ensenada, el cual tiene una extensión aproximada de 70 km<sup>2</sup>, se caracteriza por un uso mayoritario doméstico-urbano (58.92% en 2014). En 1995 el volumen extraído anualmente era de 3.6 km<sup>3</sup> y la recarga anual era de 3 hm<sup>3</sup>, por lo que ya se encontraba sobreexplotado. En 2014 el déficit de agua del acuífero incrementó a 6.8 hm<sup>3</sup>/año (Lezama, 2018). Actualmente, el acuífero se encuentra sobreexplotado (**Figura 46**) y tiene una disponibilidad de -7.0753 hm<sup>3</sup> (SINA, 2020b).

El acuífero Maneadero también registra sobreexplotación desde 1995. El agua es destinada principalmente para uso agropecuario, 43.04% en 2014, seguido del doméstico con 28.58% (Lezama, 2018). Actualmente, el acuífero se encuentra sobreexplotado (**Figura 46**) y tiene una disponibilidad de -4.71205 hm<sup>3</sup> (SINA, 2020b).

En 19 años (1995-2014) el nivel de sobreexplotación del agua subterránea aumentó 1.8 veces en el acuífero de Maneadero y 11.3 veces en el de Ensenada (Lezama, 2018).

Así mismo, ambos acuíferos están contaminados por intrusión salina (**Figura 47**) proveniente de la filtración del agua de mar al acuífero. Esto conlleva a utilizar métodos de desalación para su aprovechamiento.

**Figura 46.** Condición de los acuíferos: Ensenada y Maneadero.



Color rojo = Acuífero sobreexplotado  
Color verde = Acuífero subexplotado  
Fuente: SINA (2020a).

**Figura 47.** Intrusión salina en los acuíferos: Ensenada y Maneadero.



Color azul = Acuífero con intrusión salina  
Sin color = Acuífero sin intrusión salina  
Fuente: SINA (2020c).

El conjunto de estos problemas deriva en reconocer que sí existe una necesidad real en la zona La Joya-Maneadero-Ensenada por atender la situación crítica de sus recursos hídricos. Por lo tanto, es preciso el desarrollo de proyectos que favorezcan las condiciones de los acuíferos a través de reducir el consumo de agua subterránea.

El proyecto de instalación de un sistema DMG podría cooperar con satisfacer un porcentaje de la demanda de agua de la zona, sin continuar comprometiendo los acuíferos de la zona.

### Análisis de las actividades por sector

Los sectores económicos que impulsan la economía de la zona son el turismo, la pesca y acuicultura, la agricultura, la ganadería, la industria (maquiladora) y la minería.

En el *Plan Estratégico de Desarrollo Económico del Municipio de Ensenada (PEDME)* se distinguen los siguientes tipos de turismo en la zona: turismo de playa, pesca deportiva, cultural, ecoturismo, premium (golf, hoteles boutique, haciendas, SPA y náutico), recreacional (compras y diversión nocturna), cruceros (Puerto Ensenada) y para retirados.

Con respecto a la pesca y acuicultura, su importancia económica es regional, nacional e internacional, donde destacan China, Japón, Francia y Estados Unidos. Por otro lado, la agricultura tiene una importancia en la estructura económica local; sin embargo, se reconoce el problema clave la escasez de agua y se debe recurrir a prácticas de agricultura protegida de invernadero para aumentar la productividad. Y respecto a la ganadería, dominan los “ranchos ganaderos que crían ganado vacuno para producción de leche y carne, además de ganado ovino” (DIGAOHM, s.f.).

La industria maquiladora es reconocida como la más relevante de la zona en el PEDME, y representó el 11.98% del PIB de Ensenada en 2009; las otras industrias de la zona son electrónica, metalmecánica y mueblera. La minería del municipio se da principalmente al sur-oeste en el Valle de San Rafael; se minan productos no metálicos como arcillas, arena, caliza, grava y yeso, y algunos productos metálicos como cobre, oro, plata, entre otros.

Además de los sectores antes mencionados, una actividad económica que impacta la zona, pero que se lleva a cabo en las zonas aledañas, es la vitivinicultura, la cual genera 90% de la producción nacional según se reporta en el PEDME (CODEEN e IMIP, 2011).

Entonces, para el análisis de la segmentación demográfica de La Joya, se tomarán en cuenta los sectores productivos de: agricultura, ganadería, turismo (enfocado a hoteles), industria maquiladora y también la industria de construcción (desarrollo residencial y no residencial); además del sector público para abastecimiento doméstico; los cuales se consideran en este trabajo como los más relevantes para el proyecto de la DMG.

A continuación, se realiza el análisis de cada sector, en donde se exponen sus características más relevantes con el objetivo de sentar las bases para los análisis de oferta y demanda del siguiente capítulo.

#### Sector Público – Doméstico

El sector público está conformado por las instituciones del gobierno encargadas de administrar las actividades del Estado. En el caso de la administración del agua en México, está a cargo de la CONAGUA; y en el caso de Baja California, la Comisión Estatal del Agua de Baja California (CEABC) es el organismo paraestatal que planea la infraestructura hidráulica necesaria para abastecer al estado de agua.

En el estado de BC, de la inversión económica destinada al agua potable, se dedica el 91% a las zonas urbanas y el 9% a las zonas rurales, con 151.9 millones de pesos y 15.7 millones de pesos respectivamente (CONAGUA, 2022b).

Con una población aproximada de 360,000 habitantes y un consumo de agua promedio de 205 l/día/hab, la zona La Joya-Maneadero-Ensenada consume un aproximado de 73,800,000 litros diarios de agua.

El municipio Ensenada es el que tiene las tarifas más altas de agua potable para uso doméstico en el estado de BC. Con una cuota mínima de 89.43 \$/m<sup>3</sup> para la zona urbana, y que llega a \$88.79 por cada m<sup>3</sup> consumido cuando se exceden los 60 m<sup>3</sup> (CEA, 2022).

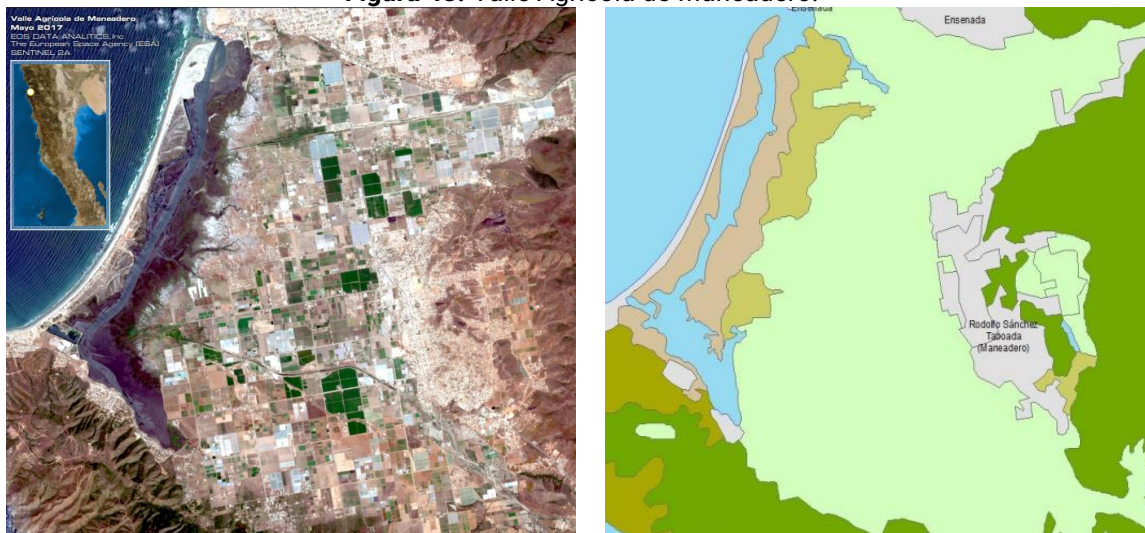
Si se toma en cuenta el promedio de ocupantes por vivienda de Ensenada, 3.2 habitantes (INEGI, 2020b), y redondeando a 3 habitantes; la cuota mensual promedio de agua potable por vivienda es de \$390.91.

Más adelante, en el análisis de oferta y demanda, se revisará si la demanda de agua potable de la zona está siendo cubierta por la oferta actual.

#### Sector Agropecuario – Agrícola

El municipio de Ensenada cuenta con 30,300 hectáreas sembradas para la actividad agrícola, ocupando el segundo lugar del estado (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021). En el caso de la zona de estudio, la localidad Maneadero (**Figura 48**) se caracteriza por ser una zona agropecuaria con 1,858 hectáreas de superficie sembrada, ocupando el 6° lugar de los valles productivos del municipio (SEFOA, 2017). Esto implica que la zona de Maneadero representa el 6.13% de la superficie agrícola del municipio de Ensenada.

**Figura 48.** Valle Agrícola de Maneadero.



Nota [Imagen derecha]: Uso de suelo y vegetación-código de colores: verde claro = suelo agrícola.  
Fuente: SEFOA (2017) & SEFOA (2015).

Para realizar la segmentación de la actividad agrícola que corresponde a la zona de estudio, se consultaron los datos abiertos del *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* (SIAP, 2021). De este anuario se pueden obtener los datos históricos de los cultivos a nivel municipal, mostrando los valores de cinco rubros para cada cultivo: la superficie sembrada, la producción total, el rendimiento, el Precio Medio Rural (PMR)<sup>8</sup> y el valor de producción.

En este caso, se revisaron los valores de los cultivos para el municipio de Ensenada en el año agrícola 2021, los cuales se muestran en el **Anexo 2**.

---

<sup>8</sup> El PMR "se define como el precio pagado al productor en la venta de primera mano en su parcela o predio y/o en la zona de producción" (Agroproductores, 2018).

Una vez obtenidos los datos a nivel municipal, que representan el 100% del municipio de Ensenada, se requería obtener los datos a nivel localidad. Para ello, se realizó una estimación sabiendo que el Maneadero representa el 6.13% de la superficie agrícola del municipio de Ensenada, como se mencionó anteriormente. En la **Tabla 30**, se muestran los resultados de la estimación de producción agrícola para la localidad de Maneadero.

**Tabla 30.** Valores totales de producción agrícola a nivel estatal y local.

Producción Agrícola en el Municipio de Ensenada y en la Localidad de Maneadero, Baja California								
Territorio	Porcentaje que representa	Superficie (ha)			Producción (ton)	Rendimiento promedio (ton/ha)	Σ PMR (\$/ton)	Valor Producción (miles de Pesos)
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
Ensenada (Nivel municipal)	100%	17,867.55	15,561.27	2,047.23	425,417.38	23.81	542,659.56	7,107,798.75
Maneadero (Nivel localidad)	6.13%	1,095.28	953.91	125.50	26,078.09	23.81	542,659.56	435,708.06

Fuente: *Elaboración propia con información de SIAP (2021).*

Adicionalmente, se pretende determinar los cultivos más relevantes de la zona. Se observaron los primeros 10 lugares en cada uno de los cinco rubros (**Tabla 31**), tomando en cuenta todos los valores a nivel local (6.13%); el rendimiento y el PMR no varían porque no dependen de la cantidad. Los datos completos de todos los cultivos a nivel local se muestran en el **Anexo 3**.

**Tabla 31.** Los cultivos con valores más altos de la producción agrícola de Maneadero.

Valores más altos de Producción Agrícola en Maneadero (6.13% de Ensenada)									
Sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor producción (miles de pesos)					
Uva	253.27	Alfalfa	6,264.38	Pepino	112.21	Zarzamora	118,059.66	Fresa	174,286.79
Cebada	227.55	Fresa	5,616.79	Alfalfa	95.20	Frambuesa	74,513.71	Frambuesa	73,489.16
Fresa	128.03	Jitomate	3,761.15	Jitomate	77.08	Nuez	39,616.15	Jitomate	70,812.81
Espárrago	72.46	Pepino	2,899.43	Agave	49.00	Espárrago	33,218.62	Pepino	35,601.68
Alfalfa	65.81	Uva	1,685.12	Nopalitos	45.13	Fresa	31,029.61	Uva	26,562.56
Avena	64.61	Cebolla	1,162.75	Cebolla	44.32	Ajo	24,000.00	Espárrago	18,992.34
Frambuesa	55.87	Frambuesa	986.25	Fresa	43.87	Aguacate	23,000.00	Cebolla	7,166.14
Jitomate	48.80	Nopalitos	781.53	Sandía	38.86	Jitomate	18,827.44	Zarzamora	6,319.69
Trigo grano	27.14	Calabacita	639.48	Calabacita	35.58	Uva	15,763.05	Calabacita	5,238.51
Pepino	25.84	Espárrago	571.74	Lechuga	32.25	Pepino	12,278.86	Alfalfa	3,991.57

Fuente: *Elaboración propia con información de SIAP (2021).*

Se determinó el rubro de *Valor producción* como el criterio de selección de los cultivos más relevantes para este trabajo, debido a que representa los cultivos más rentables y con más probabilidad de tener ingresos suficientes y remanentes para invertir en proyectos como el sistema DMG. Entonces, como resultado, se tiene que los tres cultivos más relevantes para la zona son: fresa, frambuesa y jitomate. Los tres exceden un valor de producción de 50 millones de pesos anuales.

Por último, debido a que los datos originales toman en cuenta todo el municipio, se corroboró que la localidad Maneadero fuera sede importante para estos tres productos. Para la fresa, Maneadero ocupó el primer lugar de producción del municipio en 2021. La frambuesa se considera un cultivo importante para la zona pues es un cultivo “perenne”, es decir, que está sembrado durante todo el año. Y para el jitomate, Maneadero representa una de las cuatro principales zonas productoras en el municipio (Representación Agricultura BC, 2020-2022).

Tomando las consideraciones anteriores, se tendrían los siguientes datos agrícolas para los tres cultivos al 6.13% (**Tabla 32**):

**Tabla 32.** Producción agrícola de fresa, frambuesa y jitomate en Maneadero.

Sembrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor producción (miles de pesos)
Fresa	128.03	43.87	31,029.61	174,286.79
Frambuesa	55.87	18.93	74,513.71	73,489.16
Jitomate	48.80	77.08	18,827.44	70,812.81

Fuente: Elaboración propia con información del Anexo 3.

En conclusión, de la segmentación demográfica del subsector agrícola se obtuvieron los valores de producción agrícola de la zona de estudio La Joya-Ensenada-Maneadero (Tabla 30). Adicionalmente, se determinaron los tres cultivos más relevantes para la DMG (Tabla 31 y Tabla 32) en caso de que se busque segmentar a un mercado más reducido.

#### Sector Agropecuario – Ganadero

En el municipio de Ensenada se produce ganado bovino, porcino, caprino y ovino, así como producción apícola, avícola, huevo para plato. Su porcentaje de aportación al estado es de 5.8% ocupando el 4to lugar y con un valor de producción de \$442 millones (SIAP, 2019).

En el caso de la zona agropecuaria de Maneadero, se produce principalmente el ganado bovino lechero. El reporte local más reciente que contiene las existencias de ganado de Maneadero indica que en 2010 se contaba con 2,711 cabezas de ganado bovino para leche que produjeron 31,138 litros de leche diarios; además se contó con 384 cabezas de ganado bovino para carne y 170 para doble propósito (SEFOA, 2015).

Entonces, de la segmentación demográfica para este subsector, se obtuvo que la producción ganadera para la zona de estudio es la siguiente:

**Tabla 33.** Producción ganadera en Maneadero.

Producción Ganadera en la Localidad de Maneadero	
Tipo de ganado	Cantidad (número de cabezas)
Bovino lechero	2,711
Bovino para carne	384
Bovino para doble propósito	170

Fuente: Elaboración propia con información (SEFOA, 2015).

#### Sector Industrial – Servicio Turístico: Hotelero

Dentro del sector industrial se encuentra el subsector de servicios. En el caso de la segmentación demográfica para las localidades de interés, el único giro que se analizará del subsector servicios es el hotelero. Esto debido a que el consumo de agua de los hoteles presenta una oportunidad para el sistema DMG, y el flujo de ingresos de los hoteles se suele caracterizar por ser rentable y por su capacidad de invertir en proyectos de largo plazo, como es el caso de la DMG.

A diferencia de los dos subsectores anteriores (agrícola y ganadero), se está analizando solamente una parte del subsector. Esta decisión se basa en los dos factores mencionados anteriormente: el consumo de agua y la capacidad de inversión. Por lo tanto, en este caso se tendrá un enfoque más preciso de los establecimientos que representan el mercado objetivo. Es decir, en los casos anteriores se tienen los datos de todo el subsector sin saber qué empresas se encargan de qué productos ni dónde están localizadas específicamente,

y en este caso se tendrá la información de las empresas (hoteles) de la zona y se podrá segmentar cuáles representan el mercado potencial para la DMG.

Además, no solo se podrá conocer a quiénes se puede dirigir el sistema DMG en la actualidad, sino que también sentará las bases de qué características debe cumplir un establecimiento para ser candidato en la compra de este sistema.

A través del DENU (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas), se obtuvo el directorio de los *Servicios de alojamiento temporal*. Como resultado, en total existen 95 servicios de alojamiento temporal en la zona de estudio, con las características que se muestran en la **Tabla 34**.

**Tabla 34.** Servicios de alojamiento temporal en La Joya-Ensenada-Maneadero.

Servicios de Alojamiento Temporal					
Por localidad		Por tipo de establecimiento		Por tamaño	
Ensenada	90	Hotel	49	0-5 personas	28
		Motel	36	6-10 personas	24
		Cabañas y villas	4	11-30 personas	29
Maneadero	2	Campamentos y albergues	4	31-50 personas	6
				51-100 personas	2
La Joya	3	Pensiones y casa de huéspedes	2	101-250 personas	5
				251 y más personas	1

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).*

Ahora bien, debido a la capacidad instalada de la DMG (40 mil litros diarios), la desaladora no se considera relevante para hoteles con menos de 60 habitaciones, los cuáles son los que cuentan con un máximo de 30 empleados (González, 2021). Según el Diario Oficial de la Federación, las microempresas son las que cuentan con 0-30 empleados, y a partir de 31 empleados son empresas pequeñas (31-100), medianas (101-500) o grandes (500+) (Blanco, 1999).

Entonces, como resultado de la segmentación demográfica de este subsector, sólo se tomarán en cuenta los *Servicios de alojamiento temporal* con empleados de 31 y más, descartando las microempresas, lo que nos da un total de 14 establecimientos (**Tabla 35**); todos están localizados en la localidad Ensenada y son de tipo 'Hotel'.

**Tabla 35.** Servicios de alojamiento temporal con personal de 31 personas en adelante en La Joya-Ensenada-Maneadero.

Servicios de Alojamiento Temporal con más de 30 empleados					
Por localidad		Por tipo de establecimiento		Por tamaño	
Ensenada	14	Hotel	14	31-50 personas	6
				51-100 personas	2
				101-250 personas	5
				251 y más personas	1

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).*

Estos 14 establecimientos son los que se revisarán puntualmente más adelante en los análisis de oferta y demanda, para determinar la cantidad de agua que reciben y consumen cada uno y el total para la localidad.

## Sector Industrial – Industria Construcción

Otro subsector dentro del sector industrial es el de la industria de la construcción. Es relevante tomar en cuenta esta industria, ya que al construir edificaciones residenciales y no residenciales existe la necesidad de contemplar la fuente para el suministro de agua de las mismas.

La DMG podría cumplir las necesidades de abastecimiento de agua para las edificaciones que requieran una capacidad instalada de alrededor de 40,000 litros diarios. Por lo tanto, la industria de la construcción de la localidad es un subsector potencial para este sistema.

La diferencia con los subsectores anteriores radica en que la venta del sistema DMG no está dirigida a la empresa que consumirá el producto final (el agua), sino a la empresa encargada de la instalación del canal encargado de suministrar el producto final. Por lo tanto, la estrategia comercial para este caso sería dirigida a una alianza comercial con las empresas de la industria constructora dentro del sector público y privado, en lugar de la venta de una DMG para una sola edificación.

En el DENUE se registran 36 empresas dedicadas a la edificación residencial para vivienda unifamiliar (35) y multifamiliar (1), y se registran 40 empresas para la edificación no residencial, que incluye inmuebles comerciales (29) y plantas industriales (11). En total se tienen 76 empresas dedicadas a la construcción de edificaciones en la zona de estudio (Tabla 36).

**Tabla 36.** Empresas dedicadas a la edificación en La Joya-Ensenada-Maneadero.

<b>Empresas de la Industria de Construcción</b>			
<b>Edificación</b>		<b>Tipo</b>	
Residencial	36	Vivienda unifamiliar	35
		Vivienda multifamiliar	1
No residencial	40	Inmuebles comerciales	29
		Plantas industriales	11
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>	

Fuente: *Elaboración propia con información de INEGI (2023).*

Entonces, para estas 76 empresas se podría presentar la DMG como posibilidad de suministro de agua para las edificaciones que utilizarán alrededor de 40,000 litros diarios de agua.

## Sector Industrial – Industria Maquiladora

Para evaluar la industria maquiladora, el DENUE registra 682 empresas manufactureras<sup>9</sup> en la zona de estudio, sin contar el sector de alimentos y bebidas. Ensenada cuenta con 642 empresas y Maneadero con 40, La Joya no cuenta con ninguna empresa manufacturera actualmente.

---

<sup>9</sup> Los conceptos de industria maquiladora e industria manufacturera se acostumbran usar como sinónimos, pues ambos se refieren a la fabricación de productos. Sin embargo, en el primer caso se incluye principalmente el proceso de fabricación y en el segundo caso se incluyen otros procesos como ensamblaje, acabado, envase y embalaje.



Siguiendo la metodología del subsector turístico-hotelerero, no se contarán las empresas pertenecientes al sector microempresas, las cuales cuentan con un número de empleados menor a 31 personas; ya que se considera que no utilizarán la cantidad de agua necesaria para que sea relevante la DMG, y tampoco tendrán los ingresos necesarios para invertir en un proyecto de tal magnitud.

Después de realizar esta primera segmentación, se tiene que existen 92 empresas manufactureras con un número de empleados de 31 y más personas; Ensenada cuenta con 87 y Maneadero con 5. Las categorías a las que pertenecen estas empresas se muestran en la **Tabla 37**.

**Tabla 37.** Tipos de empresas en la industria manufacturera de la zona de estudio.

<b>Industria manufacturera</b>			
<b>Localidad</b>	<b>Ensenada</b>	<b>Maneadero</b>	<b>TOTAL</b>
Fabricación insumos textiles	0	0	0
Fabricación productos textiles	1	0	1
Fabricación prendas de vestir	40	1	41
Impresión e industrias conexas	9	0	9
Industria química	1	0	1
Industria del plástico y hule	3	2	5
Fabricación de productos a base de minerales (cemento y vidrio)	3	0	3
Fabricación de productos metálicos	4	1	5
Fabricación de maquinaria y equipo	1	0	1
Fabricación de equipo de computación, componentes y accesorios electrónicos	6	0	6
Fabricación de accesorios, aparatos electrónicos	3	0	3
Fabricación de equipo de transporte	6	0	6
Fabricación de muebles, colchones y persianas	6	1	7
Fabricación de artículos deportivos e instrumentos musicales	4	0	4
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>5</b>	<b>92</b>

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).*

Como se puede observar en la tabla anterior, el tipo de empresa que más presencia tiene en la zona de estudio es la de *Fabricación de prendas de vestir* representando un 45% de toda la industria manufacturera en la localidad.

Por consiguiente, en el caso de este subsector (industria maquiladora) se repite la metodología del subsector servicio turístico-hotelerero, en la cual se analizó solamente una parte del subsector. Así como en el subsector anterior se obtuvieron los hoteles que representan el mercado potencial para la DMG (por su consumo de agua y su capacidad de inversión), en este subsector se obtuvo que la fabricación de prendas de vestir representa al mercado potencial por su alta representación en la industria maquiladora de la localidad (con 41 empresas que representan el 45% de la industria).

Más adelante, en los análisis de oferta y demanda se examina el consumo de agua de este giro empresarial únicamente, y se identificará si el proyecto del sistema DMG es relevante para la industria maquiladora de La Joya-Ensenada-Maneadero.

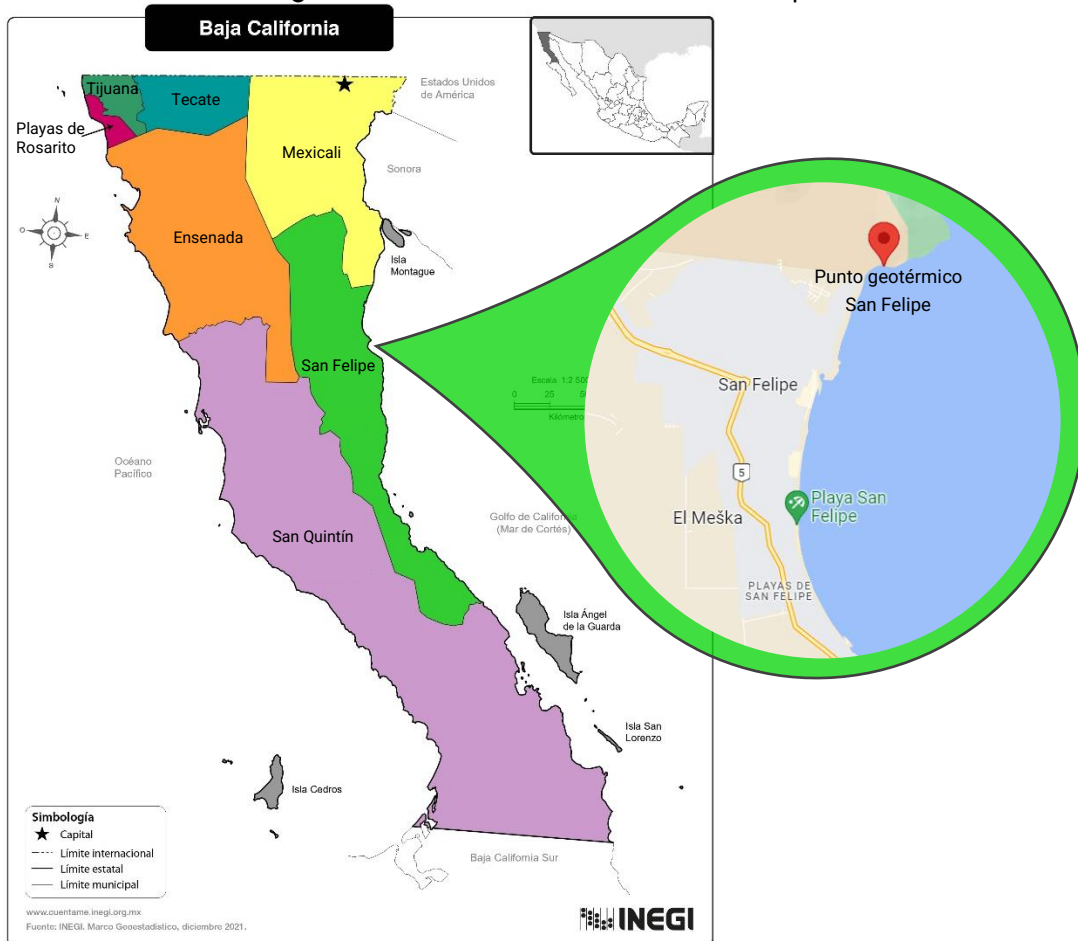
## SAN FELIPE (SAN FELIPE, BC)

### Características generales

El puerto de San Felipe es una localidad al noreste del municipio San Felipe en el estado de Baja California (**Figura 49**). Se localiza dentro de una bahía de casi 20 km de extensión en el Mar de Cortés y tiene un puerto dedicado a la actividad pesquera (DIGAOHM, s.f.).

Este puerto tiene fama internacional por ser donde se ubica el santuario de la vaquita marina, creado con el fin de salvar a esta especie endémica considerada “el mamífero marino en mayor peligro de extinción” (National Geographic, 2022).

**Figura 49.** Ubicación de la localidad San Felipe.



Fuente: INEGI (2021) & Google Maps (2023).

De los puntos geotérmicos seleccionados, el de San Felipe es el que tiene una calificación más alta y el único clasificado como *Excelente*; tiene una temperatura de 124 °C y se encuentra a 50 m de la costa.

Además, su población de un poco más de 17 mil habitantes (SEMARNAT, 2017) se concentra en aproximadamente 5 km de longitud y 3 km de ancho. Esto hace que el proyecto de la DMG sea relevante para el sector público.

Su clima es caluroso y húmedo con una temperatura mínima promedio de 5 °C en diciembre y una máxima promedio de 45 °C en julio (DIGAOHM, s.f.).

### Recursos hídricos

La precipitación anual de San Felipe es de 98 mm (DIGAOHM, s.f.). La zona se considera de escasez hídrica debido a las pocas corrientes fluviales y los bajos volúmenes de escurrimiento que se presentan en el territorio.

El agua superficial de la zona pertenece a la cuenca hidrológica Bahía San Felipe que tiene una superficie de 782 km<sup>2</sup>, la cual comienza en el arroyo San Felipe y desemboca en el Mar de Cortés. La disponibilidad media anual de la cuenca es 3.427 hm<sup>3</sup> y se clasifica con 'Disponibilidad' (SINA, 2022b); pero si se compara con las demás cuencas de la misma región hidrológica, *RH No. 4 Baja California Noroeste*, es la que menor disponibilidad tiene de las ocho regiones hidrológicas (SEGOB, 2007).

El suministro de agua subterránea de la zona proviene del acuífero San Felipe-Punta Estrella. A pesar de que en la zona existe escasez de agua, aún no se presenta sobreexplotación (**Figura 50**) ni contaminación por intrusión salina (**Figura 51**) en el acuífero. Sin embargo, se ha detectado la contaminación de los mantos acuíferos por fosas sépticas mal instaladas en los fraccionamientos y campos turísticos de San Felipe (Berber, 2018).

**Figura 50.** Condición del acuífero San Felipe-Punta Estrella.



Color verde = Acuífero subexplotado  
Fuente: SINA (2020a).

**Figura 51.** Intrusión salina del acuífero San Felipe-Punta Estrella.



Sin color = Acuífero sin intrusión salina  
Fuente: SINA (2020c).

En el trabajo de maestría de Berber (2018), en colaboración con el COLEF y el CICESE, expone que se prevé que "en unos años, este recurso será motivo de disputa en la región" debido al impacto social del costo del agua. Actualmente, no cuentan con una potabilizadora del gobierno que suministre el agua localmente y el costo por extraerla no es accesible para toda la población, "lo que implica que en San Felipe quien tenga el poder económico de pagar por el agua, tendrá el control de ese recurso".

Además, la autora manifiesta que "con el incremento de los desarrollos inmobiliarios de la región, la demanda de agua crecerá y no se podrá abastecer a toda la población. Sin mencionar que, sólo algunas zonas del corredor norte y del centro de población tienen conexión al servicio de agua, a las demás zonas se les proporciona agua a un alto costo por medio de pipas que extraen agua de pozos del municipio de Ensenada, al sur de San Felipe".

Lo anterior resalta que los problemas de agua que se avecinan en San Felipe se deberán a dos factores principalmente:

1. El desarrollo inmobiliario propiciará el crecimiento poblacional de la zona y, con ello, el aumento de la demanda de agua en la zona.
2. La dependencia de una misma fuente de agua (el acuífero San Felipe-Punta Estrella) causará que, con el aumento de demanda de agua, se propicie la sobreexplotación e intrusión salina del mismo.

Entonces, una solución factible para esta zona es que los desarrollos inmobiliarios diversifiquen su suministro de agua incorporando la desalación en sus opciones, lo que posiciona la DMG como una propuesta favorecedora para las inmobiliarias, los residentes y el ambiente.

### Análisis de las actividades por sector

Una de las principales fuentes económicas de San Felipe es la pesca. La importancia que recibe esta actividad data desde la fundación del puerto realizada por pescadores deportivos, y que hoy día forma parte de las actividades costeras turísticas.

Fuera de la pesca deportiva, el turismo de la zona es fomentado por los sitios turísticos de los alrededores, de los cuales destacan: el parque ecológico el Valle de los Gigantes [25 km] donde habita el cardón gigante, el Islote Consang [30 km] para avistamientos de aves y especies marinas, y el Picacho del Diablo [50 km] que es la montaña más grande de la PBC.

Otra actividad turística que se manifiesta en la localidad, es el turismo proveniente de las carreras de automóviles todo terreno: Baja 1,000, Baja 500 y Baja 250 (DIGAOHM, s.f.). Pero, a pesar de ser una actividad en donde se ve rebasada la capacidad de alojamiento de la zona, sólo se realiza una vez al año.

Debido a las condiciones de temperatura extrema de la zona, la agricultura y ganadería no son actividades que se lleven a cabo; tampoco se caracteriza por ser una zona industrial. Sin embargo, la minería sí presenta condiciones favorables, donde destacan las minas de oro y plata (DIGAOHM, s.f.).

Por consiguiente, los sectores relevantes para el análisis demográfico de San Felipe son: el sector público-doméstico, el sector de servicios turísticos enfocado a hoteles, y el sector industrial de la construcción residencial y no residencial. A continuación, se analiza cada uno para obtener los resultados cuantificables de la segmentación demográfica.

#### Sector Público – Doméstico

La población de San Felipe es de 17,143 habitantes y su consumo de agua promedio es de 205 l/día/hab. Entonces, el consumo diario de agua de la zona es de 3,514,315 litros.

Actualmente, el abastecimiento público no es cubierto por el gobierno local sino por las iniciativas privadas, lo cual implica una posible área de oportunidad para la DMG. Aunque, podría implicar que no existen recursos económicos por parte del Estado para la inversión en proyectos hídricos en esta zona.

Aun así, si la demanda de la zona no es cubierta por su oferta actual, se presenta una oportunidad para la DMG en el sector doméstico.

## Sector Industrial – Servicio Turístico: Hotelero

Siguiendo la metodología de la localidad anterior, según el DENUÉ se tiene un total de 57 establecimientos dedicados al *Servicios de alojamiento temporal* en la localidad de San Felipe (**Tabla 38**). Es interesante comparar este caso con el de la localidad anterior, debido a que en La Joya-Ensenada-Maneadero se tiene 21 veces más habitantes que en San Felipe, pero no se tiene ni el doble de *Servicios de alojamiento temporal* (95 contra 57). Esto nos indica que el subsector turístico-hotelero tiene una gran relevancia en San Felipe.

**Tabla 38.** Servicios de alojamiento temporal en San Felipe.

<b>Servicios de alojamiento temporal</b>		
<b>Por tipo de establecimiento</b>	<b>Por tamaño</b>	<b>Total</b>
Hotel	0-5 personas	12
	6-10 personas	10
	11-30 personas	5
	31-50 personas	3
Motel	0-5 personas	7
	6-10 personas	1
	11-30 personas	1
Cabañas y villas	0-5 personas	1
Campamentos y albergues	0-5 personas	10
	11-30 personas	1
Departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería	0-5 personas	3
	6-10 personas	1
Pensiones y casa de huéspedes	0-5 personas	2
<b>TOTAL</b>		<b>57</b>

*Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).*

Continuando con la metodología, se revisaron los *Servicios de alojamiento temporal* a partir de 31 empleados en el DENUÉ y sólo 3 establecimientos (**Tabla 38**) cumplen con estas características: Hotel Cortez, Hotel San Felipe Marina Resort y Hotel Stella del Mar. Por lo tanto, estos 3 hoteles son el resultado de la segmentación demográfica del subsector.

## Sector Industrial – Industria Construcción

Previamente se expuso que ha habido un incremento en los desarrollos inmobiliarios de la región, y que esto causará el aumento de la demanda de agua de San Felipe (Berber, 2018). Por consiguiente, así como en el caso de Ensenada, es relevante revisar las empresas dedicadas a la industria de construcción en la zona debido a que la DMG podría satisfacer el suministro de agua de las nuevas edificaciones.

Revisando la base de datos de la industria de construcción en el DENUÉ, sólo se registra 1 empresa dedicada a la edificación residencial para vivienda unifamiliar. Entonces, se puede suponer que varios de los desarrollos inmobiliarios de la zona se dan por parte de empresas no locales y/o que esta empresa representa un papel importante en la industria de la construcción de la zona.

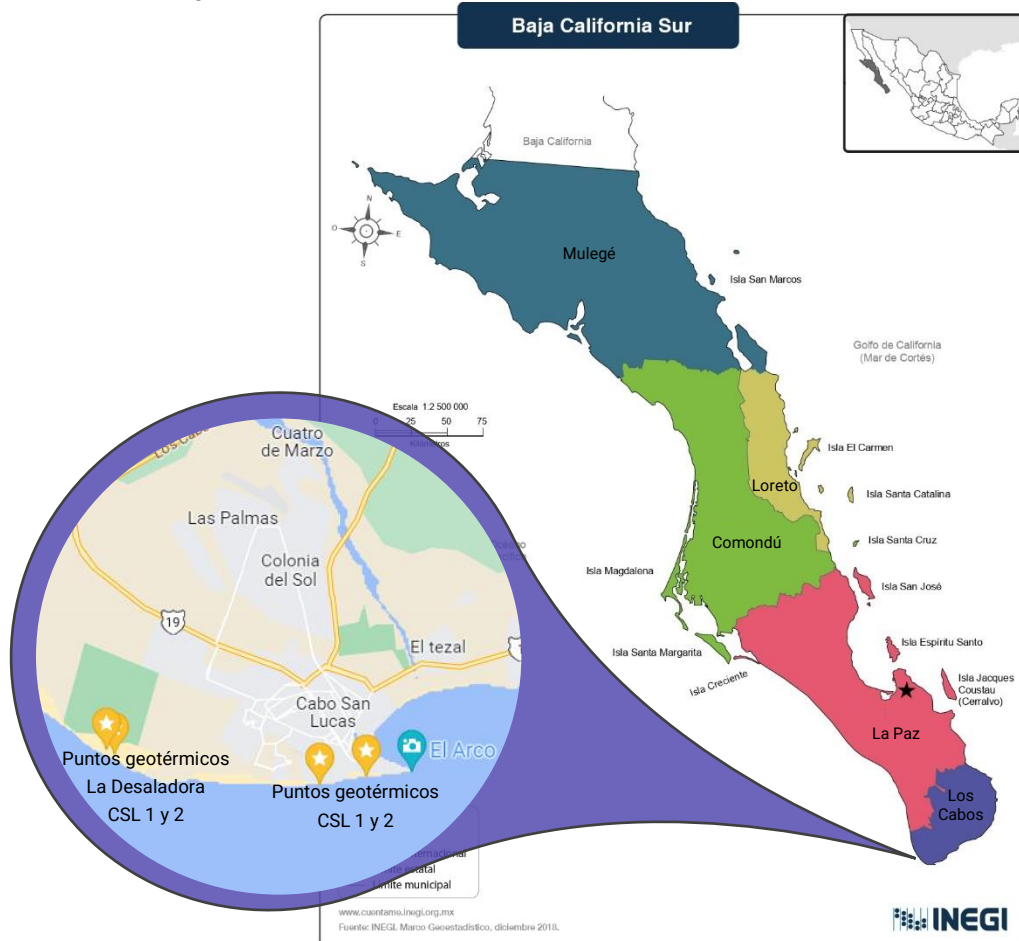
En este caso, la ambigüedad de los resultados cuantitativos obtenidos para este sector conducen a descartarlo como posible sector de interés de la zona. Pero, en caso de que en trabajos futuros se tengan datos más claros o puntuales, se podría reconsiderar su relevancia.

## CABO SAN LUCAS (LOS CABOS, BCS)

### Características generales

Con una población de 202,694 habitantes (INEGI, 2020a), la localidad de Cabo San Lucas se encuentra en el extremo sur de BCS, en el municipio de Los Cabos (**Figura 52**). Su clima es desértico semiseco con una temperatura promedio anual de 26 °C (DIGAOHM, s.f.).

**Figura 52.** Ubicación de la localidad Cabo San Lucas.



Fuente: INEGI (2021) & Google Maps (2023).

Esta localidad cuenta con 4 puntos geotérmicos estudiados, los cuales tienen temperaturas de 72 °C (CSL) y 85 °C (La Desaladora CSL) y su distancia a la costa es de 50 a 200 metros respectivamente. Por las temperaturas, solo son tomados en cuenta los dos puntos 85 °C.

### Recursos hídricos

Los datos de CONAGUA (2020) nos indican que “la región se caracteriza por presentar periodos prolongados de sequía que eventualmente son interrumpidos por la incidencia de tormentas tropicales y huracanes”. Su valor promedio de precipitación anual es de 205 mm y su temperatura promedio anual es de 24 °C. A pesar de la baja precipitación, “la presencia ocasional de fenómenos ciclónicos tiene un efecto importante sobre la recarga del acuífero”.

La fuente de agua superficial de la zona es la cuenca hidrológica San Lucas, la cual abarca un área de 271 km<sup>2</sup> y tiene una disponibilidad media anual de 4.702 hm<sup>3</sup> (SINA, 2022).

El agua subterránea proviene del acuífero Cabo San Lucas, el cual abarca una superficie de 515 km<sup>2</sup> y se encuentra geopolíticamente ubicado en su totalidad en el municipio Los Cabos. Este acuífero no presenta condiciones de sobreexplotación (**Figura 53**) ni contaminación por intrusión salina (**Figura 54**).

**Figura 53.** Condición del acuífero Cabo San Lucas.



Color verde = Acuífero subexplotado  
Fuente: SINA (2020a).

**Figura 54.** Intrusión salina del acuífero Cabo San Lucas.



Sin color = Acuífero sin intrusión salina  
Fuente: SINA (2020c).

Sin embargo, la condición de disponibilidad del acuífero es negativa (**Figura 55**). Su disponibilidad media anual se clasifica 'Con Déficit' y tiene un valor de -14.4813 hm<sup>3</sup> anuales, lo que indica que "no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones" y el agua se está extrayendo "a costa del almacenamiento no renovable del acuífero" (CONAGUA, 2020).

**Figura 55.** Disponibilidad del acuífero Cabo San Lucas.



Color rojo = Acuífero con déficit.  
Color verde = Acuífero con disponibilidad.  
Fuente: SINA (2020b).

Para contrarrestar el déficit de agua de la zona, el gobierno ha implementado desde el 2007 una planta desaladora de ósmosis inversa que potabiliza 15,552,000 litros de agua diariamente (SINA, 2021a). Además, a partir del año 2022 comenzó la construcción de la segunda planta desaladora con una capacidad de 250 l/s, que está programada para inaugurarse en 2024. También se tiene planeado ampliar la capacidad de la primera planta de 250 l/s a 405 l/s (CNM, 2023).

Asimismo, en julio de 2022 se estableció que la tarifa del agua aumentaría 2.5% mensualmente hasta alcanzar un aumento total de 36.73% (González, 2022). Esto surgió con el objetivo de apoyar el cumplimiento de los proyectos hídricos del estado.

Ambos proyectos (las desaladoras de OI) derivaron como respuesta al continuo déficit de agua en la zona y el aumento de la demanda causado por el crecimiento poblacional. Igualmente, el aumento de las tarifas es una respuesta a la inversión que requieren estos proyectos, con una estimación de 1,978,122,629 MXN (Banobras, 2023).

Por consiguiente, se puede destacar que el gobierno ha estado invirtiendo en iniciativas de desalación para contrarrestar el déficit de agua del acuífero de la zona. Esto indica que el proyecto de la planta DMG es compatible con los proyectos hídricos del gobierno en Cabo San Lucas; además, es un proyecto mejor alineado con las metas de los ODS que, como se mencionó en el capítulo 2.3, se deben atender para la protección del ambiente.

### Análisis de las actividades por sector

Cabo San Lucas se caracteriza por ser una ciudad turística reconocida mundialmente. Perteneció al municipio de Los Cabos, el cual ocupa el tercer lugar de México en captación de turismo internacional (Secretaría de Turismo y Economía, 2020) con un flujo de más de 3 millones de personas cada año (Fideicomiso de Turismo de Los Cabos, 2023).

Una de las actividades económicas con mayor importancia y desarrollo en la localidad es la pesca deportiva. Cabo San Lucas es sede de torneos de reconocimiento internacional, donde destaca la pesca de marlin.

La zona turística del municipio se compone de dos ciudades, Cabo San Lucas y San José del Cabo, y un corredor turístico de 33 km que une ambas ciudades. Las actividades turísticas más concurridas según el Fideicomiso de Turismo de Los Cabos (2023) son: las actividades acuáticas (snorkel, buceo, surf, kayak, *parasailing*, veleros, entre otras), el avistamiento de ballenas, los campos de golf, las actividades recreativas (gastronomía, vida nocturna, compras en Luxury Avenue y Puerto Paraíso), los festivales (arte, música, cine y gastronomía), las actividades en la naturaleza (senderismo, tirolesa, bici montaña, paseo a caballo, etc.), las playas, el *camping* y *glamping*<sup>10</sup>, los cruceros y los resorts de lujo con *spa*.

Debido a la amplia gama de actividades turísticas, y por ser uno de los principales sitios turísticos de México, Cabo San Lucas se caracteriza por ofrecer una gran variedad de servicios de alojamiento temporal.

Por otra parte, del total del volumen de extracción anual de agua, se estima que el 50% es destinado al uso público-urbano, el 29% al abastecimiento de servicios, el 14% para la actividad pecuaria, 4% para uso doméstico y 3% para actividades industriales (CONAGUA, 2020). Por los porcentajes mencionados, se puede deducir que los sectores más relevantes son el público y los servicios, y que la actividad pecuaria e industrial son menos relevantes.

Por lo tanto, los tres sectores que se revisarán para la segmentación demográfica de la zona son: el público-doméstico, el de servicios turísticos enfocado al alojamiento temporal y el industrial de la construcción residencial y no residencial.

---

<sup>10</sup> *Camping* se refiere a acampar y *Glamping* es una forma de acampar con más glamur y elegancia.



### Sector Público – Doméstico

El organismo paraestatal encargado de planear la infraestructura hídrica en BCS es la Comisión Estatal del Agua de Baja California Sur, quien trabaja de la mano con la CONAGUA. La inversión económica destinada al agua potable en BCS es de 14.2 millones de pesos para las zonas urbanas (72%) y 5.6 millones de pesos para las zonas rurales (28%) (CONAGUA, 2022b).

La población de la localidad es de 202,694 habitantes y el consumo promedio de agua es de 414 l/hab/día, por lo que se consumen en total 83,915,316 litros de agua diariamente. Con esta cantidad, Cabo San Lucas supera el consumo de agua de La Joya-Maneadero-Ensenada (73,800,000 l/día) y de San Felipe (3,514,315 l/día).

Con la desaladora implementada desde 2007, se cubre el 18.5% del consumo diario y con los proyectos que se pretenden inaugurar en 2024 se cubriría el 42% de la demanda actual, pero también se puede esperar un crecimiento de esta demanda para el mismo año debido al aumento en la población. Esto se tendría que evaluar más a detalle con un análisis de oferta y demanda, tomando en cuenta la tendencia poblacional.

### Sector Industrial – Servicio Turístico: Hotelero

Para este subsector, se seguirá utilizando la misma metodología que en las localidades anteriores. En total se registran 119 establecimientos de *Servicios de alojamiento temporal* en Cabo San Lucas, y 50 de ellos pertenecen a las empresas pequeñas, medianas y grandes; es decir, las que tienen más de 30 empleados (**Tabla 39**). De los 50 establecimientos, uno de ellos pertenece al rubro de 'Departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería' y los 49 restantes son hoteles.

**Tabla 39.** Servicios de alojamiento temporal en Cabo San Lucas con más de 30 empleados.

<b>Servicios de alojamiento temporal con más de 30 empleados</b>			
<b>Por tipo de establecimiento</b>	<b>Por tamaño</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Hotel	31-50 personas	3	6%
	51-100 personas	3	6%
	101-250 personas	9	18%
	251 y más personas	34	68%
Departamentos y casas amueblados con servicios de hotelería	31-50 personas	1	2%
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

En la tabla anterior, se puede observar que el tamaño de hotel que más porcentaje ocupa es el que cuenta con 251 o más empleados (68%), seguido de los que cuentan con 101-250 empleados (18%). Los 50 establecimientos representarían una oportunidad para la DMG debido a su alto consumo de agua.

### Sector Industrial – Industria Construcción

En el DENU se registran 68 empresas dedicadas a la edificación en Cabo San Lucas. De ellas, 46 se centran en la edificación residencial y 22 en la no residencial. Debido al alto número de empresas en la zona, y así como en el caso de La Joya, este sector podría ser considerado relevante para la DMG como fuente de suministro de agua en proyectos de construcción de Cabo San Lucas.

➤ RESULTADOS DE LA SEGMENTACIÓN DEMOGRÁFICA

Como resultado de la segmentación demográfica, se acotó el mercado objetivo para cada localidad, obteniendo los sectores y subsectores con mayor potencial de ser clientes adquirentes del sistema DMG para cada zona de interés (**Tabla 40**). Esto permitió distinguir las oportunidades comerciales que existen en cada localidad, debido a que en cada una existen características y necesidades particulares.

**Tabla 40.** Resumen de los resultados de la segmentación demográfica.

Localidad de interés	Población	Sector potencial	Subsector potencial	Resultados de la segmentación demográfica
La Joya <i>(La Joya-Ensenada-Maneadero)</i>	360,000 habitantes	Sector público	Doméstico	Consumo agua por habitante: 205 l/día Estimación consumo total localidad: 73,800,000 l/día
		Sector agropecuario	Agrícola	Superficie agrícola localidad: 1,858 ha (6.18% del municipio) Superficie sembrada: 1,095.28 ha Producción total: 26,078.09 ton Valor producción: \$435,708,060 <i>Tres cultivos más relevantes (valor de producción mayor a 50 millones):</i> - Fresa (128.03 ha y 5,616.79 ton) - Frambuesa (55.87 ha y 986.25 ton) - Jitomate (48.80 ha y 3,761.15 ton)
			Ganadero	Producción ganadera localidad: - Bovino lechero (2,711 cabezas) - Bovino para carne (384 cabezas) - Bovino para doble propósito (170 cabezas)
		Sector industrial	Servicio turístico	Servicios de alojamiento temporal con 30+ empleados: 14 hoteles
			Industria de la construcción	Posible alianza con 76 empresas: - Edificación residencial (36) - Edificación no residencial (40)
			Industria maquiladora	Enfocado en la 'Fabricación de prendas para vestir' (45% de la industria maquiladora): 41 empresas
San Felipe	17,143 habitantes	Sector público	Doméstico	Consumo agua por habitante: 205 l/día Estimación consumo total localidad: 3,514,315 l/día
		Sector industrial	Servicio turístico	Servicios de alojamiento temporal con 30+ empleados: 3 hoteles
Cabo San Lucas	202,694 habitantes	Sector público	Doméstico	Consumo agua por habitante: 414 l/día Estimación consumo total localidad: 83,915,316 l/día
		Sector industrial	Servicio turístico	Servicios de alojamiento temporal con 30+ empleados: 50 hoteles
			Industria de la construcción	Posible alianza con 68 empresas: - Edificación residencial (46) - Edificación no residencial (22)

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3 Resultados de la Segmentación del Mercado

Retomando la definición de segmentación de mercado, este apartado tuvo como objetivo “definir y comprender al público objetivo y los clientes ideales del proyecto”.

Con la segmentación geográfica se obtuvieron las tres unidades geográficas a las que se puede dirigir el sistema DMG, las cuáles cumplían con los tres criterios: temperatura a partir de 80 °C, distancia a la costa menor a 1 km y población relevante. Las tres localidades son: La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas.

Después, con la segmentación demográfica se obtuvieron los sectores y subsectores que presentan un mercado potencial para cada localidad. Como se mostró en la **Tabla 40**, en La Joya se tienen 6 subsectores potenciales (doméstico, agrícola, ganadero, turístico, industria constructora e industria maquiladora), en San Felipe 2 subsectores potenciales (doméstico y turístico) y en Cabo San Lucas 3 subsectores potenciales (doméstico, turístico e industria constructora). Y para cada uno, se obtuvieron sus características demográficas (**Tabla 40**) que ayudarán a continuar el análisis del mercado.

Como resultado de la segmentación del mercado, se obtuvieron los siguientes sectores y subsectores potenciales para cada localidad de interés:

**Tabla 41.** Resumen de los resultados de la segmentación del mercado.

Localidad de interés	Sector potencial	Subsector potencial
La Joya <i>(La Joya-Ensenada- Maneadero)</i>	Sector público	Doméstico
	Sector agropecuario	Agrícola
		Ganadero
	Sector industrial	Servicio turístico: hotelero
Industria de la construcción		
Industria maquiladora		
San Felipe	Sector público	Doméstico
	Sector industrial	Servicio turístico: hotelero
Cabo San Lucas	Sector público	Doméstico
	Sector industrial	Servicio turístico: hotelero
		Industria de la construcción

*Fuente: Elaboración propia.*

Ahora, a través de los análisis de oferta y demanda, se pretende determinar solamente un subsector y localidad a donde se dirigirá la DMG como posible solución para satisfacer sus necesidades de agua. En otras palabras, se enfocará en un mercado específico para aumentar las posibilidades de obtener una mayor participación del mercado.

## **5.2.- Análisis de la Oferta y la Demanda**

Para la economía, el mercado es el lugar físico o virtual donde se llevan a cabo transacciones, acuerdos o intercambios de bienes y servicios entre compradores y vendedores. En el mercado, “se encuentran dos fuerzas que generan los procesos de intercambio: la oferta y la demanda” (Esparza, 2010), las cuáles confluyen para realizar las transacciones a precios determinados.

El modelo de la oferta y la demanda “predice que, en un mercado libre y competitivo, el precio se establecerá en función de la solicitud por los consumidores y la cantidad proveída por los productores, generando un punto de equilibrio en el cual los consumidores estarán dispuestos a adquirir todo lo que ofrecen los productores al precio marcado por dicho punto” (Mora *et al.*, 2008).

A lo largo de este capítulo, se realizarán los análisis de la oferta y la demanda de agua para las tres localidades de interés y, como conclusión, se determinará un mercado potencial al que se pretenderá llevar la DMG.

Primeramente, se realizará el análisis de la oferta, el cual se conforma por dos partes. En la primera, se observará la oferta brindada por las potabilizadoras públicas en cada localidad y se realizará una aproximación de la cantidad de agua que corresponde a cada sector potencial. En la segunda parte, se evaluarán la oferta total, la oferta por sector y la oferta por subsector, a través del análisis de los datos históricos del volumen concesionado de agua estatal y las estimaciones correspondientes al uso de agua para cada localidad.

Después, se procederá al análisis de la demanda de agua para cada subsector potencial definido por la segmentación del mercado.

Posteriormente, se evaluarán los resultados de los análisis de oferta y demanda. A través de este análisis, se evaluará cuál es el subsector más relevante para finalmente, determinar el subsector de interés con mayor potencial y relevancia, para dirigir el proyecto de la DMG y lo que resta de este trabajo a un solo mercado potencial.

### **5.2.1 Análisis de la Oferta**

La oferta es “la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado” (Baca, 2013), y en un momento específico. Oferta también se define como “la cantidad de productos y servicios disponibles para ser consumidos” (Mora *et al.*, 2008).

El propósito del análisis de la oferta es “determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio” (Baca, 2013). Por lo tanto, en este apartado se analizará la cantidad de agua disponible (oferta) para las tres localidades de interés (mercado).

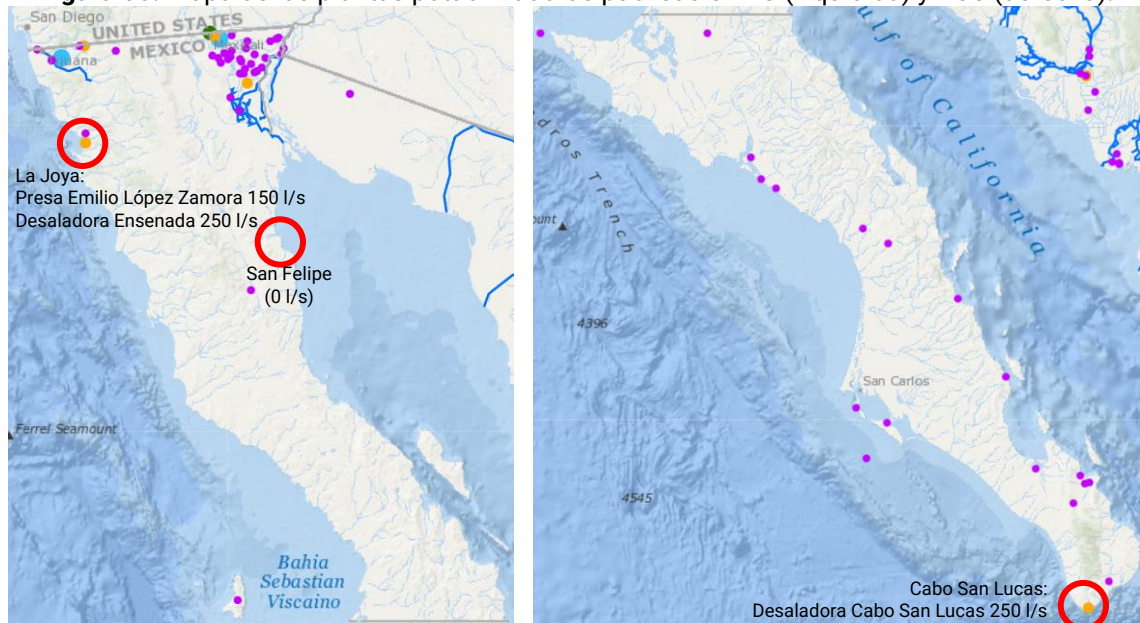
Como se mencionó en la introducción al Capítulo 5.2, este análisis se realizará en dos partes. El objetivo de la primera parte es observar la oferta de agua suministrada por parte del Estado a cada localidad de interés (La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas). En la segunda parte, el objetivo es realizar un análisis de la oferta total de agua para los sectores y subsectores potenciales de cada localidad, con el fin de obtener datos cuantitativos para comparar con los resultados del análisis de demanda, que se realizará posteriormente.

➤ PRIMERA PARTE: Plantas potabilizadoras públicas

Este análisis de oferta se realizará a través de revisar la capacidad instalada y el caudal potabilizado de las potabilizadoras públicas que atienden a las tres localidades, y después, se llevará a cabo una estimación de la cantidad de agua que corresponde a cada sector potencial para cada localidad.

Para esto, se consultaron el *Inventario de Plantas Potabilizadoras (estatal)* del SINA (2019) y el *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización* de CONAGUA (2014). El primer inventario se presenta a través de un mapa que muestra la ubicación de la planta (**Figura 56**); además, indica la capacidad instalada y el caudal potabilizado para cada planta.

**Figura 56.** Mapa de las plantas potabilizadoras públicas en BC (izquierda) y BCS (derecha).



Nota: En círculos rojos se resaltan las zonas donde se encuentran las 3 localidades de interés.

Fuente: SINA (2019).

El mapa anterior nos muestra que: en la zona de la localidad La Joya hay 2 plantas potabilizadoras, en la zona de San Felipe no hay ninguna y en la zona de Cabo San Lucas hay 1 planta. En el **Anexo 4** se presenta una tabla con la información de las 64 plantas potabilizadoras públicas de la PBC.

En el caso de las tres localidades de interés, se tienen los siguientes datos (**Tabla 42**) sobre las plantas potabilizadoras públicas que abastecen cada localidad:

**Tabla 42.** Plantas potabilizadoras públicas en las 3 localidades de interés.

Localidad	Nombre de la planta	Capacidad instalada [l/s]	Caudal potabilizado [l/s]	Porcentaje de utilización
La Joya (La Joya-Ensenada-Maneadero)	Presa Emilio López Zamora	150	40.2	27%
	Desaladora Ensenada	250	182.5	73%
	<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>222.7</b>	<b>56%</b>
San Felipe	--	0	0	0%
Cabo San Lucas	Desaladora Cabo San Lucas	250	180	72%

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2014) & SINA (2019).

En la tabla anterior (**Tabla 42**), se obtuvo el 'Porcentaje de utilización' a partir de dividir el caudal potabilizado entre la capacidad instalada. Este porcentaje indica cuánto volumen de la capacidad instalada, que representa el 100%, se está potabilizando realmente. En el caso de La Joya es el 56% y en Cabo San Lucas el 72%.

Ahora, para estimar la cantidad de agua que se oferta a cada sector potencial, se utilizarán los datos de la **Tabla 20** que contiene el *Volumen concesionado para usos consuntivos por entidad federativa*, la cual se encuentra al inicio del capítulo de Análisis de Mercado. Esta tabla nos indica que:

- Para Baja California el porcentaje que se destinó al sector agrícola es de 77.69%, para el sector público el 14.62%, para el industrial 2.39% y para las termoeléctricas el 5.30% restante.
- Para Baja California Sur el porcentaje que se destinó al sector agrícola es de 80.35%, para el sector público el 15.25%, para el industrial 3.40% y para las termoeléctricas el 1.00% restante.

Entonces, debido a que no se tienen los datos específicos de oferta de agua por sector en cada localidad sino a nivel estatal, se considerará el mismo porcentaje estatal para las localidades de interés, sabiendo que el resultado será un estimado del valor real.

Para el cálculo de la oferta diaria por sector, se tomarán en cuenta dos volúmenes: el caudal potabilizado y la capacidad instalada. En el primer caso se ve reflejada la oferta actual dada por el volumen potabilizado, y el segundo caso implica una oferta ideal si las plantas potabilizadoras funcionaran a su total capacidad, es decir al 100%.

En cada localidad se tienen consideraciones específicas:

- 1) Para el caso de **La Joya**, se obtuvieron 3 sectores potenciales: agropecuario, público e industrial. Se tomarán en cuenta dos volúmenes: caudal potabilizado (222.7 l/s) y capacidad instalada (400 l/s), que corresponden al 56% y al 100% respectivamente.
- 2) En el caso de **San Felipe** se tienen 2 sectores potenciales (público e industrial), pero no cuenta con ninguna planta potabilizadora pública que abastezca de agua a la población. Esto quiere decir que el suministro diario en la zona se efectúa por parte de empresas privadas. Por lo tanto, se tomará como dato numérico un caudal de cero litros por segundo, que corresponde a una oferta de 0 l/día.
- 3) En **Cabo San Lucas** se tienen 2 sectores potenciales: público e industrial. Y, como en el caso de La Joya, se tomarán en cuenta los volúmenes de caudal potabilizado (180 l/s) y capacidad instalada (250 l/s), los cuales corresponden al 72% y al 100% respectivamente. Pero, también se tomarán en cuenta las capacidades instaladas de 500 l/s y una de 655 l/s, que implican el 200% y el 262% respectivamente. Se agregan los dos nuevos volúmenes para tomar en consideración los proyectos hídricos que se tiene planeado completar antes del año 2030 en la zona, los cuales fueron mencionados en el apartado 5.1.2 *Segmentación Demográfica* en la sección de *Recursos Hídricos* de Cabo San Lucas.

Con estas consideraciones, se obtuvo el 'Caudal potabilizado [l/s]' (**Tabla 43**) a partir de multiplicar el 'Porcentaje destinado a cada sector' por la capacidad total de cada caso. Por ejemplo, para el sector agropecuario de La Joya con una capacidad al 56%, se multiplicó 222.7 l/s por 0.7769. Y para obtener la 'Oferta diaria [l/día]' se convirtió litros por segundo a litros por día multiplicando el caudal por 86,400.

Además, para cada una de las capacidades de volumen, se muestra la oferta diaria total considerando un 100% de uso, es decir, sin dividir el uso por sectores.

A continuación, se presenta en la **Tabla 43** los resultados de la oferta diaria para cada sector potencial por localidad, tomando en cuenta diferentes volúmenes.

**Tabla 43.** Estimación de la oferta diaria para cada sector en: La Joya (al 56% y 100%), San Felipe (al 0%) y en Cabo San Lucas (al 72%, 100%, 200% y 262%).

Localidad	Sector	Porcentaje destinado a cada sector	Caudal potabilizado [l/s]	Oferta diaria [l/día]
La Joya (Baja California)	<b>Capacidad 56% - Caudal potabilizado</b>			
	Agropecuario	77.69%	173.02	14,948,550
	Público	14.62%	32.56	2,813,075
	Industrial	2.39%	5.32	459,866
	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>222.7</b>	<b>19,241,280</b>
	<b>Capacidad 100% - Capacidad instalada</b>			
	Agropecuario	77.69%	310.76	26,849,664
	Público	14.62%	58.48	5,052,672
Industrial	2.39%	9.56	825,984	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>400</b>	<b>34,560,000</b>	
San Felipe (Baja California)	<b>Capacidad 0% - Capacidad instalada</b>			
	Público	14.62%	0	0
	Industrial	2.39%	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Cabo San Lucas (Baja California Sur)	<b>Capacidad 72% - Caudal potabilizado</b>			
	Público	15.25%	27.45	2,371,680
	Industrial	3.40%	6.12	528,768
	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>180</b>	<b>15,552,000</b>
	<b>Capacidad 100% - Capacidad instalada</b>			
	Público	15.25%	38.13	3,294,000
	Industrial	3.40%	8.50	734,400
	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>250</b>	<b>21,600,000</b>
	<b>Capacidad 200% - Capacidad instalada proyectada para 2025</b>			
	Público	15.25%	76.25	6,588,000
	Industrial	3.40%	17.00	1,468,800
	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>500</b>	<b>43,200,000</b>
<b>Capacidad 262% - Capacidad instalada proyectada para 2030</b>				
Público	15.25%	99.89	8,630,280	
Industrial	3.40%	22.27	1,924,128	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>655</b>	<b>56,592,000</b>	

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2014), REPDA (2021) & SINA (2019).

Como conclusión, la cantidad de agua que oferta el Estado actualmente a las localidades de interés, a través de las plantas potabilizadoras públicas, es: La Joya = 19,241,280 l/día (7,023,067.2 m<sup>3</sup>/año), San Felipe = 0 l/día (0 m<sup>3</sup>/año) y Cabo San Lucas = 15,552,000 l/día (5,676,480 m<sup>3</sup>/año).

➤ SEGUNDA PARTE: Volumen concesionado<sup>11</sup>

Para obtener los datos numéricos que se compararán con el análisis de la demanda, se realiza, a continuación, una evaluación de los datos históricos del volumen concesionado de agua a nivel estatal en el año 2022 para BC y BCS. Y, para efectuar el análisis a nivel localidad, se llevará a cabo una estimación del uso de agua que corresponde a cada una, así como una estimación a nivel sector y subsector.

En las tablas siguientes, se muestran los datos históricos del volumen de agua concesionado para BC (**Tabla 44**) y BCS (**Tabla 45**) en el año 2022. Además, se calculó el porcentaje que representa cada sector o subsector del total estatal, obtenido al dividir cada uno entre el 'Total'.

**Tabla 44.** Volumen de extracción concesionado de aguas nacionales del estado de BC.

Sector	Volumen total [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje	Subsector	Volumen total [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje
Agropecuario	2,621,608,120	70.66%	Agrícola	2,618,143,036	70.57%
			Ganadero	3,465,084	0.09%
Público	531,417,034	14.32%	Doméstico	529,912	0.01%
			Público urbano	530,887,122	14.31%
Industrial	263,787,572	7.11%	Industrial	253,171,148	6.82%
			Servicios	10,616,424	0.29%
Otros	293,137,710	7.90%	Acuacultura	1,496,225	0.04%
			Múltiples	165,497,485	4.46%
			Generación de energía eléctrica	126,144,000	3.40%
<b>Total</b>	<b>3,709,950,436</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>3,709,950,436</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información de Gob.mx (2022a).

**Tabla 45.** Volumen de extracción concesionado de aguas nacionales del estado de BCS.

Sector	Volumen total [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje	Subsector	Volumen total [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje
Agropecuario	221,262,859	51.32%	Agrícola	217,160,737	50.37%
			Ganadero	4,102,122	0.95%
Público	65,441,307	15.18%	Doméstico	235,374	0.05%
			Público urbano	65,205,933	15.12%
Industrial	19,904,969	4.62%	Industrial	5,522,023	1.28%
			Servicios	14,262,946	3.31%
			Agroindustrial	40,000	0.01%
			Comercio	80,000	0.02%
Otros	124,534,654	28.88%	Múltiples	124,534,654	28.88%
<b>Total</b>	<b>431,143,789</b>	<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>431,143,789</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con información de Gob.mx (2022b).

<sup>11</sup> Una concesión es el documento otorgado por la Comisión Nacional del Agua (Conagua) que autoriza a las personas físicas o morales para usar las aguas de ríos, lagos, presas, pozos o norias. Un título de concesión se solicita cuando se quiere usar, explotar o aprovechar el agua en los siguientes casos: para uso agrícola, industrial, pecuario, acuacultura, agro-industrial, generación de energía eléctrica, doméstico, público urbano o de servicios (Gob.mx, 2016).



Se puede observar que en ambos casos el sector que más agua consume es el agropecuario, donde el subsector agrícola es el responsable del alto uso de agua: BC=70.6% y BCS=50.4%.

Ahora, para llevar a cabo la estimación de la cantidad de agua que corresponde a cada localidad de interés (La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas) y a sus respectivos sectores y subsectores potenciales, se llevarán a cabo diferentes metodologías para cada caso.

### La Joya

En el caso de esta localidad, se tienen como sectores y subsectores potenciales: el público (doméstico), el agropecuario (agrícola y ganadero), y el industrial (servicio turístico-hoteler, industria constructora e industria maquiladora). Los detalles de estos resultados se muestran en la **Tabla 41**, en el apartado *Resultados de la Segmentación Demográfica*.

A continuación, se desarrollan las diferentes metodologías para realizar la estimación de oferta de agua por sector y subsector en la localidad:

#### • **Sector Público – Doméstico**

En la **Tabla 44**, nos indica directamente que la oferta de agua para el sector público es de 531,417,034 m<sup>3</sup>/año para el estado de BC. Este sector se divide en doméstico y público urbano, donde normalmente el segundo “incluye la totalidad del elemento entregado a través de las redes de agua potable, las cuales abastecen a los usuarios domésticos (domicilios), así como a las diversas industrias y servicios conectados a dichas redes” (Farell et al., 2013). Pero en este caso, se especifica cuál es la cantidad suministrada al subsector doméstico: 529,912 m<sup>3</sup>/año para BC, por lo que no se tomará en cuenta el agua concesionada al subsector público urbano.

Para estimar la oferta de agua para la localidad, se utilizarán los datos de población estatal y local, que ya han sido mencionados anteriormente. En la **Tabla 5** se expuso que la población en el estado de BC es de 3,769,020 habitantes y en el apartado de *Segmentación Demográfica* se concretó que la población en la localidad La Joya-Ensenada-Maneadero es de aproximadamente 360,000 habitantes.

Con estos datos se llevaron a cabo las siguientes operaciones de proporcionalidad directa:

$$\text{Sector público La Joya: } \frac{360,000 \text{ hab} \times 531,417,034 \text{ m}^3/\text{año}}{3,769,020 \text{ hab}} = 50,758,588 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Subsector doméstico La Joya: } \frac{360,000 \text{ hab} \times 529,912 \text{ m}^3/\text{año}}{3,769,020 \text{ hab}} = 50,615 \text{ m}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, se tiene como resultado que la oferta de agua para el sector público en La Joya es de 50,758,588 m<sup>3</sup>/año, y del subsector doméstico es de 50,615 m<sup>3</sup>/año.

#### • **Sector Agropecuario**

El sector agropecuario contiene los subsectores agrícola y ganadero. Para saber el total de oferta de agua del sector para la localidad, primero se analizarán los casos particulares de los subsectores y posteriormente se sumarán los resultados.

- **Agrícola**

A pesar de que existan terrenos con la misma área sembrada, la cantidad de agua utilizada en cada uno dependerá de los cultivos sembrados en ella. Sin embargo, debido a la falta de datos específicos para la localidad, se realizará el estimado utilizando la superficie agrícola.

En el apartado 5.1.2 *Segmentación Demográfica* en la sección de *Análisis de las actividades por sector* para el Sector Agropecuario – Agrícola, se mencionaron la superficie agrícola de Ensenada (30,300 ha) y de Maneadero (1,858 ha), donde la segunda representa el 6.13% de la primera. Estos datos están a nivel municipal y local.

En cuestión del agua concesionada, se tienen datos a nivel estatal (**Tabla 44**). Por ello, se consultó la página oficial del *Programa Hídrico del Estado de Baja California* (CEABC, 2016), la cual muestra los datos históricos estatales y municipales del año 2016. Con estos datos, se calculó el porcentaje municipal del uso de agua de Ensenada en cada sector (**Tabla 46**), para después utilizarlo con los datos de 2022 y determinar la cantidad de agua municipal utilizada por cada sector para este año. Con esta metodología se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 46.** Volumen concesionado a nivel municipal Ensenada, BC.

Sector	Volumen estatal [m <sup>3</sup> /año]	Volumen municipal [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje de uso municipal Ensenada	Sector	Volumen estatal [m <sup>3</sup> /año]	Volumen municipal [m <sup>3</sup> /año]
2016				2022		
<b>TOTAL</b>	<b>3,049,000,000</b>	<b>484,058,000</b>	<b>15.88%</b>	<b>TOTAL</b>	<b>3,709,950,436</b>	<b>588,990,222</b>
Agropecuario	2,545,870,000	403,927,000	15.87%	Agropecuario	2,621,608,120	415,943,588
Público	208,000,000	74,713,000	35.92%	Público	531,417,034	190,883,466
Industrial	77,310,000	5,417,000	7.01%	Industrial	263,787,572	18,483,214
Otros usos	127,640,000	1,000	0.00%	Otros usos	293,137,710	2,297

Fuente: Elaboración propia con información de CEABC (2016).

Entonces, se calculó que para el municipio de Ensenada en 2022 al sector agropecuario se le concesionaron 415,943,588 m<sup>3</sup>/año (**Tabla 46**). Y, para saber la cantidad que corresponde únicamente al subsector agrícola, se utilizaron los datos de la **Tabla 44** de 'Volumen total [m<sup>3</sup>/año]' para el sector agropecuario y para el subsector agrícola, y se llevaron a cabo las siguientes operaciones:

$$\text{Porcentaje subsector agrícola BC: } \frac{2,618,143,036 \text{ m}^3/\text{año}}{2,621,608,120 \text{ m}^3/\text{año}} \times 100\% = 99.87\%$$

$$\text{Subsector agrícola Ensenada: } \frac{415,943,588 \text{ m}^3/\text{año} \times 99.87\%}{100\%} = 415,402,861 \text{ m}^3/\text{año}$$

Ahora, para calcular la cantidad del subsector agrícola sólo para la localidad de La Joya, se utilizará el porcentaje de superficie agrícola mencionado al inicio de esta sección: 6.13% de la superficie agrícola del municipio de Ensenada corresponde a la localidad La Joya.

$$\text{Subsector agrícola La Joya: } \frac{415,402,861 \text{ m}^3/\text{año} \times 6.13\%}{100\%} = 25,464,195 \text{ m}^3/\text{año}$$

Como resultado, la oferta de agua para el subsector agrícola en la localidad La Joya es de 25,464,195 m<sup>3</sup>/año.

○ **Ganadero**

En el caso de este subsector, en la **Tabla 33** se expusieron las existencias de ganado en La Joya: 2,711 cabezas de ganado bovino lechero, 384 cabezas de ganado bovino para carne y 170 para doble propósito; lo que nos da un total de 3,265 cabezas de ganado bovino.

Para estimar la cantidad de agua que corresponde a este subsector para la localidad, se llevó a cabo el siguiente proceso:

- 1) Se consultó el inventario ganadero para el estado de BC y se obtuvo el total de cabezas por tipo de ganado, como se muestra en la segunda columna de la **Tabla 47**.
- 2) Debido a que la cantidad de agua que consume cada tipo de ganado varía mucho, se investigó la cantidad de agua que consume en promedio cada ganado (SIAP, 2019). Con esto se obtuvo un factor por el que se multiplicará cada valor de la columna 2 para obtener valores más representativos; estos se muestran en las columnas 3 y 4 de la **Tabla 47**.

**Tabla 47.** Inventario ganadero de BC y el valor representativo de su consumo de agua.

Tipo de ganado	Número de cabezas	Factor: agua por cabeza [l/día]	Valor representativo al tipo de ganado
Bovino	259,000	55	14,245,000
Porcino	17,000	11	187,000
Ovino	33,000	2.5	82,500
Caprino	31,000	5.5	170,500
Ave	1,766,000	0.5	883,000
<b>TOTAL</b>	<b>2,106,000</b>	–	<b>15,568,000</b>

*Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2019).*

3) Conociendo el total de producción ganadera para la localidad (3,265 cabezas de ganado bovino), se multiplicó por el mismo factor de consumo de agua para el ganado bovino de la **Tabla 47**, obteniendo un valor representativo de 179,575.

4) Se llevó a cabo la siguiente operación para conocer el porcentaje de uso de agua que corresponde al subsector ganadero para la localidad, donde el 100% es el valor representativo estatal de la **Tabla 47**.

$$\text{Porcentaje subsector ganadero La Joya: } \frac{179,575}{15,568,000} \times 100\% = \mathbf{1.15\%}$$

5) Se llevó a cabo la siguiente operación para conocer la cantidad de agua a la que corresponde este porcentaje:

$$\text{Subsector ganadero La Joya: } \frac{3,465,084 \text{ m}^3/\text{año} \times 1.15\%}{100\%} = \mathbf{39,848 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Como resultado, la oferta de agua para el subsector ganadero en la localidad La Joya es de 39,848 m<sup>3</sup>/año.

En conclusión, para el sector agropecuario la oferta total de agua es de 25,504,044 m<sup>3</sup>/año, que se obtiene sumando los resultados de sus dos subsectores.

- **Sector Industrial**

Para esta localidad, de la segmentación demográfica resultaron 3 subsectores potenciales: servicio turístico-hoteler, industria constructora e industria maquiladora; donde el primero pertenece al subsector 'Servicios' y los otros dos al 'Industrial'.

Los datos estatales que se tienen indican que a todo el sector le fue concesionado 263,787,572 m<sup>3</sup>/año, y a los subsectores industrial y servicios se les concesionaron 253,171,148 m<sup>3</sup>/año y 10,616,424 m<sup>3</sup>/año respectivamente (**Tabla 44**).

Por otro lado, se estimó que al sector industrial del municipio de Ensenada le corresponden 18,483,214 m<sup>3</sup>/año de volumen concesionado, que equivale al 7.01% estatal (**Tabla 46**).

Por lo tanto, se puede realizar la estimación de la cantidad de agua que corresponde a cada subsector a nivel municipal a través de calcular el porcentaje que representa cada subsector para su sector, a nivel estatal.

$$\text{Porcentaje subsector industrial BC: } \frac{253,171,148 \text{ m}^3/\text{año}}{263,787,572 \text{ m}^3/\text{año}} \times 100\% = \mathbf{95.98\%}$$

$$\text{Porcentaje subsector servicios BC: } \frac{10,616,424 \text{ m}^3/\text{año}}{263,787,572 \text{ m}^3/\text{año}} \times 100\% = \mathbf{4.02\%}$$

$$\text{Subsector industrial Ensenada: } \frac{18,483,214 \text{ m}^3/\text{año} \times 95.98\%}{100\%} = \mathbf{17,740,189 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Subsector servicios Ensenada: } \frac{18,483,214 \text{ m}^3/\text{año} \times 4.02\%}{100\%} = \mathbf{743,025 \text{ m}^3/\text{año}}$$

El resultado a nivel municipal es que se tiene una oferta de agua de 17,740,189 m<sup>3</sup>/año para el subsector industrial y 743,025 m<sup>3</sup>/año para el subsector servicios.

Para hacer el cálculo a nivel local (La Joya-Ensenada-Maneadero), se consultó el DENU para conocer la cantidad de empresas que representa cada subsector a nivel municipal y localidad. Se determinará el porcentaje de representación local del total municipal, para después, transformar esos porcentajes a cantidad de agua.

En el subsector industrial se consideraron las siguientes categorías: minería, construcción y manufactureras. Se obtuvo que en el municipio de Ensenada existen 1,467 empresas de estos giros y en la localidad La Joya existen 1,276 empresas, lo que corresponde al 86.98%.

En el caso del subsector servicios se consideraron las categorías: educativos, de salud, de esparcimiento cultural/deportivo y de alojamiento temporal/preparación de alimentos. El total municipal es de 4,155 empresas y el total local es de 3,630 empresas; entonces el porcentaje para la localidad es de 87.36%.

Traduciendo estos porcentajes a la cantidad de agua que corresponde para La Joya, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

$$\text{Subsector industrial La Joya: } \frac{17,740,189 \text{ m}^3/\text{año} \times 86.98\%}{100\%} = 15,430,416 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Subsector servicios La Joya: } \frac{743,025 \text{ m}^3/\text{año} \times 87.36\%}{100\%} = 649,107 \text{ m}^3/\text{año}$$

El total de agua para el sector industrial es de 16,079,523 m<sup>3</sup>/año. Ahora, se realizarán los cálculos para los tres subsectores potenciales de La Joya mencionados en la **Tabla 41**.

- **Servicio Turístico: Hotelero**

Se obtuvo que al subsector de servicios de La Joya le corresponden 649,106.81 m<sup>3</sup>/año que atiende a 3,630 empresas. Adicionalmente, a través de la segmentación demográfica se obtuvo que en La Joya hay 95 empresas del giro hotelero (**Tabla 34**), y que 14 de estas empresas son de interés para el sistema DMG.

Con estos datos, se podría estimar que la cantidad de agua para las 95 empresas de este subsector es la siguiente:

$$\text{Subsector servicio turístico, hotelero: } \frac{649,107 \text{ m}^3/\text{año} \times 95}{3,630} = 16,988 \text{ m}^3/\text{año}$$

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que cada una de las 3,630 empresas requiere una cantidad de agua distinta y el resultado anterior contempla que cada empresa recibe el mismo volumen.

Por este motivo, se tomó la decisión de considerar el tamaño de empresa (por número de empleados) como factor, y se llevó a cabo el siguiente proceso:

1) Se descargó el documento del DENUÉ que contiene la información de cada una de las 3,630 empresas de servicios. A través de él, se obtuvo la cantidad de empresas que pertenecen a cada tamaño, como se muestran en las columnas 1 y 4 de la **Tabla 48**.

2) Se obtuvo el número promedio de empleados para cada caso (columna 2, **Tabla 48**).

3) Tomando en cuenta que las empresas más pequeñas requieren menos agua, y que entre más grande la empresa aumenta la cantidad de agua obtenida, se asignó un número representativo a cada tamaño de empresa basándose en el valor de la empresa más pequeña como si ésta fuera la unidad (columna 3, **Tabla 48**). Es decir, si la empresa más chica tiene un número promedio de empleados de 2.5 se le asigna el factor 1 (la unidad), y para el siguiente caso de 8 empleados, se busca encontrar cuántas unidades representa este valor dividiendo 8 entre 2.5, que nos da 3.2. Y así sucesivamente, se encontraron los valores del 'Factor representativo'.

4) Después, se obtuvo el 'Valor representativo' (columna 5, **Tabla 48**) que estandariza el valor de consumo de agua por tamaño de empresa. Se obtuvo a partir de multiplicar el factor representativo por el total de empresas.

5) En la penúltima columna de la **Tabla 48**, se calculó el porcentaje de uso de agua que representa cada tamaño de empresa, comparándolo con el total de agua de todo el subsector servicios (649,106.81 m<sup>3</sup>/año). Y en la última columna y se obtuvo la cantidad de agua que corresponde a cada tamaño de empresa con una operación de proporcionalidad directa, por ejemplo: 20.65% × 649,107 m<sup>3</sup>/año ÷ 100% = 134,020 m<sup>3</sup>/año.

**Tabla 48.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios La Joya.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	2,588	2,588	20.65%	134,020
6-10	8	3.2	496	1,587	12.66%	82,193
11-30	20.5	8.2	395	3239	25.84%	167,732
31-50	40.5	16.2	78	1,2634	10.08%	65,436
51-100	75.5	30.2	40	1,208	9.64%	62,557
101-250	175.5	70.2	22	1,544	12.32%	79,977
251+	251	100.4	11	1,104	8.81%	57,192
<b>TOTAL</b>			<b>3,630</b>	<b>12,5345</b>	<b>100%</b>	<b>649,107</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Una vez obtenidos los valores de la **Tabla 48**, se pueden realizar los cálculos correspondientes a los 95 hoteles de la localidad, y obtener los resultados para los 14 hoteles de interés.

6) Con los datos de la **Tabla 34**, se pueden obtener los valores de la cuarta columna de la **Tabla 49** que corresponden al total de hoteles pertenecientes a cada tamaño de empresa.

7) El 'Valor representativo' y el '% uso de agua' de la **Tabla 49** se calcula de la misma manera que en la **Tabla 48**, como se indica en los pasos 4 y 5.

8) Para obtener la 'Cantidad de agua [m<sup>3</sup>/año]' de la última columna de la **Tabla 49**, se realiza un procedimiento diferente al del paso 5 de la tabla anterior. En este caso no se sabe la cantidad total de agua para el subsector, por lo tanto, se utilizaron los valores de la **Tabla 48** que representan el total de agua para cada tamaño de empresa. Por ejemplo, para el caso de las 28 empresas con un tamaño de 0-5 empleados, se obtuvo en la **Tabla 48** que 2,588 empresas representan 134,020.11 m<sup>3</sup>/año, entonces se realiza una operación de proporcionalidad directa ( $28 \times 134,020 \text{ m}^3/\text{año} \div 2,588$ ) y se obtiene que la cantidad de agua es de 1,449.99 m<sup>3</sup>/año (**Tabla 49**).

**Tabla 49.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hotelerero La Joya, para los 95 hoteles totales.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	28	28	2.94%	1,450
6-10	8	3.2	24	76.8	8.07%	3,977
11-30	20.5	8.2	29	237.8	24.99%	12,315
31-50	40.5	16.2	6	97.2	10.21%	5,034
51-100	75.5	30.2	2	60.4	6.35%	3,128
101-250	175.5	70.2	5	351	36.89%	18,177
251+	251	100.4	1	100.4	10.55%	5,199
<b>TOTAL</b>			<b>95</b>	<b>951.6</b>	<b>100%</b>	<b>49,279</b>

Nota: En el recuadro rojo se resalta la información para los 14 hoteles de interés.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

9) Finalmente, con el propósito de obtener la cantidad de agua que corresponde a los 14 hoteles de interés, se suman los valores de la última columna desde las empresas con 31 empleados en adelante. Se obtiene como resultado 31,537 m<sup>3</sup>/año.

Entonces, como resultado de la estimación, para el giro hotelero en La Joya se tendría una oferta de agua de 49,279 m<sup>3</sup>/año, y para los 14 hoteles de interés la oferta de agua es de 31,537 m<sup>3</sup>/año.

○ **Industria Constructora**

En el caso de este subsector, no se realizará un análisis de oferta debido al tipo de estrategia comercial que se planteó en el apartado de *Segmentación Demográfica*. Como se mencionó anteriormente, este subsector se diferencia de los otros en que la venta del sistema DMG se dirige a las empresas encargadas de la instalación del suministro de agua y no al consumidor final del agua. Y, en consecuencia, la estrategia comercial para este caso se enfocará en generar una alianza con las empresas constructoras de edificaciones residenciales o no residenciales, para ser considerados como el proveedor del sistema potabilizador de agua en proyectos que ellos generen.

○ **Industria Maquiladora**

De los cálculos generales del sector industrial, se obtuvo la estimación de que el subsector industrial de La Joya tiene un volumen concesionado de agua de 15,430,416.22 m<sup>3</sup>/año para 1,276 empresas. Además, en el análisis de la segmentación demográfica para este subsector se concluyó que, de todas las empresas manufactureras, se enfocaría en el giro de *Fabricación de prendas de vestir*, el cual se conforma por 41 empresas en la localidad.

Para obtener los valores de oferta de agua para este caso, se volverá a tomar la consideración de que cada empresa requiere una cantidad de agua distinta, y llevará a cabo el mismo proceso que en el subsector servicios turístico-hotelero.

De la ejecución del proceso se generó la **Tabla 50**, la cual muestra la cantidad de agua que corresponde a cada tamaño de empresa de las 1,276 empresas del subsector industria.

**Tabla 50.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector industria La Joya.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	894	894	11.66%	1,798,445
6-10	8	3.2	124	396.8	5.17%	798,236
11-30	20.5	8.2	140	1148	14.97%	2,309,413
31-50	40.5	16.2	44	712.8	9.29%	1,433,928
51-100	75.5	30.2	32	966.4	12.60%	1,944,091
101-250	175.5	70.2	22	1,544.4	20.13%	3,106,844
251+	251	100.4	20	2,008	26.18%	4,039,460
<b>TOTAL</b>			<b>1,276</b>	<b>7,670.4</b>	<b>100.00%</b>	<b>15,430,416</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Con los datos de la tabla anterior, se realizaron los cálculos para determinar la cantidad de agua correspondiente a las 41 empresas de interés del subsector industria maquiladora, que son empresas de tamaño mayor a 30 empleados, y se obtuvo la **Tabla 51**.

**Tabla 51.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector industria maquiladora La Joya, para las 41 empresas de fabricación de prendas de vestir.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
31-50	40.5	16.2	17	275.4	17.64%	554,018
51-100	75.5	30.2	13	392.6	25.15%	789,787
101-250	175.5	70.2	7	491.4	31.48%	988,541
251+	251	100.4	4	401.6	25.73%	807,892
<b>TOTAL</b>			<b>41</b>	<b>1,561</b>	<b>100%</b>	<b>3,140,238</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Como resultado del subsector industria de La Joya, se estima una oferta total de 15,430,416 m<sup>3</sup>/año, y una oferta de 3,140,238 m<sup>3</sup>/año para las 41 empresas pertenecientes al giro *Fabricación de prendas de vestir* del subsector industria maquiladora.

- **Resultados La Joya:**

En la **Tabla 52**, se muestra el resumen de los resultados del análisis de la oferta de los sectores y subsectores potenciales para la localidad de interés La Joya.

**Tabla 52.** Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de La Joya.

Sector potencial	Oferta de agua [m <sup>3</sup> /año]	Subsector potencial	Oferta de agua [m <sup>3</sup> /año]
Público	50,758,588	Doméstico	50,615
Agropecuario	25,504,044	Agrícola	25,464,195
		Ganadero	39,848
Industrial	16,079,523	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	31,537
		Industria maquiladora (41 fábricas)	3,140,238
<b>TOTAL</b>	<b>92,342,155</b>	<b>TOTAL</b>	<b>28,726,434</b>

Nota: En el caso de los subsectores servicio turístico-hotelero e industria maquiladora, los 14 hoteles y las 41 fábricas pertenecen a las empresas con más de 30 empleados. Además, en el segundo caso, se refiere solamente a las fábricas del giro 'Fabricación de prendas de vestir'.

Fuente: Elaboración propia.

## San Felipe

En la localidad de San Felipe se tienen dos sectores-subsectores potenciales: público (doméstico) e industrial (servicio turístico-hotelero); como se mostró en la **Tabla 41**. Para realizar la estimación de oferta de agua, se repetirán las metodologías diseñadas para cada caso en la localidad anterior.

- **Sector Público – Doméstico**

La población del estado de BC es de 3,769,020 habitantes, y la población de la localidad San Felipe es de 17,143 habitantes, como se mencionó anteriormente. Por otra parte, la cantidad de agua concesionada para el estado de BC en el sector público es de 531,417,034 m<sup>3</sup>/año y para el subsector doméstico es de 529,912 m<sup>3</sup>/año (**Tabla 44**).



Con los datos anteriores, se puede calcular la cantidad de agua correspondiente al sector y subsector potenciales a través de las siguientes operaciones de proporcionalidad directa:

$$\text{Sector público San Felipe: } \frac{17,143 \text{ hab} \times 531,417,034 \text{ m}^3/\text{año}}{3,769,020 \text{ hab}} = \mathbf{2,417,096 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Subsector doméstico San Felipe: } \frac{17,143 \text{ hab} \times 529,912 \text{ m}^3/\text{año}}{3,769,020 \text{ hab}} = \mathbf{2,410 \text{ m}^3/\text{año}}$$

El resultado nos indica que la oferta de agua para el sector público en San Felipe es de 2,417,096 m<sup>3</sup>/año, y del subsector doméstico es de 2,410 m<sup>3</sup>/año.

Sin embargo, en la 'Parte 1' del análisis de la oferta se analizaron las potabilizadoras públicas de cada localidad, y se observó que para esta localidad no se cuenta con ninguna. Por lo mismo, se concluyó que la cantidad de agua que oferta el Estado a San Felipe es de 0 l/día (cero litros por día).

Entonces, se agrega al resultado anterior que la oferta de agua para este sector y subsector en San Felipe se lleva a cabo en su totalidad por empresas privadas.

- **Sector Industrial**

De la segmentación demográfica únicamente resultó 1 subsector potencial para esta localidad: servicio turístico-hotelero. Los datos estatales (**Tabla 44**) indicaron que al sector se le concesionó 263,787,572 m<sup>3</sup>/año, al subsector industrial 253,171,148 m<sup>3</sup>/año y al subsector servicios 10,616,424 m<sup>3</sup>/año.

Basándose en la metodología realizada para la localidad La Joya, se consultó en el DENUJ la cantidad de empresas que pertenecen al sector a nivel estatal y a nivel local.

Para el subsector industrial se obtuvo que en BC existe un total de 9,660 empresas y en San Felipe hay 59 empresas, que corresponde al 0.61%. Y para el subsector servicios se obtuvo que en BC hay 28,170 empresas y en San Felipe existen 268 empresas, esto corresponde al 0.95% del total estatal.

Traduciendo estos datos a la cantidad de agua que corresponde a San Felipe, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

$$\text{Subsector industrial San Felipe: } \frac{253,171,148 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.61\%}{100\%} = \mathbf{1,544,344 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Subsector servicios San Felipe: } \frac{10,616,424 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.95\%}{100\%} = \mathbf{100,856 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Sector industrial San Felipe: } 1,544,344 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} + 100,856 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} = \mathbf{1,645,200 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Entonces, los resultados nos indican que para la localidad de San Felipe se estima una cantidad de 1,544,344 m<sup>3</sup>/año para el subsector industrial, 100,856 m<sup>3</sup>/año para el subsector servicios, y el total de agua para el sector industrial de la localidad es de 1,645,200 m<sup>3</sup>/año.

- **Servicio Turístico: Hotelero**

A través de la segmentación demográfica se obtuvo que en San Felipe hay 57 *Servicios de alojamiento temporal* y que únicamente 3 de ellos son hoteles de interés para el sistema DMG, debido a que cuentan con un número de empleados mayor a 30 personas (**Tabla 38**).

Siguiendo la metodología para este subsector de la localidad anterior, se obtuvieron los datos de las 268 empresas de servicios de San Felipe, a las cuales les corresponden 100,856.03 m<sup>3</sup>/año de agua. Se clasificaron por su tamaño como se muestra en la **Tabla 53**, y se repitieron los pasos 2-5 para obtener los demás datos de la tabla (estos pasos están explicados en el desarrollo del análisis de oferta del subsector servicio turístico-hotelero de la localidad La Joya).

**Tabla 53.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios San Felipe.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	195	195	28.28%	28,519
6-10	8	3.2	38	121.6	17.63%	17,784
11-30	20.5	8.2	26	213.2	30.92%	31,181
31-50	40.5	16.2	8	129.6	18.79%	18,954
51-100	75.5	30.2	1	30.2	4.38%	4,417
<b>TOTAL</b>			<b>268</b>	<b>689.6</b>	<b>100%</b>	<b>100,856</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Con los datos de la tabla anterior, se realizaron los cálculos correspondientes a las 57 empresas de giro hotelero y se obtuvieron los resultados para los 3 hoteles de interés, como se muestra en la **Tabla 54**. Para esto, se siguieron los pasos 6-8.

**Tabla 54.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hotelero San Felipe, para los 57 hoteles totales.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	35	35	19.51%	5,119
6-10	8	3.2	12	38.4	21.40%	5,616
11-30	20.5	8.2	7	57.4	32.00%	8,395
31-50	40.5	16.2	3	48.6	27.09%	7,108
<b>TOTAL</b>			<b>57</b>	<b>179.4</b>	<b>100%</b>	<b>26,238</b>

Nota: En el recuadro rojo se resalta la información para los 3 hoteles de interés.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Como resultado de la estimación, se obtuvo que la cantidad de agua que corresponde a los 3 hoteles de interés de San Felipe es de 7,108 m<sup>3</sup>/año.

- **Resultados San Felipe:**

En la siguiente tabla (**Tabla 55**) se muestran los resultados del análisis de la oferta de los sectores y subsectores potenciales de la localidad de interés San Felipe.

**Tabla 55.** Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de San Felipe.

Sector potencial	Oferta de agua [m <sup>3</sup> /año]	Subsector potencial	Oferta de agua [m <sup>3</sup> /año]
Público	2,417,096	Doméstico	2,410
Industrial	1,645,200	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	7,108
<b>TOTAL</b>	<b>4,062,296</b>	<b>TOTAL</b>	<b>9,518</b>

Nota: En el caso del subsector servicio turístico-hotelero los 3 hoteles pertenecen a las empresas con más de 30 empleados.

Fuente: *Elaboración propia.*

### Cabo San Lucas

Los sectores y subsectores potenciales de esta localidad son: público (doméstico) e industrial (servicio turístico-hotelero e industria constructora). En la **Tabla 41** del apartado *Resultados de la Segmentación Demográfica* se muestran los detalles de estos.

Así como en el caso anterior, se realizan las estimaciones de oferta de agua con las metodologías diseñadas en la primera localidad (La Joya). La diferencia de este caso con respecto a los dos anteriores, es que se utilizarán los datos correspondientes al estado de BCS que se muestran en la **Tabla 45**.

- **Sector Público – Doméstico:**

La **Tabla 45** nos indica que se concesionaron 65,441,307 m<sup>3</sup>/año al sector público de BCS, y 235,374 m<sup>3</sup>/año al subsector doméstico. Por otra parte, la población del estado es de 798,447 habitantes (INEGI, 2020a) y la población de Cabo San Lucas (CSL) es de 202,694 habitantes.

Con estos datos se calculó la oferta de agua a nivel local del sector y subsector potencial:

$$\text{Sector público CSL: } \frac{202,694 \text{ hab} \times 65,441,307 \text{ m}^3/\text{año}}{798,447 \text{ hab}} = \mathbf{16,612,950 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$\text{Subsector doméstico CSL: } \frac{202,694 \text{ hab} \times 235,374 \text{ m}^3/\text{año}}{798,447 \text{ hab}} = \mathbf{59,752 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Como resultado, la oferta de agua para el sector público de CSL es 16,612,950 m<sup>3</sup>/año, y para el subsector doméstico es de 59,752 m<sup>3</sup>/año.

- **Sector Industrial**

En el caso del sector industrial de CSL, se obtuvieron a través de la segmentación demográfica 2 subsectores potenciales: servicio turístico-hotelero e industria constructora. Los datos estatales (**Tabla 45**) indicaron que al sector se le concesionó 19,904,969 m<sup>3</sup>/año, al subsector industrial 5,522,023 m<sup>3</sup>/año y al subsector servicios 14,262,946 m<sup>3</sup>/año.

Se puede observar que, a diferencia del estado de BC, en BCS el subsector servicios tiene más representación que el subsector industrial, con 71.65% el de servicios y 27.74% el industrial. A diferencia del estado de BC, donde el subsector servicios representa el 4.02% y el industrial 95.98%.

Basándose nuevamente en la metodología realizada para la localidad La Joya, se consultó en el DENUe la cantidad de empresas que pertenecen al sector a nivel estatal (BCS) y a nivel local (CSL).

Para el subsector industrial se obtuvo a través del DENUe que en BCS existe un total de 3,282 empresas y en CSL hay 655 empresas, que corresponde al 19.96%. Y para el subsector servicios se obtuvo que en BCS hay 8,164 empresas y en CSL existen 1,790 empresas, esto corresponde al 21.93% del total estatal.

Traduciendo estos datos a la cantidad de agua que corresponde a la localidad CSL, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

$$\text{Subsector industrial CSL: } \frac{5,522,023 \text{ m}^3/\text{año} \times 19.96\%}{100\%} = 1,102,196 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Subsector servicios CSL: } \frac{14,262,946 \text{ m}^3/\text{año} \times 21.93\%}{100\%} = 3,127,864 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Sector industrial CSL: } 1,102,196 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} + 3,127,864 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} = 4,230,060 \text{ m}^3/\text{año}$$

Por lo tanto, el resultado es que se estima una cantidad de agua de 4,230,060 m<sup>3</sup>/año para el sector industrial de la localidad CSL, el cual se compone de 1,102,196 m<sup>3</sup>/año del subsector industrial y de 3,127,864 m<sup>3</sup>/año del subsector servicios.

- **Servicio Turístico: Hotelero**

Se obtuvo que al subsector servicios de CSL le corresponden 3,127,864 m<sup>3</sup>/año que recaen en 1,790 empresas. Además, a través de la segmentación demográfica se obtuvo que en la localidad CSL hay 119 establecimientos de *Servicios de alojamiento temporal*, de los cuales 50 son de interés (**Tabla 39**).

En este caso también se seguirán los pasos de la metodología de este subsector para la localidad de La Joya, donde se clasifican las empresas por tamaño para asignarles un valor representativo que ayude a estimar la cantidad de agua que utiliza cada tamaño de empresa. De los datos descargados del DENUe para las 1,790 empresas del subsector servicios, se obtuvo la información de las columnas 1 y 4 de la **Tabla 56**.

**Tabla 56.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios CSL.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m <sup>3</sup> /año]
0-5	2.5	1	1,143	1,143	10.38%	324,571
6-10	8	3.2	285	912	8.28%	258,975
11-30	20.5	8.2	221	1,812.2	16.45%	514,600
31-50	40.5	16.2	47	761.4	6.91%	216,210
51-100	75.5	30.2	34	1,026.8	9.32%	291,574
101-250	175.5	70.2	22	1,544.4	14.02%	438,554
251+	251	100.4	38	3,815.2	34.64%	1,083,380
<b>TOTAL</b>			<b>1,790</b>	<b>11,015</b>	<b>100%</b>	<b>3,127,864</b>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Para obtener los datos de las otras columnas de la **Tabla 56**, se repitieron los pasos 2-5 explicados en la localidad La Joya. Una vez completada la tabla anterior, se realizaron los cálculos correspondientes a los 119 hoteles de la localidad y los 50 establecimientos de interés siguiendo los pasos 6-8, y se obtuvieron los resultados de la **Tabla 57**.

**Tabla 57.** Análisis de la cantidad de agua para las empresas del subsector servicios turístico-hoteleros CSL, para los 119 hoteles totales.

Tamaño [número de empleados]	Promedio de empleados	Factor representativo: promedio ÷ 2.5	Total de empresas	Valor representativo: empresas x factor	% uso de agua	Cantidad de agua [m³/año]
0-5	2.5	1	30	30	0.68%	8,519
6-10	8	3.2	24	76.8	1.73%	21,808
11-30	20.5	8.2	15	123	2.78%	34,928
31-50	40.5	16.2	4	64.8	1.46%	18,401
51-100	75.5	30.2	3	90.6	2.04%	25,727
101-250	175.5	70.2	9	631.8	14.26%	179,408
251+	251	100.4	34	3,413.6	77.05%	969,340
<b>TOTAL</b>			<b>119</b>	<b>4,430.6</b>	<b>100%</b>	<b>1,258,131</b>

Nota: En el recuadro rojo se resalta la información para los 50 hoteles de interés.

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2023).

Como resultado, se estima que la cantidad de agua que se oferta a los 50 hoteles de interés en CSL es de 1,192,876 m³/año.

- **Industria Constructora**

Al igual que en el caso de este subsector para la localidad La Joya, no se realizará su análisis de oferta debido al tipo de estrategia comercial que se plantea para este caso. En la cual se enfocará en la generación de una alianza con las empresas constructoras de la localidad, que para CSL son 68 empresas, donde se presentará la DMG como el proveedor del sistema potabilizador de agua para proyectos que generen las mismas.

- **Resultados Cabo San Lucas:**

Los resultados del análisis de la oferta de la localidad Cabo San Lucas se presentan a continuación, en la **Tabla 58**. En ella se muestra el resumen de los resultados para cada sector y subsector potencial de esta localidad de interés.

**Tabla 58.** Oferta de agua total de los sectores y subsectores potenciales de CSL.

Sector potencial	Oferta de agua [m³/año]	Subsector potencial	Oferta de agua [m³/año]
Público	16,612,950	Doméstico	59,752.
Industrial	4,230,060	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	1,192,876
<b>TOTAL</b>	<b>20,843,010</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1,252,628</b>

Nota: En el caso del subsector servicio turístico-hoteleros los 50 hoteles pertenecen a las empresas con más de 30 empleados.

Fuente: Elaboración propia.

➤ RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA OFERTA

Como se mencionó al inicio del apartado 5.2.1 *Análisis de la oferta*, en esta sección se pretende analizar la cantidad de agua disponible (oferta) para las tres localidades de interés (mercado). Para lograr lo establecido, se realizó el análisis en dos partes, donde la primera parte observó la cantidad de oferta suministrada por parte del Estado, y en la segunda parte se estimó la oferta de los sectores y subsectores potenciales para cada localidad de interés.

Los resultados de las estimaciones de la oferta de agua para las tres localidades se presentan en la **Tabla 59**, donde se expone tanto la oferta anual en m<sup>3</sup>/año como la oferta diaria en l/día para cada sector y subsector potencial.

**Tabla 59.** Resumen de los resultados del análisis de la oferta.

Sector potencial	Oferta anual [m <sup>3</sup> /año]	Oferta diaria [l/día]	Subsector potencial	Oferta anual [m <sup>3</sup> /año]	Oferta diaria [l/día]
<b>La Joya (Ensenada, BC)</b>					
Agropecuario	25,504,044	69,874,093	Agrícola	25,464,195	69,764,919
			Ganadero	39,848	109,174
Público	50,758,588	139,064,624	Doméstico	50,615	138,671
Industrial	16,079,523	44,053,488	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	31,537	86,403
			Industria maquiladora (41 fábricas)	3,140,238	8,603,391
<b>TOTAL</b>	<b>92,342,155</b>	<b>252,992,204</b>	<b>TOTAL</b>	<b>28,726,434</b>	<b>78,702,558</b>
<b>San Felipe (San Felipe, BC)</b>					
Público	2,417,096	6,622,180	Doméstico	2,410	6,603
Industrial	1,645,200	4,507,397	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	7,108	19,4734
<b>TOTAL</b>	<b>4,062,296</b>	<b>11,129,577</b>	<b>TOTAL</b>	<b>9,518</b>	<b>26,077</b>
<b>Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS)</b>					
Público	16,612,950	45,514,932	Doméstico	59,752	163,704
Industrial	4,230,060	11,589,205	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	1,192,876	3,268,154
<b>TOTAL</b>	<b>20,843,010</b>	<b>57,104,137</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1,252,628</b>	<b>3,431,858</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

Los datos numéricos presentados en la tabla anterior serán comparados con los datos que se obtengan a partir del análisis de la demanda. Esta comparación se llevará a cabo en el apartado 5.2.3 *Resultados del Análisis de la Oferta y la Demanda* que concluye el capítulo.

A través del análisis conjunto de los datos numéricos de la oferta y la demanda se podrá comprender mejor la situación actual de los recursos hídricos de la PBC y proporcionará un punto de referencia para definir las áreas de oportunidad que se presentan para la DMG.

Por otra parte, también se tiene como resultado del análisis de la oferta una comparación de la oferta diaria estimada para cada sector potencial, con la oferta diaria que es suministrada por parte del Estado (**Tabla 60**).

**Tabla 60.** Comparación de oferta diaria total y oferta diaria por parte del sector público.

Sector potencial	Oferta diaria total [l/día]	Oferta diaria sector público [l/día]	Porcentaje oferta sector público
<b>La Joya (Ensenada, BC)</b>			
Agropecuario	69,874,093	14,948,550	21.39%
Público	139,064,624	2,813,075	2.02%
Industrial	44,053,488	459,867	1.04%
<b>TOTAL (Σ)</b>	<b>252,992,204</b>	<b>18,221,492</b>	<b>7.20%</b>
<b>San Felipe (San Felipe, BC)</b>			
Público	6,622,180	0	0%
Industrial	4,507,397	0	0%
<b>TOTAL (Σ)</b>	<b>11,129,577</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS)</b>			
Público	45,514,932	2,371,680	5.21%
Industrial	11,589,205	528,768	4.56%
<b>TOTAL (Σ)</b>	<b>57,104,137</b>	<b>2,900,448</b>	<b>5.08%</b>

Nota: 'Σ' es 'Sumatoria', y se refiere a que el total se compone de la suma de las filas anteriores.

Fuente: *Elaboración propia.*

La tabla anterior muestra la cantidad de oferta que es proporcionada por las potabilizadoras públicas, las cuales se analizaron en la primera parte de este apartado. Además, se muestra el porcentaje que corresponde a la oferta desde el sector público (el Estado), entendiendo que la cantidad restante debe ser cubierta por parte del sector privado.

En el caso de La Joya, se puede observar que el sector agropecuario es quien más recibe agua por parte del Estado; pero también se puede notar que aún queda un gran porcentaje (casi 80%) que debe ser cubierto por las empresas privadas y sus potabilizadoras.

También se puede observar que en San Felipe no hay potabilizadoras públicas que cubran la oferta de agua de la zona.

Además, retomando los resultados de la **Tabla 43** en donde se muestran el caudal potabilizado y la capacidad instalada de cada planta, mostraba que CSL es donde más proyectos de nuevas instalaciones administradas por el gobierno hay para 2030. Pero, aun así, a pesar de aumentar la capacidad casi cuatro veces, se seguiría cubriendo un bajo porcentaje de la oferta total de la localidad.

Todos estos resultados presentan parámetros importantes para seguir comprendiendo la situación hídrica en las tres localidades de interés, y de los mercados potenciales que se definieron para cada una.

En la siguiente sección se realizará el análisis de la demanda de agua de las localidades de interés, y finalmente se concluirá el capítulo 5.2 con la comparación de ambos análisis.

### 5.2.2 Análisis de la Demanda

La demanda se refiere a la “cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado” (Baca, 2013). Además, ésta brinda información sobre los intereses, las necesidades y las tendencias del mercado.

En otras palabras, demandar significa la disposición de comprar (una intención), y comprar constituye la adquisición del bien o servicio (una acción).

Así mismo, la demanda “es uno de los principales factores utilizados por las empresas, para fijar los precios de sus productos. Así, precio y demanda están estrechamente relacionados: a menor precio, mayor demanda y viceversa” (Arboleda, 2021).

El objetivo principal del análisis de la demanda es “determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos del mercado respecto a un bien o servicio, así como establecer la posibilidad de participación del producto del proyecto en la satisfacción de dicha demanda” (Baca, 2013).

Para determinar la demanda, se suele utilizar la investigación estadística o la investigación de campo como herramientas. En este caso, para obtener la demanda de agua para cada subsector potencial, se realizará una investigación cuantitativa<sup>11</sup> utilizando los datos obtenidos en la segmentación demográfica, realizando una revisión bibliográfica con el propósito de completar datos faltantes y aplicando fórmulas matemáticas para determinar los valores numéricos necesarios.

A continuación, se desarrollan las diferentes metodologías para estimar la demanda de agua por sector y subsector potencial de cada localidad de interés.

#### LA JOYA

Para La Joya-Ensenada-Maneadero se obtuvieron 3 sectores potenciales, pero para el caso del análisis de la demanda, nos conciernen los 6 subsectores potenciales: doméstico, agrícola, ganadero, turístico, industria constructora e industria maquiladora. Esto es debido a que el manejo de datos de todo el sector no es relevante para todos los casos, sino que nos interesa atender al mercado potencial definido para cada localidad (**Tabla 41**).

- **Sector Público – Doméstico**

A través de la segmentación demográfica, para el subsector doméstico se obtuvo que: con una población aproximada para la localidad de 360,000 habitantes y un consumo de agua promedio de 205 l/día/hab (**Tabla 21**), la localidad tiene una demanda de agua total de 73,800,000 l/día por parte del sector público-doméstico, que equivale a 26,937,000 m<sup>3</sup>/año.

- **Sector Agropecuario**

Para el sector agropecuario se tienen dos subsectores potenciales, el agrícola y el ganadero. En seguida se analiza cada uno de ellos.

---

<sup>11</sup> La investigación cuantitativa consiste en abordar el análisis a través de obtener y evaluar datos ya existentes y que provienen de diferentes fuentes, y utiliza un enfoque estadístico y/o matemático (Muguirra, 2023 & Universidad Veracruzana, s.f.).



- **Agrícola**

A través de la segmentación demográfica se obtuvo que esta localidad representa el 6.13% de la superficie agrícola del municipio. Con este porcentaje se pudieron determinar las cantidades de producción agrícola para la localidad, las cuáles se muestran completas en el **Anexo 3**.

El objetivo de este análisis de demanda es determinar la cantidad de agua que utiliza la producción agrícola de la localidad. Para ello, se consultó el reporte *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*<sup>12</sup> publicado por la UNESCO (Mekonnen y Hoekstra, 2010). Este reporte indica la huella hídrica de cada cultivo y señala el volumen de agua utilizado por cada producto.

En el **Anexo 5** se muestran los datos de todos los cultivos de la localidad, su respectivo consumo de agua y el total de consumo de agua anual ( $m^3/año$ ) y diario ( $l/día$ ), y como resultado se tiene que la demanda total de agua es de 121,286,147  $m^3/año$ , o de 332,290,815  $l/día$  para toda la localidad.

Por otra parte, recordando que en la segmentación demográfica se determinaron los tres cultivos más relevantes de la zona (**Tabla 32**), también se analizará la demanda particular de estos tres cultivos.

1. Fresa

La cantidad de agua que consume es de 347  $m^3/ton$  (**Anexo 5**). Para una producción anual de 5,616.79 ton (**Tabla 32**), se tendría la siguiente expresión

$$347 m^3/ton \times 5,616.79 ton = 1,949,026 m^3/año$$

Y para convertirlo en litros diarios, sería

$$\frac{1,949,026 m^3/año \times 1,000 l/m^3}{365 días} = 5,339,797 l/día$$

2. Frambuesa

La cantidad de agua que consume es de 413  $m^3/ton$  (**Anexo 5**). Para una producción anual de 986.25 ton (**Tabla 32**), se tendría la siguiente expresión

$$413 m^3/ton \times 986.25 ton = 407,321 m^3/año$$

Y para convertirlo en litros diarios, sería

$$\frac{407,321 m^3/año \times 1,000 l/m^3}{365 días} = 1,115,949 l/día$$

3. Jitomate

La cantidad de agua que consume es de 214  $m^3/ton$  (**Anexo 5**). Para una producción anual de 3,761.15 ton (**Tabla 32**), se tendría la siguiente expresión

$$214 m^3/ton \times 3,761.15 ton = 804,886 m^3/año$$

---

<sup>12</sup> Traducción: La huella hídrica verde, azul y gris de los cultivos y sus productos derivados.

Y para convertirlo en litros diarios, sería

$$\frac{804,88 \text{ m}^3/\text{año} \times 1,000 \text{ l/m}^3}{365 \text{ días}} = 2,205,167 \text{ l/día}$$

Entonces, el total de demanda de agua para los tres cultivos más relevantes de la localidad es de 3,161,233 m<sup>3</sup>/año o de 8,660,913 l/día.

- **Ganadero**

Para este caso, en la segmentación demográfica se obtuvo que en Maneadero se produce principalmente ganado bovino lechero con 2,711 cabezas que produjeron 31,138 l/día.

Una vaca lechera puede consumir entre 38 y 100 litros diarios (Duarte, s.f.), que en promedio son 72 l/día. Esto equivaldría a una demanda total de 200,614 l/día o de 73,224 m<sup>3</sup>/año.

- **Sector Industrial**

Para el sector industrial se tienen tres subsectores potenciales:

- **Servicio Turístico: Hotelero**

Este subsector se enfocó a la industria hotelera, y en la segmentación demográfica se obtuvo que hay 14 establecimientos con un consumo de agua relevante para la DMG, la cual tiene una capacidad de 40,000 litros diarios.

Para conocer la demanda total de agua de los 14 hoteles, se revisó la página web de cada uno para conocer dos aspectos: el número de habitaciones y si cuentan con servicio de alberca o no. Una vez obtenidos estos datos, se consultó el porcentaje de ocupación hotelera promedio en el estado de Baja California, el cual registró una ocupación de 47.82% para el cierre de 2021 (CEIEG, 2022).

Después, se consultó el consumo de agua en los hoteles, el cual puede variar entre 200 y 500 litros por cliente al día, dependiendo de su categoría y tipología (Lozano, 2013). Entonces, se estableció que los hoteles que no cuentan con servicio de alberca tienen un consumo promedio de 250 litros y que los que sí cuentan con alberca su consumo promedio es de 400 litros.

Para el cálculo de la 'Demanda de agua [l/día]' en cada hotel, se multiplicó el número de cuartos ocupados a un porcentaje del 47.82% por el consumo de agua promedio (250 sin alberca o 400 con alberca), y también se multiplicó por 2 clientes (el número promedio de ocupantes por cuarto).

Además, para conocer la relevancia del proyecto de la DMG para cada uno de estos hoteles, se comparó su demanda diaria de agua con la capacidad del proyecto (40,000 l/día), y se calculó el porcentaje de uso que se le daría a la DMG en cada caso. Por ejemplo, el hotel Best Western Hotel El Cid tiene un consumo de 21,423 l/día, que es un poco más de la mitad de la capacidad de la DMG, entonces su porcentaje de uso es del 54% y no sería una inversión relevante. En cambio, para el hotel Torre Lucerna Hotel Ensenada cuyo porcentaje de uso de la DMG sería un 154%, el proyecto representa una gran oportunidad y sí sería relevante invertir en él.

Finalmente, se llegó al resultado de que la demanda de estos 14 hoteles de interés es de 509,809 l/día o de 186,080 m<sup>3</sup>/año. Todos los resultados se muestran en la **Tabla 61**.

**Tabla 61.** Demanda de agua de los 14 hoteles de interés de La Joya.

Nombre del establecimiento	Tamaño del hotel [personas]	Servicio de alberca	No. aprox. de cuartos	Porcentaje ocupación 47.82%	Demanda de agua [l/día]	Porcentaje uso DMG
Best Western Hotel El Cid	31 a 50	Sí	56	27	21,423	54%
Hotel Bahía	31 a 50	Sí	63	30	24,101	60%
Hotel Coral Y Marina	251 y más	Sí	147	70	56,236	141%
Hotel Corona	101 a 250	Sí	104	50	39,786	99%
Hotel Cortez	101 a 250	Sí	122	58	46,672	117%
Hotel Dubai	31 a 50	No	57	27	13,629	34%
Hotel Estero Beach	31 a 50	Sí	124	59	47,437	119%
Hotel Marea Vista	51 a 100	Sí	22	11	8,416	21%
Hotel Paraíso Las Palmas	51 a 100	Sí	120	57	45,907	115%
Hotel Punta Morro Resort	101 a 250	Sí	78	37	29,840	75%
Hotel Villamarina	31 a 50	Sí	120	57	45,907	115%
Posada El Rey Sol	31 a 50	Sí	42	20	16,068	40%
San Nicolas Hotel	101 a 250	Sí	138	66	52,793	132%
Torre Lucerna Hotel Ensenada	101 a 250	Sí	161	77	61,592	154%
<b>TOTAL – Demanda de agua hoteles Ensenada</b>					<b>509,809 l/día</b>	

Fuente: Elaboración propia con información de las páginas web de los hoteles, CEIEG (2022), INEGI (2023) & Lozano (2013).

En el caso de este subsector, se realizó un análisis más detallado de los clientes potenciales, pues así se puede observar a qué establecimientos se pueden dirigir las estrategias comerciales de la DMG y a cuáles no les sería atractivo o relevante el proyecto.

#### ○ **Industria Constructora**

Para esta industria se identificó que existen 76 empresas dedicadas a la edificación en la localidad. En este caso, no se puede realizar un análisis de demanda del subsector porque más bien se pretende identificar los proyectos de construcción que requerirán una capacidad de 40,000 l/día de agua. Se buscará generar una alianza con las empresas constructoras para vender la DMG como fuente de suministro de agua en sus próximos proyectos.

Entonces, a pesar de no poder realizar un análisis cuantitativo, se reconoce que la relevancia de este subsector reside en la posibilidad de generar una alianza comercial con empresas de edificación residencial y no residencial.

#### ○ **Industria Maquiladora**

A través de la segmentación demográfica, se obtuvo que la industria maquiladora es la más relevante de la localidad, representando el 45% de la industria manufacturera. Se cuenta con un total de 41 empresas de *Fabricación de prendas para vestir* (Tabla 37).

Se presentan dificultades para calcular el consumo de agua de la industria maquiladora debido a las variaciones que se dan en las instalaciones hidráulicas de cada fábrica, y de las cuáles no hay información. Entonces, para realizar el análisis de demanda se tomará un caso práctico que describe el proceso real de una maquiladora de camisas de algodón.

La empresa tiene un tamaño de 26 empleados y produce 80 unidades diarias (Sánchez et al., 2015). Además, una playera de algodón de 250 gramos, utiliza aproximadamente 2,700 litros de agua (CONAGUA, 2013). Por lo tanto, en el caso de la empresa mencionada, se producirían 20 kg diarios.

Ahora, en este caso, de las 41 empresas maquiladoras se tienen rangos para el tamaño de empresa, por lo que se calculó el promedio de empleados para cada una y se obtuvieron los datos que se presentan en la **Tabla 62**. Después, utilizando como referencia a la empresa de 26 empleados que produce 20 kg diarios, se estimó la cantidad producida diariamente para cada tamaño de empresa. Finalmente, se calculó la demanda diaria de agua, obteniendo un total de 32,574,462 litros para el subsector (que equivale a 11,889,678 m<sup>3</sup>/año).

**Tabla 62.** Demanda de agua de la industria maquiladora de La Joya.

No. de empresas	Tamaño de la empresa	Promedio del tamaño de empresa	Cantidad producida por empresa [kg/día]	Cantidad producida total [kg/día]	Demanda de agua [l/día]
17	31 a 50 personas	41 personas	31.54	536.15	5,790,462
13	51 a 100 personas	76 personas	58.46	760.00	8,208,000
7	101 a 250 personas	176 personas	135.38	947.69	10,235,077
4	251 y más personas	251 personas	193.08	772.31	8,340,923
<b>TOTAL – Demanda de la industria maquiladora de Ensenada-Maneadero</b>					<b>32,574,462</b>

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA (2013), INEGI (2023) & Sánchez (2015).

- **Resultados La Joya:**

En resumen, los resultados del análisis de la demanda de La Joya son los siguientes:

**Tabla 63.** Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de La Joya.

Sector potencial	Subsector potencial	Demanda de agua [m <sup>3</sup> /año]	Demanda de agua [m <sup>3</sup> /año]
Público	Doméstico	26,937,000	26,937,000
Agropecuario	Agrícola	121,286,147	121,359,372
	Ganadero	73,224	
Industrial	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	186,080	12,075,759
	Industria maquiladora (41 fábricas)	11,889,678	
<b>TOTAL</b>		<b>160,372,130</b>	

Nota: La demanda de agua de los 3 cultivos más relevantes del sector agrícola (fresa, frambuesa y jitomate) es de 3,161,233 m<sup>3</sup>/año.

Fuente: Elaboración propia.

## **SAN FELIPE**

En San Felipe se determinaron 2 sectores potenciales (público e industrial) con sus respectivos subsectores: doméstico y servicio turístico-hotelero (**Tabla 41**).

- **Sector Público – Doméstico**

Como se expuso en la segmentación demográfica, en San Felipe se tiene una población de 17,143 habitantes con un consumo diario de 205/l/hab.

Entonces su demanda de agua es de 3,514,315 l/día que equivale a 1,282,7245 m<sup>3</sup>/año.

- **Sector Industrial**

En este caso, solo se tiene un subsector potencial:

- **Servicio Turístico: Hotelero**

Para esta localidad, únicamente se tienen 3 establecimientos que cumplen con las características de tamaño y consumo esperado de agua: Hotel Cortez, Hotel San Felipe Marina Resort and Spa y el Hotel Stella del Mar.

**Tabla 64.** Demanda de agua de los 3 hoteles de interés de San Felipe.

Nombre del establecimiento	Tamaño del hotel [personas]	Servicio de alberca	No. aprox. de cuartos	Porcentaje ocupación 47.82%	Demanda de agua [l/día]	Porcentaje uso DMG
Hotel Cortez	31 a 50	Sí	112	54	42,847	107%
Hotel San Felipe Marina Resort and Spa	31 a 50	Sí	33	16	12,624	32%
Hotel Stella del Mar	31 a 50	No	14	7	3,347	8%
<b>TOTAL – Demanda de agua hoteles San Felipe</b>					<b>58,819 l/día</b>	

Fuente: Elaboración propia con información de las páginas web de los hoteles, CEIEG (2022), INEGI (2023) & Lozano (2013).

Como resultado, para los 3 hoteles se tiene una demanda de agua de 58,819 l/día o de 21,469 m<sup>3</sup>/año.

Además, se puede observar que en este caso el sistema DMG sólo sería relevante para el Hotel Cortez.

- **Resultados:**

En resumen, los resultados del análisis de la demanda de San Felipe son los siguientes:

**Tabla 65.** Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de San Felipe.

Sector potencial	Subsector potencial	Demanda de agua [m <sup>3</sup> /año]
Público	Doméstico	1,282,725
Industrial	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	21,469
<b>TOTAL</b>		<b>1,304,194</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CABO SAN LUCAS

En esta localidad se determinaron 2 sectores potenciales con 3 subsectores (**Tabla 41**): doméstico, servicio turístico-hotelero e industria constructora.

- **Sector Público – Doméstico**

A través del análisis en la segmentación demográfica, se obtuvo que para una población de 202,694 habitantes con un consumo promedio de agua de 414 l/hab/día, la demanda total de agua para el subsector doméstico de la localidad Cabo San Lucas es de 83,915,316 l/día o de 30,629,090 m<sup>3</sup>/año.

- **Sector Industrial**

Para este sector, se tienen 2 subsectores potenciales:

- **Servicio Turístico: Hotelero**

El número de establecimientos de interés para esta localidad es 50, de los cuales el 68% son hoteles de tamaño grande (251 y más empleados). Debido al alto número de establecimientos, se realizará un promedio de número de habitaciones para cada tamaño de hotel. Esto se logrará revisando 3 establecimientos de cada tamaño y promediando el número de cuartos en cada uno.

En la **Tabla 66** se muestran los resultados del análisis, y el total de demanda de agua para este subsector es de 6,803,893 l/día que equivale a 2,483,421 m<sup>3</sup>/año.

**Tabla 66.** Demanda de agua de los 50 hoteles de interés de Cabo San Lucas.

No. de hoteles	Tamaño del hotel [personas]	Promedio número de cuartos	Porcentaje ocupación 47.82%	Demanda de agua por hotel [l/día]	Demanda de agua total [l/día]	Porcentaje uso DMG
4	31-50	95.3	45.6	36,471	145,883	91%
3	51-100	162.7	77.8	62,230	186,689	156%
9	101-250	171.3	81.9	81,932	737,384	205%
34	251 y más	352.7	168.7	168,645	5,733,937	422%
<b>TOTAL – Demanda de agua hoteles Cabo San Lucas</b>					<b>6,803,893 l/día</b>	

Fuente: Elaboración propia con información de las páginas web de los hoteles, CEIEG (2022), INEGI (2023) & Lozano (2013).

A comparación de las localidades anteriores, en Cabo San Lucas sería relevante presentar el proyecto de la DMG a básicamente cualquiera de los hoteles analizados. Se puede observar que el uso del sistema es desde 91% hasta 422%. Entonces, los 50 hoteles de interés de esta localidad (con más de 30 empleados), son un mercado potencial importante para la DMG.

- **Industria Constructora**

Así como en el caso de la localidad de La Joya, a pesar de que existen 68 empresas dedicadas a la construcción en la localidad, no se puede realizar un análisis de demanda para este subsector. Y se sigue reconociendo la oportunidad de alianzas comerciales con las empresas de este giro.

- **Resultados Cabo San Lucas:**

En resumen, los resultados del análisis de la demanda de CSL son los siguientes:

**Tabla 67.** Demanda de agua de los sectores y subsectores potenciales de CSL.

Sector potencial	Subsector potencial	Demanda de agua [m <sup>3</sup> /año]
Público	Doméstico	30,629,090
Industrial	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	2,483,421
<b>TOTAL</b>		<b>33,112,511</b>

Fuente: Elaboración propia.

➤ RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Los resultados de las estimaciones de la demanda de agua para cada subsector potencial de las tres localidades de interés se presentan en la **Tabla 68**. Se muestran la demanda anual (m<sup>3</sup>/año) y la demanda diaria (l/día).

**Tabla 68.** Resumen de los resultados del análisis de la demanda.

Sector potencial	Subsector potencial	Demanda anual [m <sup>3</sup> /año]	Demanda diaria [l/día]
<b>La Joya (Ensenada, BC)</b>			
Agropecuario	Agrícola	121,286,147	332,290,815
	Ganadero	73,224	200,614
Público	Doméstico	26,937,000	73,800,000
Industrial	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	186,080	509,809
	Industria maquiladora (41 fábricas)	11,889,678	32,574,462
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>160,372,130</b>	<b>439,375,699</b>
<b>San Felipe (San Felipe, BC)</b>			
Público	Doméstico	1,282,725	3,514,315
Industrial	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	21,469	58,819
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1,304,194</b>	<b>3,573,134</b>
<b>Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS)</b>			
Público	Doméstico	30,629,090	83,915,316
Industrial	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	2,483,421	6,803,893
<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>33,112,511</b>	<b>90,719,209</b>

Nota: La demanda de agua de los 3 cultivos más relevantes del subsector agrícola de La Joya (fresa, frambuesa y jitomate) es de 3,161,233 m<sup>3</sup>/año.

Fuente: *Elaboración propia.*

Estos datos numéricos serán comparados con los resultados del análisis de la oferta realizado anteriormente (**Tabla 59**).

En esta tabla (**Tabla 68**) se puede observar que el subsector agrícola de La Joya es el que más agua demanda, en segundo lugar está el subsector doméstico de La Joya y de CSL, en tercer lugar el subsector industria maquiladora de La Joya y en cuarto lugar el subsector servicio turístico-hotelero de CSL.

Estos resultados son compatibles con los datos que se han presentado a lo largo del trabajo. Por ejemplo, en la **Tabla 20** se presenta el volumen concesionado por sector y muestra que el mayor porcentaje (alrededor del 80%) corresponde al agrícola, en segundo lugar se encuentra el público (con aproximadamente 15%) y en tercer lugar la industria (aprox. 3%).

En el siguiente apartado se concluirá el capítulo 5.2 *Análisis de la Oferta y la Demanda* comparando los resultados del análisis de la oferta (**Tabla 59**) y los resultados del análisis de la demanda (**Tabla 68**).

### 5.2.3 Resultados del Análisis de la Oferta y la Demanda

A partir de los análisis de oferta y demanda, se obtuvieron los datos de la siguiente tabla (Tabla 69). En ella, se muestran los resultados de ambos análisis de manera simultánea, presentando los valores anuales (m<sup>3</sup>/año) y diarios (l/día) de cada uno. Además, estos resultados corresponden únicamente a la oferta y la demanda de los subsectores potenciales de cada localidad de interés; es decir, sólo se toman en cuenta los subsectores definidos como potenciales por la segmentación del mercado, y el total corresponde a la suma de solamente estos (no el total de oferta y demanda de la localidad).

**Tabla 69.** Resumen de los resultados del análisis de la oferta y la demanda.

Mercado potencial		Oferta y demanda anual [m <sup>3</sup> ]		Oferta y demanda diaria [l]	
Sector potencial	Subsector potencial	Oferta anual [m <sup>3</sup> /año]	Demanda anual [m <sup>3</sup> /año]	Oferta diaria [l/día]	Demanda diaria [l/día]
<b>La Joya (Ensenada, BC)</b>					
Agropecuario	Agrícola	25,464,195	121,286,147	69,764,919	332,290,815
	Ganadero	39,848	73,224	109,174	200,614
Público	Doméstico	50,615	26,937,000	138,671	73,800,000
Industrial	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	31,537	186,080	86,403	509,809
	Industria maquiladora (41 fábricas)	3,140,238	11,889,678	8,603,391	32,574,462
<b>TOTAL</b>		<b>28,726,434</b>	<b>160,372,130</b>	<b>78,702,558</b>	<b>439,375,699</b>
<b>San Felipe (San Felipe, BC)</b>					
Público	Doméstico	2,410	1,282,725	6,603	3,514,315
Industrial	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	7,108	21,469	19,474	58,819
<b>TOTAL</b>		<b>9,518</b>	<b>1,304,194</b>	<b>26,077</b>	<b>3,573,134</b>
<b>Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS)</b>					
Público	Doméstico	59,752	30,629,090	163,704	83,915,316
Industrial	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	1,192,876	2,483,421	3,268,154	6,803,893
<b>TOTAL</b>		<b>1,252,628</b>	<b>33,112,511</b>	<b>3,431,858</b>	<b>90,719,209</b>

Nota: La demanda de agua de los 3 cultivos más relevantes del subsector agrícola de La Joya (fresa, frambuesa y jitomate) es de 3,161,233 m<sup>3</sup>/año o de 8,660,913 l/día.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, se puede observar lo siguiente:

- Los valores más altos de oferta y demanda le corresponden al subsector agrícola de La Joya (Oferta = 25.2 hm<sup>3</sup>/año y Demanda = 121.3 hm<sup>3</sup>/año).



- El valor más bajo de oferta de agua corresponde al subsector doméstico de San Felipe (0.002 hm<sup>3</sup>/año), pero el valor más bajo de demanda es del subsector servicio turístico-hotelerero de la misma localidad (0.02 hm<sup>3</sup>/año).
- En La Joya, se cumple la estimación de que el sector agropecuario es quien más agua recibe (atendiendo las proyecciones estatales de la **Tabla 20**), con casi el 90% de la oferta de agua de los subsectores potenciales. Por otro lado, se observa que la industria maquiladora de La Joya es una industria relevante para la localidad, quien recibe un poco más del 10% de la oferta a los subsectores.
- Tanto en San Felipe como en Cabo San Lucas, el subsector doméstico es el que menos oferta recibe, pero también es el que más agua demanda; y el subsector servicio turístico-hotelerero es el caso contrario, el que más oferta recibe y menos agua demanda.

A continuación, se presenta una tabla comparativa (**Tabla 70**) en donde se puede observar si la demanda supera a la oferta y cuál es el porcentaje cubierto por la oferta (siendo 100% el valor cuando la oferta cubre totalmente a la demanda).

**Tabla 70.** Disponibilidad de agua para los subsectores potenciales de las tres localidades de interés (cálculo de la diferencia entre la oferta y la demanda).

Mercado potencial		Oferta y demanda diaria [m3]		Diferencia	
Sector potencial	Subsector potencial	Oferta anual [m <sup>3</sup> /año]	Demanda anual [m <sup>3</sup> /año]	Oferta - Demanda [m <sup>3</sup> /año]	Porcentaje cubierto (O÷D)
<b>La Joya (Ensenada, BC)</b>					
Agropecuario	Agrícola	25,464,195	121,286,147	-95,821,952	21.00%
	Ganadero	39,848	73,224	-33,376	54.42%
Público	Doméstico	50,615	26,937,000	-26,886,385	0.19%
Industrial	Servicio turístico: hotelero (14 hoteles)	31,537	186,080	-154,543	16.95%
	Industria maquiladora (41 fábricas)	3,140,238	11,889,678	-8,749,441	26.41%
<b>TOTAL</b>		<b>28,726,434</b>	<b>160,372,130</b>	<b>-131,645,697</b>	<b>17.91%</b>
<b>San Felipe (San Felipe, BC)</b>					
Público	Doméstico	2,410	1,282,725	-1,280,315	0.19%
Industrial	Servicio turístico: hotelero (3 hoteles)	7,108	21,469	-14,361	33.11%
<b>TOTAL</b>		<b>9,518</b>	<b>1,304,194</b>	<b>-1,294,676</b>	<b>0.73%</b>
<b>Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS)</b>					
Público	Doméstico	59,752	30,629,090	-30,569,338	0.20%
Industrial	Servicio turístico: hotelero (50 hoteles)	1,192,876	2,483,421	-1,290,545	48.03%
<b>TOTAL</b>		<b>1,252,628</b>	<b>33,112,511</b>	<b>-31,859,883</b>	<b>3.78%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la tabla comparativa anterior, se pueden observar los siguientes puntos:

- En todos los casos (de todos los subsectores potenciales analizados), la demanda supera a la oferta. Por ello, se puede observar que a partir de la resta 'Oferta menos Demanda' todos los resultados son valores negativos.
- La localidad con más escasez de cantidad de agua, es decir, donde la demanda supera a la oferta en mayor cantidad, es La Joya, con una diferencia de 131.6 hm<sup>3</sup>/año. En segundo lugar, está CSL con una diferencia de 31.9 hm<sup>3</sup>/año y en tercero San Felipe con una diferencia de 1.3 hm<sup>3</sup>/año.
- La localidad con más escasez en suministro de agua, es decir, donde el porcentaje cubierto es menor, es San Felipe, con un valor cubierto de 0.73%. Después se encuentra CSL con 3.78% cubierto y finalmente La Joya con 17.91%.
- Con los dos puntos anteriores, se observa que La Joya es quien más porcentaje cubierto tiene, pero a quien más cantidad de agua le hace falta. Caso contrario con San Felipe, quien menos porcentaje cubierto tiene y menos cantidad de agua requiere.
- Al subsector que más agua le hace falta es al agrícola de La Joya (95.8 hm<sup>3</sup>/año). Y al subsector que menos agua le hace falta, es decir, que la diferencia es menor, es al servicio turístico-hotelero de San Felipe (0.014 hm<sup>3</sup>/año).
- En las tres localidades de interés, el subsector con el menor porcentaje cubierto es el doméstico (0.2% para los tres casos). Este valor se puede deber a dos razones: la primera es que efectivamente es el subsector menos atendido y con mayor escasez en suministro de agua, pero la segunda es debido a la incorrecta interpretación de datos en el análisis de la oferta<sup>13</sup>.

Ahora, se pretende determinar solamente un subsector para dirigir los esfuerzos de comercialización de la DMG. Esta decisión se basará en los resultados obtenidos por las tablas anteriores y en las observaciones realizadas para cada tabla. Cabe subrayar que el objetivo de elegir un sólo subsector es enfocar a un mercado específico para aumentar las posibilidades de obtener una mayor participación del mercado.

La DMG se pretende dirigir a donde exista una mayor necesidad de agua, y en el caso de la PBC podemos observar que en todos los subsectores estudiados existe esta necesidad. Por lo tanto, se considerarán los siguientes factores en este orden:

- 1) Mayor escasez de agua (mayor diferencia en la cantidad de agua o menor porcentaje cubierto).
- 2) Seguridad en la veracidad de los resultados.
- 3) Análisis de los recursos hídricos del apartado *Segmentación Demográfica*.
- 4) Relevancia del subsector para el desarrollo socio-económico de la localidad.

---

<sup>13</sup> La segunda razón se daría debido al análisis de la oferta a través de los datos históricos del volumen concesionado, donde la **Tabla 44** y la **Tabla 45** nos muestran que el sector público se divide en los subsectores doméstico y público urbano, y se consideró que únicamente el volumen del subsector doméstico correspondía a tal subsector potencial, descartando el volumen del subsector público urbano. Esta decisión podría ser incorrecta si los datos históricos del subsector público urbano sí tomarán en cuenta una parte del subsector doméstico, y esto afecta la veracidad de los resultados de la oferta para este subsector.

La selección del subsector potencial más relevante tomará en cuenta los cuatro factores anteriores, y se realiza a continuación.

#### Mayor escasez de agua (mayor diferencia en la cantidad de agua o menor porcentaje cubierto)

En las observaciones de la **Tabla 70**, se expuso que la localidad con mayor escasez de cantidad de agua es La Joya (-131.6 hm<sup>3</sup>/año) y su subsector con mayor escasez es el agrícola (-95.8 hm<sup>3</sup>/año). Y la localidad con mayor escasez de porcentaje cubierto es San Felipe (0.73%) y su subsector con mayor escasez es el doméstico (0.19%). Además, en el caso de las tres localidades, el subsector doméstico tiene la mayor escasez de porcentaje cubierto (0.2% para los tres casos).

En el caso de los demás subsectores, todos superan un porcentaje cubierto del 15% y la cantidad de agua faltante para cubrir la demanda está entre 0.014 hm<sup>3</sup>/año y 8.7 hm<sup>3</sup>/año. Entonces, los subsectores y sus localidades con mayor escasez de agua son 4: el subsector agrícola de La Joya y el subsector doméstico de las tres localidades.

#### Seguridad en la veracidad de los resultados

A lo largo de los análisis de la oferta y la demanda de agua, se realizaron una serie de estimaciones y cálculos para obtener los datos de manera indirecta (debido a que no existen datos directos para las localidades y sus subsectores). Estas estimaciones y cálculos cargan un porcentaje de error que se pretendió mantener en el mínimo a través de distintas metodologías; sin embargo, en la **Tabla 70** y en las observaciones realizadas en torno a ella, se identificó en el último punto que el porcentaje cubierto para el subsector doméstico para las tres localidades es muy bajo, y que esto podría deberse a una incorrecta interpretación de los datos (como se explicó en la nota al pie número 13).

Debido a lo anterior, se considera descartar a este subsector (el doméstico) como el más relevante para lo que consta en este trabajo. Pero, esta incertidumbre no desvalida el análisis realizado o las decisiones tomadas, sino que lleva a optar por descartar este subsector para potenciar las probabilidades de éxito en la comercialización de la DMG.

Como resultado, se obtiene que el subsector más relevante para fines de este trabajo es: **el subsector agrícola de la localidad La Joya**.

#### Análisis de los recursos hídricos del apartado Segmentación Demográfica

A pesar de que ya se seleccionó el subsector más relevante, se tomarán los últimos dos factores como elementos para corroborar y fundamentar la importancia del subsector agrícola de La Joya.

En el apartado de *Segmentación Demográfica*, se realizó un primer análisis de la situación de los recursos hídricos para cada localidad. En el caso de La Joya se expuso que los dos acuíferos que suministran de agua a la localidad (acuífero Ensenada y acuífero Maneadero) se encuentran en condiciones de sobreexplotación (**Figura 46**), intrusión salina (**Figura 47**) y déficit (-7.1 hm<sup>3</sup> y -4.7 hm<sup>3</sup> respectivamente).

Por lo tanto, se reconoció que sí existe una necesidad real en la localidad por atender la situación crítica de sus recursos hídricos. Y se recalcó la importancia que funge el desarrollo de proyectos que favorezcan las condiciones de los acuíferos a través de reducir el consumo de agua subterránea para promover su recarga, como es el caso del proyecto de la DMG.

#### Relevancia del subsector para el desarrollo socio-económico de la localidad

Finalmente, queda por analizar la relevancia que tiene el subsector agrícola para el desarrollo socio-económico de La Joya-Ensenada-Maneadero.

El Grupo Banco Mundial (2023) expone que “la agricultura es esencial para el crecimiento económico” y representa el 4% del PIB mundial. Además, precisa que “el desarrollo agrícola constituye uno de los medios más importantes para poner fin a la pobreza extrema”, donde el crecimiento agrícola juega un rol fundamental en el aumento de empleos y en el aumento de la productividad agrícola que “conduce a la disminución de los precios y a mantener la inflación bajo control” (Observatorio Económico Social UNR, 2020).

Impulsar el crecimiento del sector agrícola es entre dos y cuatro veces más eficaz para aumentar el ingreso de los más pobres que con el crecimiento de los otros sectores. Asimismo, cuando los otros sectores se desarrollan, se debe aumentar la producción y productividad agrícola para sostener la creciente demanda de insumos. Esto destaca que el crecimiento y desarrollo agrícola es una base importante para el impulso de éste y de los demás sectores.

En México el sector agrícola representa el 3.7% del PIB nacional y proporciona empleo al 13% de la población (Corona, 2016). Igualmente, la erradicación de la pobreza es una prioridad para el país, que se puede atender desarrollando este sector. Y, adicionalmente, “en el México rural, campesino e indígena y en la naturaleza del campo nacional toman cuerpo los rasgos y valores que definen su identidad [...] y la cultura profunda que distingue al país dentro del mundo” (Corona, 2016).

Consecuentemente, el desarrollo agrícola dentro de México tiene una relevancia socio-económica significativa: fomenta la productividad de este sector y otros sectores, impulsa el desarrollo económico local y nacional, apoya en la erradicación de la pobreza, respalda la identidad cultural asociada al campo y también es el medio principal para atender la necesidad básica del ser humano de alimentarse.

Sin embargo, es fundamental que el aumento de la productividad agrícola no se logre a expensas del medio ambiente. El cuidado y uso eficiente de los recursos naturales en la producción agrícola es crucial y debe ser una prioridad. Se necesitan desarrollar y llevar a cabo estrategias específicas para lograr que el sistema agrícola sea más sostenible.

“La intensificación agrícola insostenible se asocia con mayores extracciones de agua, flujos de corrientes reducidos y acuíferos agotados. Todo lo cual, aumenta las concentraciones de contaminantes” (Observatorio Económico Social UNR, 2020). En el caso de La Joya, la sobreexplotación de los acuíferos de la zona es una problemática que presenta un desafío para el desarrollo de su agricultura.

Con la diversificación de fuentes de suministro de agua, se puede disminuir la contaminación y el déficit en los acuíferos. Para la PBC, donde la escasez de agua renovable por bajos índices de precipitación es una realidad diaria, el uso de agua marina y/o salobre es una solución viable y hasta necesaria en algunos casos como La Joya.

Es importante tener presente que, a pesar de que el uso de diferentes recursos hídricos ayuda a mitigar las problemáticas del agua, es una solución parcial. Para impulsar el desarrollo sostenible en los sistemas agrícolas, existen varios desafíos que atender y, con ellos, diversas medidas para solucionarlos. Debido a que no es parte del alcance de este trabajo elaborar en el tema de un sistema agrícola más eficiente y sustentable, se menciona lo anterior para recalcar su importancia, y queda como precedente para el desarrollo de trabajos futuros en la materia de desalación para agricultura sustentable.

No obstante, para concluir el capítulo de *Análisis de la Oferta y la Demanda*, es relevante mencionar algunas estrategias que promueven la eficiencia del uso de agua para disminuir su demanda y lograr un mayor porcentaje cubierto por la oferta. A continuación, se ejemplifican dos casos en donde se aplicó alguna estrategia uso eficiente de agua:

1) *Tecnología de riego por goteo en los sistemas agrícolas de Israel:*

En el Capítulo 1, Recursos Hídricos, se mencionó que en 30 años Israel ha logrado disminuir su estrés hídrico un 30% gracias a diversas estrategias tecnológicas y políticas. Además, es un caso que demuestra que se puede desarrollar la agricultura en condiciones adversas (como escasez de agua y clima desértico) y es un perfecto ejemplo para basarse al estudiar la PBC. Entre sus principales estrategias están el uso de riego por goteo, las plataformas de inteligencia y la robótica (Consulate General of Israel in Bengaluru, 2019). Son pioneros del sistema de irrigación por goteo y es una tecnología relativamente simple que podría aplicarse a la agricultura mexicana, y permitiría reducir el consumo de agua para riego hasta un 80% (University of Massachusetts Amherst, 2013).

2) *Campaña 'Ciudadanos de 100' del Gobierno de Nuevo León:*

En el año 2022, el estado de Nuevo León sufrió una crisis de sequía. A partir de este suceso, el gobierno del estado decidió iniciar una nueva campaña para fomentar una nueva cultura del agua y evitar que se repita una crisis. La campaña que lanzó el Gobierno se llama 'Ciudadanos de 100', que consiste en impulsar el consumo de 100 litros diarios de cada habitante con el objetivo de mantener el cuidado del agua de manera permanente (Gobierno de Nuevo León, 2022). Este caso nos ilustra la importancia de reforzar las estrategias tecnológicas con estrategias políticas, las cuales promueven la conciencia del cuidado de los recursos naturales.

Entonces, si se fomentan en conjunto las estrategias tecnológicas y políticas para promover el uso eficiente de los recursos naturales, como el agua, se podría asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

En conclusión, del análisis de la oferta y la demanda se obtuvo como resultado que el subsector agrícola de La Joya es el más relevante y se continuará el trabajo enfocándose sólo a este subsector. Y, por otra parte, se resaltó la importancia de promover conjuntamente estrategias tecnológicas, como la DMG, y políticas para cuidar el agua.

### 5.3.- Análisis de la Competencia

Al ofrecer un producto o servicio al mercado, una empresa se suele enfrentar a diversos competidores que buscan ser la elección de compra de los consumidores. El análisis de la competencia es necesario para entender de antemano quiénes son los principales competidores, y así poder identificar la ventaja competitiva<sup>14</sup> que se tiene como vía para un mejor posicionamiento en el mercado.

“Una empresa será competidora de otra si el consumidor estima que sus productos ofrecen los mismos atributos específicos o satisfacen el mismo beneficio básico” (Pérez, 2021a). Además, los competidores pueden ser directos o indirectos.

Los competidores directos son aquellas empresas que ofrecen un producto o servicio que cumple la misma función y está dirigido a la misma zona geográfica. En el caso de la DMG los competidores directos son las empresas que venden desaladoras en la PBC, ya que cumplen la misma función de desalar el agua.

Los competidores indirectos son aquellos que buscan satisfacer la misma necesidad, pero de una manera diferente. Por ejemplo “los gimnasios compiten indirectamente con todos aquellos productos para bajar de peso” (PROMODE, 2000). En este caso, la competencia indirecta se compone principalmente de las empresas que venden tecnología para potabilizar agua que no requiere desalación. Por ejemplo, la tecnología para el tratamiento de aguas residuales, en donde se satisface la misma necesidad de potabilizar el agua.

Para este trabajo, se realizará el análisis de la competencia evaluando únicamente a la competencia directa, es decir, a las empresas que venden desaladoras en la PBC. Esto debido a que no se considera significativa la competencia indirecta porque no utiliza la misma fuente de suministro (agua marina o salobre).

Algunas de las ventajas que aporta el análisis de la competencia son las siguientes:

- Entender la ventaja competitiva para mejorar la estrategia de negocios.
- Tener una mejor comprensión de los clientes objetivo y sus necesidades.
- Poner en perspectiva fortalezas y debilidades del producto y de los competidores.
- Percatarse de las oportunidades existentes en el mercado.
- Entender cómo diferenciarse de la competencia, distinguir la marca y mantener la atención de los clientes.
- Impulsar una mejor estrategia de comercialización.

Una cualidad importante que se adquiere al dar seguimiento del análisis de la competencia, es que éste funge como punto de referencia para medir la evolución del negocio. Entonces, este análisis se puede convertir en un KPI<sup>15</sup> para medir el desempeño de la empresa y los competidores, y así formular las estrategias comerciales que aumenten la competitividad.

---

<sup>14</sup> La ventaja competitiva según Porter “resulta principalmente del valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores” (Díaz, 2009). En otras palabras, se refiere al diferenciador que tiene una empresa el cual impulsa a los consumidores a elegirla sobre la competencia.

<sup>15</sup> Los KPI (*Key Performance Indicator* o Indicador de Rendimiento Clave) son una medida cuantitativa utilizada para evaluar el desempeño de una organización o una de sus partes, sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según sea el caso (Ríos, 2020).

Para realizar el análisis de la competencia de la DMG, se desarrollarán una serie de pasos con el objetivo de obtener la información necesaria para comparar esta tecnología con la competencia. Con estos datos se realizan tres modelos de análisis para mostrar la comparación: Tabla comparativa, Mapa de posicionamiento competitivo y Matriz FODA.

Se hace hincapié en que el mercado objetivo de la DMG es el subsector agrícola de La Joya.

### Resumen de los competidores

Como se mencionó anteriormente, se analizarán los competidores directos de la DMG, los cuales corresponden a las empresas que venden productos para desalar agua salobre o de mar. La tecnología que está disponible en el mercado es la desalación a través de ósmosis inversa, y las empresas que la venden son principalmente distribuidoras de tecnología extranjera dentro de México.

Para realizar la selección de los competidores que serán analizados, se consultaron dos fuentes y se eligieron las empresas más afines al mercado agrícola de BC. Primero se consultó el buscador de Google que muestra las empresas con mayor presencia comercial en internet y, en segundo lugar, se consultó la Sección Amarilla para identificar las empresas localizadas en Baja California. Como resultado, inicialmente se obtuvieron 10 empresas competidoras relevantes en México en materia de desalación, las cuáles se enlistan en la **Tabla 71**, y de éstas se seleccionaron las empresas más afines al mercado objetivo, las cuáles son 7 y se muestran resaltadas en azul en la siguiente tabla (**Tabla 71**).

**Tabla 71.** Empresas competidoras más relevantes en desalación para México.

<b>EMPRESA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CONTACTO</b>	<b>PÁGINA WEB</b>
Go for life	Cdmx	55-5972-3458	goforlifemexico.com
Osmosis	Cdmx, Querétaro	55-8854-2102	osmosis.com.mx
CBR Ingeniería	Querétaro	55-3879-5899	www.cbr-ingenieria.com.mx
Carbotecnia	Guadalajara	33-3834-0906	www.carbotecnia.info
Hidroagua	Guadalajara	33-3810-0580	www.hidroagua.com.mx
GC Tratamiento	Monterrey	811-967-1062	gctratamiento.mx
H2O Innovation	BCS, Monterrey, Q. Roo	800-845-0510	www.h2oinnovation.mx
Naclaut	BC (Ensenada)	646-173-3198	naclaut-sistemas-de-purificacion-de.negocio.site
INODEM	BC (Ensenada)	646-175-3134	www.facebook.com/inodem.mexico
Agro-mation	BC (Ensenada)	646-113-9860	www.facebook.com/agromation

Nota: 'Cdmx' se refiere a la Ciudad de México y 'Q. Roo' se refiere a Quintana Roo.

Fuente: *Elaboración propia con información de las páginas web de las empresas competidoras & Sección Amarilla (2023).*

Entonces, las 7 empresas competidoras que se analizarán son: CBR Ingeniería, Carbotecnia, Hidroagua, H2O Innovation, Naclaut, INODEM y Agro-mation.

### Comparación de productos

En este apartado, se tiene como objetivo examinar las características de los productos que ofrecen los 7 competidores seleccionados. Para ello, primero se revisó la información de la página web de cada uno y, cuando era necesario por falta de información, se contactó a la empresa a través de correo o de teléfono.

#### 1. CBR Ingeniería:

Esta empresa se especializa en tecnologías de tratamiento de agua: aguas residuales, grises y jabonosas, aguas industriales, aguas pluviales, potabilización y desalinización.

Para realizar el proceso de desalinización tienen productos de 2 tipos:

- Tecnología de ósmosis inversa
- Tecnología de electrodesionización

De estos productos no tienen un catálogo o más información respecto a sus características, pero se espera que trabajen con proyectos grandes de capacidades industriales.

## 2. Carbotecnia:

Carbotecnia es una empresa dedicada a la purificación, filtración y reutilización del agua a nivel doméstico o empresarial. Incide en las industrias de alimentos y bebidas, manufacturera, farmacéutica, medio ambiental, hotelería, construcción, automotriz, electrónica y química. En la siguiente tabla (**Tabla 72**) se muestra una lista de los 3 productos de desalación que tienen en venta.

**Tabla 72.** Productos de desalación de la empresa Carbotecnia.

Producto	Origen y marca	Volumen [m <sup>3</sup> /día]	Descripción
Planta potabilizadora con ósmosis inversa DW	Importada: AZUD	96 – 2,160	Planta potabilizadora de agua dulce o salobre para uso industrial, montada sobre una estructura o en contenedor marítimo. Para agua dulce (TDS < 1,000 mg/l) salobre baja (TDS < 1,500 mg/l) salobre media (TDS: 1,000 – 3,000 mg/l) y salobre alta (TDS: 3,000 – 6,000 mg/l). Para aplicaciones municipales, industriales y residenciales.
Planta desaladora con ósmosis inversa ZSW	Importada: AZUD	67.2 – 1,008	Planta desaladora de agua de mar compacta sobre estructura. Para agua con TDS: 35,000 – 45,000 mg/l. Suministro de agua potable con aplicación industrial, hoteles, pequeñas comunidades o poblaciones, hospitales.
Planta desaladora de ósmosis inversa móvil de paneles solares SW0.2	Importada: AZUD	Mar 4.8 Dulce 36	Planta desaladora de agua marina, salobre o dulce. Compacta y portátil, de instalación rápida y sencilla. Ideales para proveer de agua potable en emergencias y poblaciones remotas, posible operación completamente autónoma. Uso exclusivo de energías limpias renovables.

*Fuente: Elaboración propia con información de Carbotecnia (2023).*

De estos productos, es pertinente resaltar la desaladora de paneles solares (**Figura 57**), pues es de las pocas desaladoras, por no decir que es la única, en el mercado mexicano que utiliza energía renovable.

**Figura 57.** Desaladora OI de paneles solares.



*Fuente: Carbotecnia (2023).*



### 3. Hidroagua:

La empresa diseña y fabrica equipos altamente confiables y con un alto nivel de desempeño, poniendo especial cuidado en el diseño hidráulico (Hidroagua, 2015). Los productos de ósmosis inversa que ofrecen son para consumo humano o para procesos industriales. Tienen cuatro series de productos como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 73.** Productos de desalación de la empresa Hidroagua.

Producto	Origen y marca	Volumen [m <sup>3</sup> /día]	Descripción
Serie O (OI)	Propia	2.27 – 6.06	Serie comercial ligera, de inversión baja, para aplicaciones pequeñas donde no se pueda otorgar un mantenimiento y seguimiento vigoroso, tales como máquinas de hielo, sistemas de agua de alta calidad para restaurantes e industria en general
Serie I, IA, IB, IE (OI)	Propia	6.06 – 48.45	Serie comercial para aplicaciones pequeñas y medianas con excelentes niveles de instrumentación, control y desempeño, en varios niveles adaptables al presupuesto y requerimientos particulares de cada empresa o industria.
Serie II (OI)	Propia	36.34 – 121.13	Serie industrial para aplicaciones medianas a grandes, en varios niveles adaptables a cada empresa.
Serie V (OI)	Propia	163.53 – 2,452.95	Serie industrial para aplicaciones grandes, en varios niveles adaptables a cada empresa. Equipos fabricados para cumplir con las necesidades exactas del cliente.

OI = Ósmosis Inversa

Fuente: Elaboración propia con información de Hidroagua (2015).

### 4. H2O Innovation:

La empresa brinda soluciones de tratamiento de agua y vende productos especializados para las plantas de tratamiento. En los casos de éxito que se presentan en su página web, se muestra que trabajan en proyectos grandes como hoteles, plantas de CFE y para la industria manufacturera. Sus proyectos se han dado principalmente en Estados Unidos y Canadá, pero también han tenido proyectos en México, Egipto, Indonesia y Túnez.

Sin embargo, también presentan una planta desaladora compacta (**Figura 58**), con una capacidad de entre 50 y 130 m<sup>3</sup>/día que consideran ideal para plataformas petroleras, embarcaciones y pequeños desarrollos turísticos.

**Figura 58.** Planta desaladora compacta.



Fuente: H2O Innovation (2022).

### 5. Naclaut:

Esta empresa se dedica a la venta de sistemas de purificación de agua, y se enfocan son desaladoras de ósmosis inversa para el mercado residencial (uso doméstico). Entonces, los productos que venden atienden a capacidades residenciales.

## 6. INODEM:

Es una empresa enfocada en las soluciones en tratamiento de agua y en ventas en la industria de purificación de agua. Esta empresa fue obtenida a través del directorio telefónico y no tiene información detallada sobre los productos de ósmosis inversa que esta página indica que vende.

## 7. Agro-mation:

La empresa Agro-mation se centra en el diseño e instalación de tecnología para el sector agrícola. Las categorías en las que incide son: ingeniería y automatización, la agricultura protegida (invernaderos), los plásticos agrícolas, el tratamiento de agua (que incluye la desalación) y el sector vinícola.

No tienen un catálogo con los productos que ofrecen para desalar agua, más bien realizan un estudio de caso para conocer las necesidades y particularidades del proyecto y realizan un diseño en base al volumen que se requiere y a la calidad del agua del pozo donde se extraerá el recurso.

La fabricación de la planta desaladora la realizan a través del ensamble de componentes importados, los cuáles fueron elegidos en la etapa de diseño basándose en las necesidades del cliente. Además, aseguran el cumplimiento de la garantía de estos componentes y dan servicio de seguimiento y mantenimiento.

### Comparación de marketing<sup>16</sup>

En este apartado se analizará la estrategia publicitaria de los competidores, a través de investigar los medios de promoción de sus productos y de revisar su cultura empresarial.

#### 1. CBR Ingeniería

Es una empresa pequeña (11-50 empleados) fundada en 2008, con 15 años de experiencia en el mercado. Su característica más representativa es que desarrollaron su propia tecnología patentada de tratamiento de aguas residuales conocida bajo la marca WEA – Water Engineering of America (CBR Ingeniería, 2020).

Cuentan con una página web actualizada que tiene información sobre su empresa, sus productos, sus servicios, los casos de éxito y su blog. Sus redes sociales son LinkedIn (1,017 seguidores), Facebook (4,300 seguidores), Instagram (80 seguidores) y YouTube (56 suscriptores). Como medio de contacto tienen su correo, teléfonos y un número de WhatsApp. Entre sus clientes están PEMEX, CFE, Walmart, SEDENA, Universidad Anáhuac y la UNAM.

#### 2. Carbotecnia

Esta empresa lleva 35 años de experiencia, iniciando en Guadalajara en 1988 con la instalación de una planta de activación de carbón. En 2004 iniciaron su incursión en los sistemas de tratamiento de agua.

Su página web cuenta con su catálogo de productos por funcionalidad y por tipo de industria, y se detallan las características de cada producto lo que la hace muy informativa.

---

<sup>16</sup> La palabra *Marketing* es comúnmente utilizada para referirse a Mercadotecnia.

Cuentan con seis redes sociales: LinkedIn (1,353 seguidores), Facebook (6,300 seguidores), Instagram (472 seguidores), Twitter (236 seguidores), YouTube (1,630 suscriptores) y TikTok (277 seguidores, 936 me gusta). Sus medios de contacto son un correo y dos líneas telefónicas. Algunos de sus clientes más relevantes son Alpura, Honda, Peñafiel, Sello Rojo y Grupo Infra.

### 3. Hidroagua

Grupo Hidroagua es una empresa tapatía creada en 1991, con 32 años de experiencia. Comercializa sistemas y equipos de producción de agua de calidad y pertenece a la Asociación Internacional de Agua de Calidad o WQA (Hidroagua, 2022). Además, se dirige a distintos mercados: alimentos y bebidas, agua purificada, salud, transformación, servicios construcción, agropecuario y residencial.

La empresa cuenta con una página web que contiene los catálogos de sus productos y la información de su empresa y de sus servicios. También cuenta con redes sociales: Facebook (1,000 seguidores), Twitter (42 seguidores) y Pinterest (5 seguidores). Sus contactos son un correo de ventas, un correo para pagos, tres números de teléfono y un número de WhatsApp.

### 4. H2O Innovation

Con más de 20 años de experiencia en la industria del agua, H2O Innovation es una empresa reconocida por su avanzada tecnología aplicada a sistemas de tratamiento de agua. Cuentan con una página web para México (.mx) y una internacional (.com). Sus dos redes sociales son Twitter (4,576 seguidores) y YouTube (363 suscriptores), y sus medios de contacto son teléfono y correo.

### 5. Naclaut

Es la primera de las 3 empresas localizadas en Ensenada, BC, lugar en donde se encuentra el mercado objetivo de la DMG. Su único medio de publicidad es su página web y tiene como medio de contacto un teléfono.

### 6. INODEM

Esta empresa, también localizada en Ensenada, no tiene página web, pero cuenta con una página de Facebook con 359 seguidores. También cuenta con un correo y un teléfono de contacto.

### 7. Agro-mation

Esta tercera empresa localizada en Ensenada tampoco tiene página web. Tiene página de Facebook (753 seguidores), correo y teléfono de contacto.

Como se mencionó en el apartado Comparación de productos, Agro-mation es una empresa enfocada al sector agrícola, y se dedica a diseñar sistemas agrícolas (automatización, invernaderos, tratamiento de agua, entre otros) basados en atender las necesidades particulares de los clientes. Igualmente, es una empresa que busca apoyar económicamente a los clientes. Esto lo logra a través de una fuente de financiamiento el cual es un modelo arrendamiento que pide únicamente un 10% de pago inicial; esto se lleva a cabo cuando el cliente cumple los criterios estipulados por la empresa y después de un análisis llevado a cabo por la misma.

### Alcance en el mercado online

Una vez conocidas las características de los productos y de la mercadotecnia de los competidores, queda por analizar el alcance que tienen en el mercado. Para ello, se utilizó la herramienta *SE Ranking*, la cual es una herramienta *online* que se utiliza para medir el alcance que tienen las páginas web a través de analizar su SEO o su SEM.

El SEO son las siglas de *Search Engine Optimization*, que se traduce como optimización para motores de búsqueda (Fuente, 2023). Es el proceso de mejorar la posición y visibilidad que ocupa un sitio web en los resultados orgánicos de cualquier buscador (Google, Yahoo!, Bing, YouTube, etc.). Es importante tener claro que el SEO se refiere a los resultados orgánicos, es decir, no pagados. Cuando se trata de anuncios o publicidad, es decir resultados pagados, se le conoce como SEM, que significa *Search Engine Marketing*. Este último se da cuando se paga un coste por clic para ocupar los primeros lugares para una búsqueda determinada (Cardona, 2023).

De los 7 competidores seleccionados de la **Tabla 71** (empresas resaltadas en azul), 5 de ellos cuentan con página web y 2 de ellos con página de Facebook. Las 5 empresas con página web fueron analizadas a través de la herramienta *SE Ranking*, tanto sus resultados orgánicos como los pagados. Y las 2 empresas con página de Facebook se analizaron con una herramienta llamada *Metricool*, la cual será detallada más adelante.

Con *SE Ranking* se analizaron los siguientes conceptos:

- Tráfico orgánico [clics por mes]: El número estimado de clics que el dominio/URL analizado obtendrá en Google en función de la clasificación actual de las palabras clave descubiertas.
- Palabras clave (orgánicas): El número total de palabras clave para las que el dominio/URL analizado se posiciona en la búsqueda orgánica.
- Tráfico de pago [clics por mes]: El número estimado de clics que el dominio/URL analizado obtendrá al mes en sus campañas PPC (pago por clic).
- Costo total del tráfico de pago [USD]: El presupuesto mensual estimado de la campaña PPC.
- Distribución del tráfico para México: Porcentaje del tráfico orgánico y de pago para la región de México.
- Intención (comercial e informativa): Muestra el porcentaje que representan estas dos intenciones en la búsqueda de información que lleva a la página web.
- Anuncios pagados: Cantidad de anuncios pagados para la campaña PPC del dominio/URL analizado.

Gracias a estos conceptos, se puede conocer cuál es el tráfico que tienen las páginas web de la competencia, es decir, cuántos clics por mes tiene cada una. Además, se puede conocer cuál es la intención de estos clics, si es por motivos comerciales (comprar) o si es por motivos informativos (conocer y entender la tecnología). Por otra parte, se puede observar cuánto dinero están invirtiendo en su mercadotecnia *online* y por medio de cuántos anuncios pagados lo llevan a cabo.

En la **Tabla 74** se muestran los siete conceptos descritos anteriormente para cada una de las empresas con página web. Se analizaron las empresas *CBR Ingeniería*, *Carbotecnia*, *Hidroagua* y *H2O Innovation*, y no se tomó en cuenta la empresa Naclaut debido a que su página web no fue localizada por la herramienta *SE Ranking*.

Adicionalmente, en el **Anexo 6** se muestran los datos, gráficos y tablas obtenidos a través de la plataforma *SE Ranking* para cada empresa.

**Tabla 74.** Análisis de la página web de los competidores con *SE Ranking*.

Nombre de la empresa	Tráfico orgánico	Palabras clave	Tráfico de pago	Costo total de tráfico de pago	Distribución de tráfico para México	Intención		Anuncios pagados
						Comercial	Informativa	
CBR Ingeniería	2K	967	229	\$162.1	96.05%	9.79%	76.28%	10+
Carbotecnia	72.6K	12.1K	58	\$13	47.89%	23%	68.92%	10+
Hidroagua	3.5K	686	0	\$0	99.71%	54.35%	29.38%	0
H2O Innovation	471	47	577	\$578.8	100%	26.09%	24.64%	10+

K=Kilo (mil)

Nota: El tipo de plan gratuito de *SE Ranking* con el que se obtuvo la información de la tabla, permitía ver un máximo de 10 anuncios pagados, por lo que en los casos que dice '10+' no se conoce el número exacto de anuncios pagados, pero se sabe que excede los diez.

Fuente: *Elaboración propia con información de SE Ranking (2023)*.

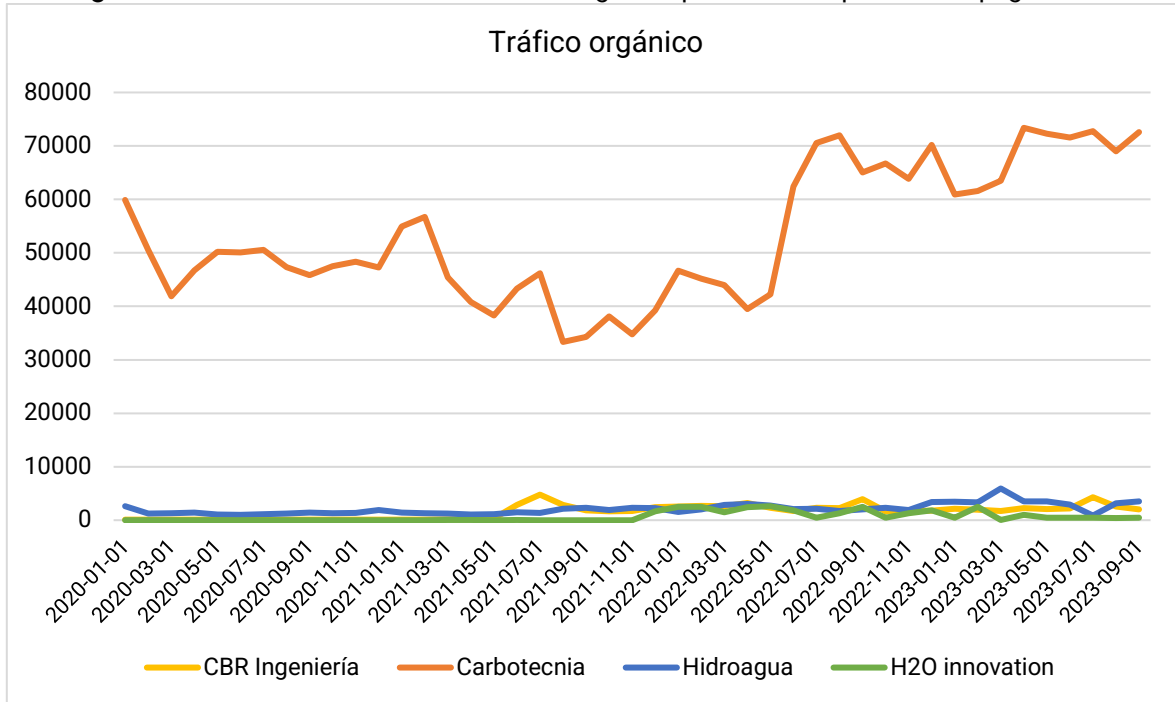
Con la tabla anterior (**Tabla 74**), se puede observar las características de cada competidor y, con un análisis de estos datos, se pueden observar los siguientes aspectos:

- *CBR Ingeniería* ocupa el tercer lugar en número de visitas con un total de 2 mil clics al mes de tráfico orgánico y 229 clics mensuales de pago. Invirtiendo en más de 10 anuncios pagados, cada clic en ellos tiene un costo de \$162.1 USD. Con un total de 2,229 clics mensuales, 218 equivalen a motivos comerciales y, de estos, alrededor de 200 clics al mes corresponden a la región de México.
- *Carbotecnia* es la competencia con más visitas a su página web (72.6K), pero el 69% de éstas son por motivos informativos más que comerciales. Aun así, de sus 72,658 visitas, el 23% con intención comercial equivale a 16,711 clics por mes y a la región de México le corresponden aproximadamente 8,000 de estos. Además, invierten en más de 10 anuncios pagados, por lo que cada clic en sus anuncios les cuesta aproximadamente \$13 USD.
- *Hidroagua* ocupa el segundo lugar en visitas con 3.5 mil clics al mes. Esta empresa no invierte en ningún anuncio pagado, pero más del 50% de sus visitas son por motivos comerciales, lo que equivale a 1,900 clics al mes que además corresponden a la región de México (99.7%).
- *H2O Innovation* es quien menos visitas a su página web tiene, pero a quien más le cuesta (monetariamente) su tráfico; con la inversión en sus anuncios pagados, cada clic en sus anuncios les cuesta casi \$580 USD. De las 1,048 visitas mensuales (tráfico orgánico más tráfico de pago), 273 corresponden a motivos comerciales dentro de la región de México. Esto pone a esta empresa por encima de *CBR Ingeniería* en clics mensuales con motivos comerciales en México.

Asimismo, se puede observar la evolución del tráfico orgánico y del tráfico de pago gráficamente, en la **Figura 59** y en la **Figura 60** respectivamente, desde enero de 2020 hasta septiembre de 2023.

La **Figura 59** nos muestra que *Carbotecnia* supera a los demás competidores por mucho en tráfico orgánico. Además, ha tenido un crecimiento positivo, empezando en 60 mil clics por mes y llegando a más de 70 mil en casi 4 años.

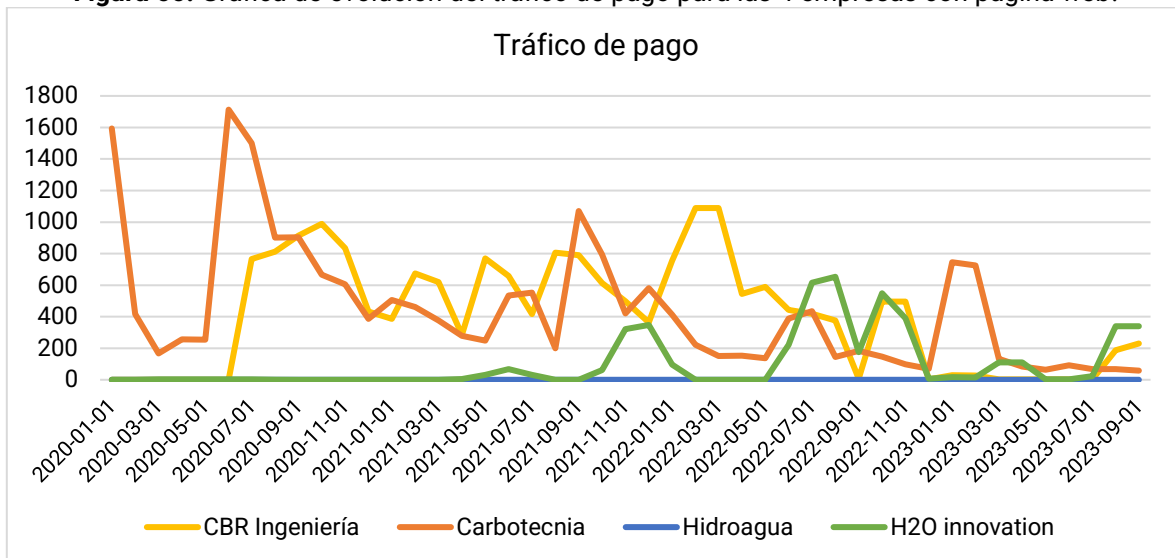
**Figura 59.** Gráfica de evolución del tráfico orgánico para las 4 empresas con página web.



Fuente: Elaboración propia con información de SE Ranking (2023).

En la **Figura 60** se puede observar que el tráfico de pago de *CBR Ingeniería* y de *Carbotecnia* han tenido una evolución similar, pero que a principios de 2023 el tráfico de *CBR Ingeniería* se ha mantenido casi en cero. Para el caso de *Hidroagua*, se observa gráficamente que no ha tenido tráfico de pago debido a que no ha invertido en anuncios de Google. Y, por último, se puede observar que *H2O Innovation* empezó a invertir en anuncios a mediados de 2021, y ha logrado crecer su tráfico de pago en cuatro ocasiones (incluyendo el periodo actual: septiembre 2023) llegando a un máximo de un poco más de 600 clics al mes.

**Figura 60.** Gráfica de evolución del tráfico de pago para las 4 empresas con página web.



Fuente: Elaboración propia con información de SE Ranking (2023).

Ahora, se presentará el análisis realizado a las 2 empresas con página de Facebook a través de la herramienta *Metricool*. Esta herramienta te permite observar el crecimiento de las páginas de tus competidores mediante el análisis de los siguientes aspectos: número de 'Me gusta', publicaciones, reacciones, comentarios, compartidos y *engagement*<sup>17</sup>.

Estas 2 empresas (*INODEM* y *Agro-mation*) son empresas localizadas en BC (**Tabla 71**) y fueron obtenidas al revisar página oficial del directorio telefónico mexicano. Esto implica que deben ser empresas más pequeñas y/o locales, y por lo tanto no han invertido en una página web y su presencia *online* es a través de las redes sociales como Facebook.

Al agregar las 2 empresas competidoras a la plataforma de *Metricool*, se obtuvo el siguiente resultado:

**Figura 61.** Resultados del análisis de la competencia con *Metricool*.

Lista de competidores ▲ PUBLICACIONES    ⬇️ DESCARGAR CSV

Nombre	Me gusta ↓	Publicaciones	Reacciones	Comentarios	Compartidos	Engagement ?
 Agro-mation <small>238269489919566    ▲ MÁS ESTADÍSTICAS</small>	760	-	-	-	-	-
 Inodem <small>105853399585066    ▲ MÁS ESTADÍSTICAS</small>	352	-	-	-	-	-

Fuente: *Metricool* (2023).

Estos resultados sólo muestran la cantidad de 'Me gusta' que tiene cada página de Facebook, donde *Agro-mation* tiene 760 e *INODEM* tiene 352. Esto indica que los otros aspectos no son utilizados actualmente y no hay una interacción con los seguidores a través de ellos. Entonces, se realizó una revisión de cada página y se observó lo siguiente:

- *Agro-mation* emitió su última publicación el 30 de enero de 2019, hace casi 4 años, lo que conlleva a no tener un crecimiento en su página de Facebook y en su presencia *online* en general.
- *INODEM* emitió su última publicación el 18 de mayo de 2022, más de 2 años después que *Agro-mation*, lo que implica más de un año sin presencia *online* hasta ahora.
- Este tipo de comportamiento en redes sociales pueden tener consecuencias negativas en los consumidores y clientes, debido a que genera desinterés por parte de los consumidores y no propicia el crecimiento de clientes a través de este medio.

En conclusión, del estudio de mercado de los competidores se destacó la presencia y crecimiento *online* del competidor *Carbotecnia*, el cual tiene alrededor de 8,000 clics mensuales en su página web en la región de México. También, se observó que a pesar de que *Hidroagua* no invierte en anuncios pagados, ocupa el segundo lugar con casi 2,000 clics mensuales a su página web para la región mexicana. Por otra parte, se observó similitud en las empresas *CBR Ingeniería* y *H2O Innovation* las cuáles tienen entre 200 y 300 clics mensuales en sus respectivas páginas web para la región de México, y ambas son las que más invierten en los anuncios de paga. Y, finalmente, se percibió que las empresas de BC, *INODEM* y *Agro-mation*, no tienen incidencia en el mercado *online* desde hace 1 y 3 años respectivamente.

<sup>17</sup> En este caso, el *ratio de engagement* se refiere a las interacciones recibidas por cada 1,000 seguidores, y se calcula de la siguiente manera: promedio interacciones ÷ total seguidores x 1000 (*Metricool*, 2023).

Como se mencionó al principio del capítulo 5.3, con toda la información recabada de los 6 competidores, se realizan tres modelos de análisis para mostrar los datos comparativos de manera visual. A continuación, se desarrolla cada modelo.

### 5.3.1 Tabla Comparativa

También conocido como Cuadro de Análisis Comparativo de Competencia o como Tabla de Análisis Competitivo, es un esquema que te permite visualizar las características de todos los competidores en una misma tabla.

En la **Tabla 75** se muestra la Tabla Comparativa de los 7 competidores analizados a lo largo de este capítulo, los cuáles venden tecnología de desalación de ósmosis inversa en México.

**Tabla 75.** Tabla comparativa de las empresas competidoras.

	Empresas competidoras						
	CBR Ingeniería	Carbotecnia	Hidroagua	H2O Innovation	Naclaut	INODEM	Agro-mation
Ubicación	Querétaro	Guadalajara	Guadalajara	BCS, NL, QR	BC (Ensenada)	BC (Ensenada)	BC (Ensenada)
Productos - Tecnología	OI	OI	OI - comercial	OI - compacta	OI - residencial	OI	OI
	EDI	OI Solar	OI - industrial	OI - industrial			
Origen del producto	--	Importada	Propia	--	--	--	Ensamble propio
Rango capacidad [m <sup>3</sup> /día]	--	67.2 - 2,160	2.3 - 48.5	50 - 130	--	--	personalizado
	--	4.8 - 36	36.3 - 2,453	personalizado			
Experiencia [años]	15	35	32	20+	--	--	--
Página web	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Redes sociales	in, fb, ig, yt	in, fb, ig, tw, yt, tt	fb, tw, pt	tw, yt	<input checked="" type="checkbox"/>	fb	fb
Tráfico web total	2,229	72,658	3,500	1,048	--	--	--
Tráfico web comercial México	210	8,003	1,902	273	--	--	--

OI = Ósmosis Inversa; EDI = Electrodesionización; NL = Nuevo León; QR = Quintana Roo; in = LinkedIn; fb = Facebook; ig = Instagram; tw = Twitter; yt = YouTube; tt = TikTok; pt = Pinterest  
 Nota<sub>1</sub>: En 'Productos-Tecnología' y 'Rango capacidad [m<sup>3</sup>/día]' cuando se tienen dos renglones en un mismo competidor, se refiere a dos productos distintos y sus respectivos rangos de capacidad.  
 Nota<sub>2</sub>: El 'Tráfico web total' y el 'Tráfico web comercial México' están en la unidad de [clics al mes].  
 Nota<sub>3</sub>: Los apartados que tienen un guión '--' se refiere a que no se tiene información al respecto.

*Fuente: Elaboración propia con información de las páginas web de las empresas.*

Algunas características que se pueden observar con esta tabla (**Tabla 75**) son las siguientes:

- Todas las empresas venden plantas desaladoras con tecnología de ósmosis inversa, pero solamente Carbotecnia tiene una opción con energía renovable solar.
- Las empresas con más tiempo en el mercado son Carbotecnia con 35 años de experiencia e Hidroagua con 32 años. Después están H2O Innovation con más de 20 años y CBR Ingeniería con 15 años.
- La única empresa que no tiene redes sociales es Naclaut.
- La empresa más afamada en línea es Carbotecnia, con 72 mil visitas mensuales y 8 mil clics al mes en México. Además, es la empresa que más redes sociales tiene.

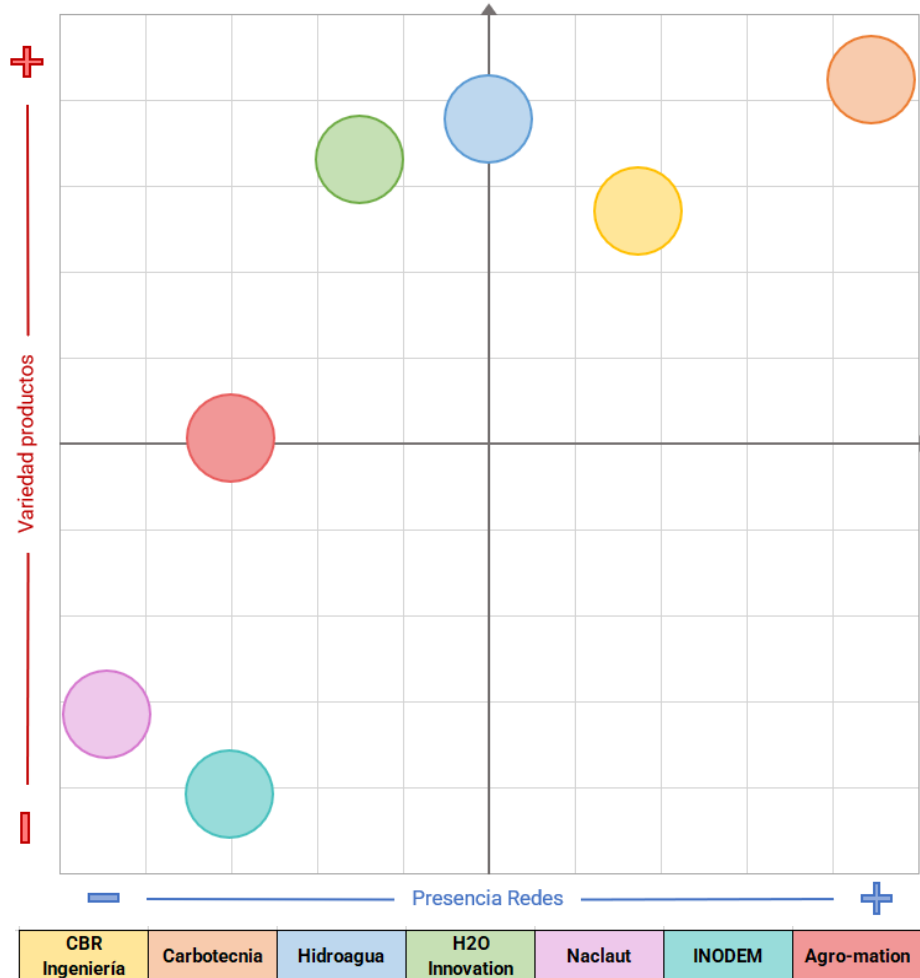


### 5.3.2 Mapa de Posicionamiento Competitivo

El Mapa de Posicionamiento Competitivo (en inglés *Perceptual Mapping* o *Positional Mapping*) es una representación gráfica que nos permite identificar el lugar que ocupa la empresa entre las empresas competidoras.

Consiste en dos ejes (X y Y) donde cada uno representa una cualidad o atributo que se quiere analizar, por ejemplo: calidad, precio, satisfacción del cliente, experiencia, etc. En este caso, se analizarán la variedad de productos y la presencia en redes sociales. Se eligieron estas características porque toman en cuenta la parte tecnológica de la empresa y su comunicación con el mercado.

Figura 62. Mapa de posicionamiento competitivo.



Fuente: Elaboración propia.

Con este gráfico, se puede observar que los competidores más fuertes en los dos rubros analizados son Carbotecnia, Hidroagua y CBR Ingeniería, que se encuentran en el cuadrante superior derecho. En segundo lugar, están H2O Innovation y Agro-mation, los cuales están en el cuadrante superior izquierdo. Y en último lugar están Naclaut e INODEM, cuadrante inferior izquierdo, que implica baja presencia en redes y poca variedad de productos.

Para posicionar los círculos de los competidores en el gráfico XY, se utilizaron los datos de la tabla comparativa y se le asignaron valores numéricos.

Para el caso de la DMG, su salida al mercado implica, en primera instancia, un solo producto con una capacidad de 40 m<sup>3</sup>/día. Por lo tanto, si se considera que las dos características analizadas en la **Figura 62** son importantes para el posicionamiento en el mercado, entonces la estrategia de *marketing* debe contemplar una alta presencia en redes sociales para competir con las empresas que ya están en el mercado actualmente.

### 5.3.3 Matriz FODA

El análisis FODA es una herramienta sencilla que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización (Ponce, 2007). Las siglas FODA hacen referencia a los conceptos: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Al analizar estos cuatro conceptos en una empresa, se pueden conocer los aspectos positivos y negativos de la organización, interna y externamente.

Las Fortalezas y Debilidades son factores internos que se refieren directamente a la organización y sus cualidades. Las Oportunidades y Amenazas son factores externos sobre los cuales la organización no tiene control alguno, pero afectan a la misma.

Con los modelos anteriores (Tabla Comparativa y Mapa de Posicionamiento Competitivo) se pueden observar las características de las empresas competidoras. En este caso, con la Matriz FODA (**Figura 63**) se observan los elementos que integran la empresa responsable de comercializar la DMG, de la cual aún no se ha desarrollado el plan de negocios. No obstante, se tomaron en cuenta las características básicas que ya son conocidas respecto a esta tecnología, sus retos y sus posibilidades.

**Figura 63.** Matriz FODA.

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Factores internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización energía renovable: geotermia.</li> <li>• Promueve seguridad energética (por la disponibilidad de la geotermia y por no depender de los combustibles fósiles)</li> <li>• Impulso social: empleos, capacitación y desarrollo de comunidades.</li> <li>• Ahorro económico en el uso energético.</li> <li>• Atiende los crecientes problemas de escasez de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos en el desarrollo del producto actualmente (por ser innovación), lo que genera un precio más alto que el de la competencia que ya está en el mercado.</li> <li>• Mayores costos de la instalación (por la perforación del pozo geotérmico).</li> <li>• La empresa está en etapa de desarrollo y necesita tiempo para consolidarse y posicionarse en el mercado.</li> </ul>
	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Factores externos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En materia del cambio climático, el Gobierno de México se comprometió a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030.</li> <li>• Ley de Transición Energética (2015): el 35% de la electricidad debe provenir de fuentes limpias en 2024.</li> <li>• Escasez y sobreexplotación de acuíferos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los competidores que venden plantas desaladoras ya están bien posicionados en el mercado.</li> <li>• Falta de conocimiento de la energía renovable geotérmica y sus beneficios.</li> <li>• Entrada de competidores extranjeros con menores costos.</li> <li>• Vulnerabilidad a la recesión.</li> </ul>

Aspectos positivos

Aspectos negativos

Fuente: *Elaboración propia.*

A su vez, es importante recalcar que para este análisis se está considerando que la DMG es un proyecto aislado, donde la energía geotérmica solamente se aprovechará para el proceso de desalación; de este modo se puede comparar directamente con la competencia que sólo vende las plantas desaladoras.

En el caso contrario, si se tomara en cuenta la DMG como parte de un proyecto integral, implicaría considerar el aprovechamiento del fluido geotérmico extraído para diferentes procesos aparte de la desalación. Este último caso será más detallado en el siguiente capítulo, *Análisis Comercial*, en donde se explicará cómo el uso de la geotermia aporta la cualidad de aprovechamiento integral de la energía.

#### **5.3.4 Resultados del Análisis de la Competencia**

Los principales objetivos al realizar el análisis de la competencia de la DMG fueron: entender quiénes son sus principales competidores e identificar cuál es su ventaja competitiva. Tomando en cuenta solamente la competencia directa, que se refiere a las empresas que venden plantas desaladoras, se realizó una lista de 10 empresas competidoras que inciden en la región de la PBC. Esta lista se realizó consultando el buscador de Google y la página web de la Sección Amarilla (**Tabla 71**), y de ahí se seleccionaron 7 empresas consideradas las más afines al mercado objetivo (el subsector agrícola de La Joya, Ensenada).

Para estas 7 empresas competidoras, se realizó la comparación de sus productos y de su *marketing*, y posteriormente se realizó un análisis del alcance que tienen en el mercado *online* a través de las plataformas *SE Ranking* (**Tabla 74**) y *Metricool* (**Figura 61**). Con la información recabada, se realizaron tres modelos que permiten visualizar las características de los competidores y de la tecnología DMG.

Gracias a los primeros dos modelos, se pueden comparar con más facilidad las 7 empresas. En el primer modelo, Tabla Comparativa (**Tabla 75**), se observan las características principales de cada empresa en una sola tabla. En el segundo modelo, Mapa de Posicionamiento Competitivo (**Figura 62**), se evalúa la variedad de productos y la presencia en redes sociales que tienen las empresas competidoras, para posicionarlas en un gráfico XY que permite identificar el lugar que ocupa cada empresa.

Con estos dos modelos, se pueden distinguir las siguientes cuatro características que son relevantes para la comparación con la DMG:

- Carbotecnia es la única empresa que vende una planta desaladora que utiliza energía renovable (energía solar).
- Agro-mation es la empresa más afín al mercado objetivo de la DMG, debido a que está enfocada al sector agrícola de Ensenada.
- Carbotecnia es la empresa con más presencia en redes sociales y con más visitas mensuales con motivos comerciales a su página web (más de 8,000 clics al mes en la región de México).
- Carbotecnia, Hidroagua y CBR Ingeniería son las tres empresas con mayor variedad de productos y mayor presencia en redes. Esto se obtuvo con el análisis realizado a través del Mapa de Posicionamiento Competitivo.

El tercer modelo, Matriz FODA (**Figura 63**), permite comprender los factores internos y externos de la empresa que será responsable de comercializar la tecnología DMG. Estos factores se pueden resumir de la siguiente manera:

- Aspectos positivos
  - Fortalezas: Atiende los problemas de escasez de agua a través de la desalación de agua de mar y utilizando energía geotérmica, la cual es renovable y promueve la seguridad energética.
  - Oportunidades: El cambio climático compromete al Gobierno a reducir los impactos ambientales negativos, fomentando leyes que promuevan la tecnología sustentable.
- Aspectos negativos
  - Debilidades: Altos costos en el desarrollo de la tecnología y en la inversión inicial de su compra (por los costos de instalación).
  - Amenazas: Competidores con precios más bajos y mejor posicionados en el mercado actualmente.

Mediante estos tres modelos se puede apreciar quiénes son los dos mayores competidores de la DMG. El competidor más fuerte es Carbotecnia debido a la afluencia de visitas a su página web con motivos comerciales, y comparte la característica de uso de energía renovable en uno de sus productos. Por otra parte, el competidor más afín es Agro-mation, pues no sólo está enfocado al mismo sector (agrícola) sino que se encuentra localizado en la zona del mercado objetivo (Ensenada).

Adicionalmente, con base en el análisis FODA, se puede determinar **la ventaja competitiva de la DMG: impulsa el desarrollo sostenible preservando los recursos hídricos y además promueve la seguridad energética, esto a través de la sinergia de la desalación y la geotermia**. Esta ventaja es relevante en el contexto actual, donde el Gobierno de México impulsa cada vez más políticas que promueven el cuidado del medio ambiente, como la Ley de Transición Energética. Además, es importante recalcar que no existen desaladoras en el mercado que utilicen energía geotérmica.

Es relevante mencionar los diferenciadores que distinguen a la DMG, comparándola específicamente con los dos competidores principales (Carbotecnia y Agro-mation), en otras palabras, la ventaja competitiva que tiene la DMG sobre estas dos empresas competidoras. A continuación, se presentan las dos comparaciones.

Primero, Agro-mation se definió como la empresa más afín al proyecto de la DMG, debido a que se propuso en este trabajo enfocar al mercado del subsector agrícola de La Joya. Con este enfoque, el principal diferenciador con la competencia es que la DMG utiliza energía renovable y promueve la seguridad energética.

En segundo lugar, la empresa Carbotecnia es la única que tiene una opción de desalación con energía renovable, pero es energía solar. La diferencia más significativa entre el uso de la energía solar y la geotérmica, es el factor de planta de la energía solar<sup>18</sup>, la cual se estima

---

<sup>18</sup> Factor de planta solar: es la relación entre la energía eléctrica producida por el sistema fotovoltaico durante un año y la energía posible de producir si hubiera operado a su potencia máxima durante ese mismo año (INECC, 21).

del orden del 64% para México, mientras que la geotérmica es del 93%. Esto se refiere a que la solar produce energía solamente cuando hay sol, por lo que no es constante. En cambio, la energía geotérmica tiene disponibilidad 24/7 los 365 días del año y los tiempos de paro son por mantenimiento, así que no depende de las condiciones climatológicas para su aprovechamiento. Hasta ahora se ha atendido la intermitencia de la energía solar con el uso de baterías, pero sigue dependiendo de condiciones externas para su cuidado; por ejemplo, en zonas de calor hay una necesidad de aire acondicionado en el banco de batería, ya que de no tenerlo se sobrecalentarían.

Por otra parte, a raíz del análisis de los competidores se pueden observar las estrategias comerciales de las otras empresas que promueven un mejor posicionamiento en el mercado. Si se adoptan las mejores estrategias, se podría potenciar una mejor entrada de la DMG al mercado de plantas desaladoras. Por ejemplo, mantener un enfoque de negocio en el sector agrícola (como Agro-mation) permite especializar el *marketing*, o tener una alta presencia en redes (como Carbotecnia) impulsa mayor presencia en el mercado *online*.

Por consiguiente, el análisis de la competencia no solo es importante para entender qué caracteriza a las empresas que compiten en el mercado, sino también para diseñar estrategias de comercialización más fiables.

## 5.4.- Conclusiones del Análisis de Mercado

El capítulo de *Análisis de Mercado* tuvo como objetivo entender el producto, los clientes y la competencia. Este objetivo se alcanzó a través de realizar el siguiente proceso (Figura 64).

Figura 64. Proceso del análisis de mercado.



Fuente: Elaboración propia.

Para ser más preciso, este proceso permitió descubrir el mercado objetivo (mediante la segmentación del mercado) y entender sus necesidades (mediante el análisis de la oferta y la demanda), así como identificar a las empresas que actualmente se dirigen al mismo mercado (mediante el análisis de la competencia).

Finalmente, para dar cierre a este capítulo, a continuación se presentan las conclusiones más relevantes obtenidas como resultado del análisis.

- ❖ De la segmentación geográfica se acotaron las tres unidades geográficas, a nivel localidad, que representan un mercado potencial para la DMG: La Joya (Ensenada, BC), San Felipe (San Felipe, BC) y Cabo San Lucas (Los Cabos, BCS). Este resultado se obtuvo a través de analizar los puntos geotérmicos de la PBC y las características del territorio y la población de cada punto; las zonas geotérmicas seleccionadas cumplieron con los tres criterios establecidos: temperatura a partir de 80 °C, distancia a la costa menor a 1 km y población relevante.
- ❖ Como resultado de la segmentación demográfica, de las tres localidades se definieron los sectores y subsectores con mayor potencial para ser clientes de la DMG. En total se delimitaron 11 subsectores: 6 para La Joya (doméstico, agrícola, ganadero, turístico, industria constructora e industria maquiladora), 2 para San Felipe (doméstico y turístico) y 3 para Cabo San Lucas (doméstico, turístico e industria constructora).
- ❖ La primera parte del análisis de la oferta indicó la cantidad de agua que es suministrada por parte del Estado a las tres localidades de interés. A través de las plantas potabilizadoras públicas, la oferta para La Joya es de 7.02 hm<sup>3</sup>/año, para San Felipe no hay oferta, y para Cabo San Lucas la oferta es de 5.68 hm<sup>3</sup>/año.

- ❖ En la segunda parte del análisis de la oferta se obtuvieron las estimaciones de la cantidad de agua ofertada a nivel subsector para cada localidad. Descontando al subsector de la industria constructora debido a que la oferta de agua para éste es relativa, se tienen los datos de oferta para los 9 subsectores restantes. Para los subsectores potenciales de la Joya, anualmente se tiene una oferta de: 0.05 hm<sup>3</sup> (doméstico), 25.64 hm<sup>3</sup> (agrícola), 0.04 hm<sup>3</sup> (ganadero), 0.03 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler) y 3.14 hm<sup>3</sup> (industria maquiladora). Para los subsectores de San Felipe, la oferta anual es de: 0.002 hm<sup>3</sup> (doméstico) y 0.007 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler). Finalmente, para Cabo San Lucas, la oferta anual por subsector es de: 0.06 hm<sup>3</sup> (doméstico) y 1.19 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler).
- ❖ Del análisis de la demanda se obtuvo la estimación de la cantidad de agua que requiere cada subsector potencial, a nivel localidad, para los mismos 9 subsectores que se evaluaron en el análisis de la oferta. La demanda anual para los subsectores de La Joya es: 26.9 hm<sup>3</sup> (doméstico), 121.3 hm<sup>3</sup> (agrícola), 73.2 hm<sup>3</sup> (ganadero), 0.18 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler) y 11.9 hm<sup>3</sup> (industria maquiladora). En San Felipe, la demanda anual es de: 1.3 hm<sup>3</sup> (doméstico) y 0.2 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler). Y en Cabo San Lucas, la demanda anual por subsector es de: 30.6 hm<sup>3</sup> (doméstico) y 2.5 hm<sup>3</sup> (turístico-hoteler).
- ❖ Comparando los resultados del análisis de la oferta y del análisis de la demanda, se demostró que, con las estimaciones realizadas, todos los casos analizados muestran que la demanda supera a la oferta, lo que significa escasez de agua para los mercados potenciales de las tres localidades de interés. La Joya es quien más porcentaje cubierto tiene, pero a quien más cantidad de agua le hace falta (17.91% y -131.65 hm<sup>3</sup>/año) y San Felipe es quien menos porcentaje cubierto tiene, pero menos cantidad de agua requiere (0.73% y -1.29 hm<sup>3</sup>/año). Además, los resultados mostraron que al subsector que más agua le hace falta es al subsector agrícola de La Joya, con una escasez de 95.8 hm<sup>3</sup>/año.
- ❖ Como resultado de los análisis de oferta y demanda, se concluyó que el subsector agrícola de La Joya es el más relevante y se continuará el trabajo enfocándose sólo a este subsector. Para fundamentar esta decisión, se consideraron los siguientes factores: mayor escasez de agua, seguridad en la veracidad de los resultados, análisis de los recursos hídricos y relevancia socio-económica del subsector. Y, por otra parte, se resaltó la importancia de promover conjuntamente estrategias tecnológicas y políticas para el cuidado del agua.
- ❖ Con el análisis de la competencia se descubrió que los competidores más relevantes para tomar en cuenta actualmente son Carbotecnia y Agro-mation. El primero debido a la afluencia de visitas a su página web con motivos comerciales, y también porque es la única empresa que vende un producto que usa energía renovable (solar). El segundo debido a que es la empresa más afín al subsector potencial seleccionado, el subsector agrícola de La Joya.
- ❖ Finalmente, gracias al análisis de la competencia se obtuvo la ventaja competitiva de la tecnología DMG sobre las empresas competidoras. Ésta es que la DMG impulsa el desarrollo sostenible preservando los recursos hídricos y además promueve la seguridad energética, esto a través de la sinergia de la desalación y la geotermia.

Respecto a los resultados anteriores, en caso de que el desarrollo de este proyecto se lleve a cabo en un futuro a mediano plazo, se debe considerar una actualización con la nueva información disponible, desde la localización de los puntos geotérmicos hasta la introducción de nuevos competidores al mercado.

Además, en caso de explorar nuevas zonas para comercializar esta tecnología, se puede utilizar la metodología de este trabajo como guía para realizar el análisis del mercado en el que se pretende participar, siguiendo el proceso de la **Figura 64**.

Por último, es relevante esclarecer que para fines de este trabajo se eligió enfocarse en el subsector agrícola de La Joya debido a su relevancia hídrica (por su alta escasez) y su relevancia socio-económica. Sin embargo, en los *Resultados del Análisis de la Oferta y la Demanda* se muestra que existe escasez en todos los subsectores potenciales, y un proyecto de sustentabilidad hídrica y energética como la DMG es relevante en el mercado potencial de la PBC. Por lo tanto, a pesar de la focalización al subsector agrícola de La Joya en este trabajo, se recomienda que en trabajos futuros sobre la DMG se consideren los demás subsectores como parte del mercado potencial relevante.



## 6.- ANÁLISIS COMERCIAL

Como seguimiento del análisis de mercado, en este capítulo se realiza el análisis comercial de la DMG, en el cual se evalúan los aspectos relacionados con el producto y su empresa, con el fin de identificar oportunidades y desafíos que presenta esta tecnología al llevarse al mercado objetivo (el subsector agrícola de La Joya-Ensenada-Maneadero).

Así mismo, este proceso de análisis permite sentar las bases para diseñar las estrategias de comercialización, a través de decisiones informadas que incrementan las posibilidades de éxito en el desempeño comercial de la DMG.

La estructura del capítulo consta de 4 subtemas: primero se revisan los aspectos técnico-económicos del producto, en el segundo subtema se analizan los aspectos socio-ambientales que implican introducir la DMG en la zona objetivo, el tercer subtema consiste en un análisis de riesgos y sus respectivas propuestas para mitigarlos, y el cuarto abarca las estrategias de comercialización y sus especificaciones.

Los primeros dos subtemas, *Aspectos Técnico-Económicos* y *Aspectos Socio-Ambientales*, tienen como objetivo presentar los elementos de la DMG correspondientes a cada aspecto y que son relevantes para el análisis comercial. En otras palabras, se presentan los componentes técnicos, económicos, sociales y ambientales que estructuran la DMG y que tienen relevancia comercial. De esta manera, se sientan las bases para entender qué distingue a la DMG, cuáles son las oportunidades que representa y porqué es relevante invertir en esta tecnología para fomentar la seguridad hídrica y energética de la zona.

### 6.1.- Aspectos Técnico-Económicos

En el capítulo 4, titulado *Desaladora Modular Geotérmica (DMG)*, se introdujo la tecnología de la DMG, la cual vincula la energía geotérmica y la desalación. Se presentó su desarrollo en el Grupo iiDEA del Instituto de Ingeniería la UNAM, y algunos de los resultados más relevantes de las investigaciones realizadas (trabajos de tesis) en los últimos 10 años para contribuir al desarrollo teórico y práctico de la tecnología.

A lo largo de los trabajos de investigación, se determinaron los parámetros técnico-económicos para el sistema DMG. Por ejemplo, en el ámbito técnico, se estableció como parámetro de rendimiento una capacidad de 40 m<sup>3</sup>/día para un sistema comercial (Rodríguez, 2016), o también se precisó que el sistema puede ser alimentado energéticamente con recursos geotérmicos de baja entalpía que tengan temperaturas mayores a los 80 °C (Caldera, 2016). En la **Figura 33** se muestra el proceso de desalación de la DMG, y en la **Figura 35** y la **Figura 39** se muestran el prototipo del sistema.

Por otra parte, en los estudios del ámbito económico, se establecieron los límites mínimos del precio del agua y del costo de equipamiento de la DMG (**Tabla 18**) buscando la competitividad en el mercado cuyo valor promedio es de \$0.05 por litro; donde para La Joya se estableció un precio del agua de 0.028 MXN/litro y costo de 780,858.24 MXN para el equipamiento de la DMG. También, se realizó la evaluación financiera a través de analizar indicadores de rentabilidad (**Tabla 19**). Los estudios económicos realizados concluyeron que el proyecto es rentable al cumplir con las características establecidas en las

investigaciones, y que el costo de energía eléctrica es uno de los factores que influyen considerablemente en la rentabilidad del proyecto.

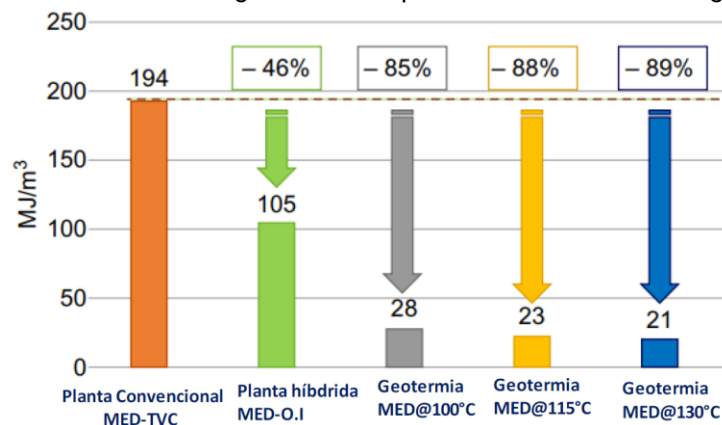
Partiendo de este último aspecto (el costo de la energía eléctrica), los autores Gallegos y Rodríguez (2015) indican que “las tarifas promedio de México son 25% más altas que en Estados Unidos y hasta un 150% superiores en el sector residencial de alto consumo”, lo que implica que la energía eléctrica es considerada costosa. Además, según estos autores, existen otros factores que afectan al sector eléctrico mexicano:

- La red eléctrica mexicana tiene pérdidas muy por encima del promedio internacional, perdiendo un 17% de electricidad en el proceso de transmisión y distribución, siendo este porcentaje uno de los más altos del mundo.
- El consumo está concentrado, ya que menos del 1% de los usuarios de la CFE consume el 58% de la energía eléctrica de México.
- La demanda está creciendo, se espera que para el año 2027 las ventas internas de electricidad se dupliquen respecto a 2012, con una tasa de crecimiento promedio anual mayor a 4%.
- En 2010, las localidades con menos de 2,500 habitantes representaron el 75% de las viviendas sin electricidad. Para atenderlas se requeriría construir infraestructura de transmisión, que implicaría incremento en los costos por tratarse de zonas remotas y con baja densidad poblacional.

Con el uso de energía geotérmica en el proceso de desalación, se sustituye el uso de energía eléctrica en la mayor parte del proceso, y se hace uso de energía térmica proveniente del fluido geotérmico de baja entalpía extraído del subsuelo. Esto implica un ahorro de energía eléctrica de aproximadamente el 70% en el proceso, lo que conlleva a reducir la carga a la red eléctrica y otros factores ambientales que serán mencionados en el siguiente apartado (*Aspectos Socio-Ambientales*).

El ahorro energético fue estudiado en el trabajo de tesis de Martínez (2019), donde mostró los resultados de la investigación de Lund & Boyd (2016) en la cual se estimó el ahorro energético de una planta MED que utiliza recursos geotérmicos de media entalpía a temperaturas de 100, 115 y 130 °C, con ahorros desde 46% para un modelo híbrido con OI y hasta 89% para una temperatura de 130 °C (**Figura 65**). A partir de estas investigaciones se concluyó que el ahorro energético para la DMG utilizando recurso geotérmico de baja entalpía es de aproximadamente 70%.

**Figura 65.** Efecto del ahorro energético de una planta MED al utilizar energía geotérmica.

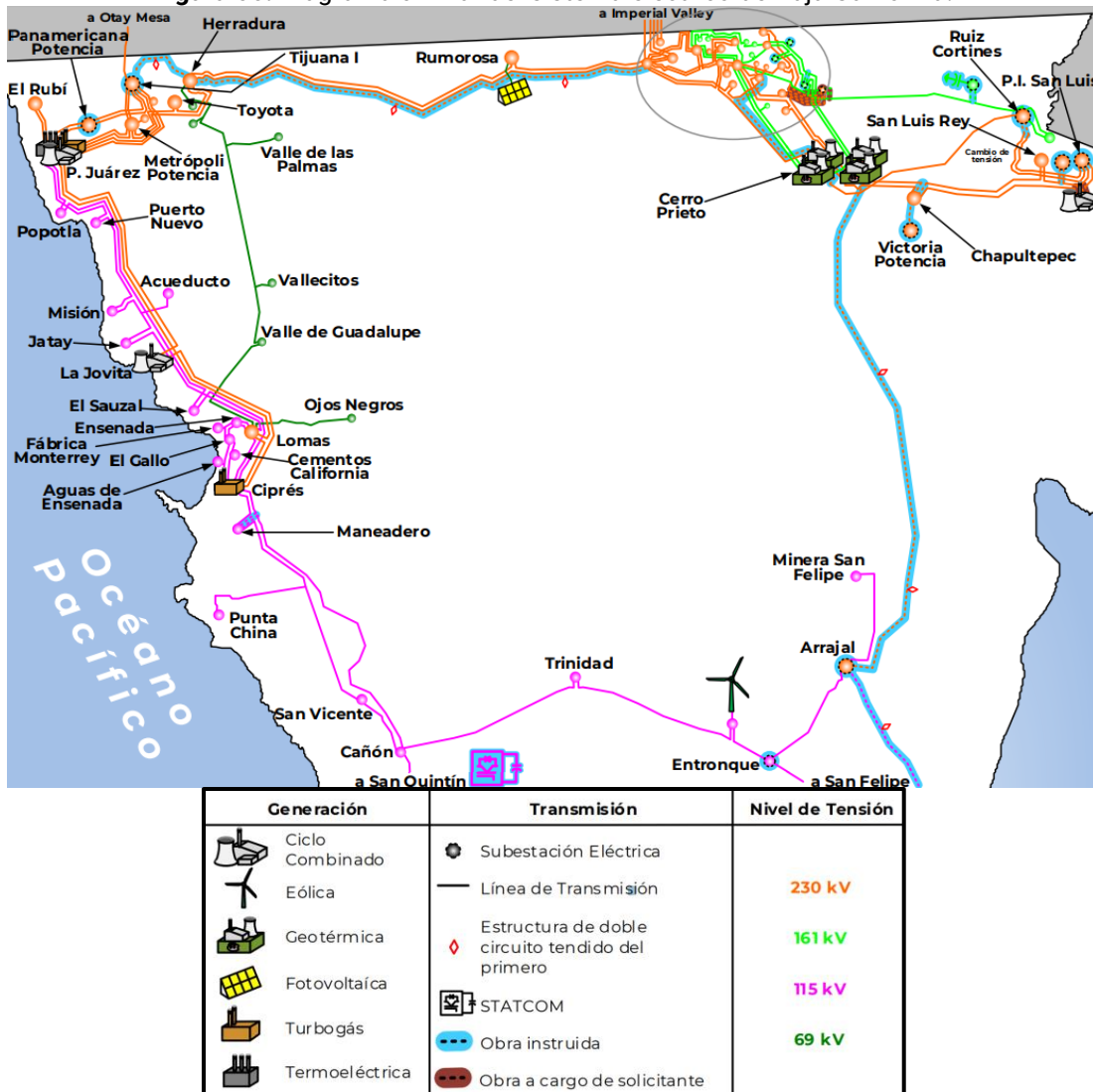


Fuente: Martínez (2019).

Además, sustituir la fuente energética principal por la geotermia implica reducción de costos y ahorro económico. Para utilizar la energía geotérmica se requiere una inversión inicial considerable para la perforación del pozo y la instalación de tuberías, pero los costos mensuales disminuyen significativamente debido a la reducción del uso eléctrico. En cambio, una planta desaladora de ósmosis inversa consistiría en un alto consumo de energía eléctrica con altos costos mensuales permanentes.

En el estado de BC existe la infraestructura de la red eléctrica (Figura 66), pero la demanda energética rebasa su capacidad de generación según información del CENACE (Baylon, 2023), lo que implica que existe un déficit energético en el estado de BC. Además, esta insuficiencia tiene precedentes; en el año 2020 se pronosticó una falta de entre 450 MW y 550 MW para BC (Gobierno del Estado de Baja California, 2020), y como estrategia de solución, se realizó una campaña solicitando apoyo de la ciudadanía para reducir su consumo de energía y evitar llegar a un estado crítico. El déficit del 2020 fue causado por una fuerte onda de calor, la cual propició el incremento del consumo energético por el uso de aire acondicionado y sistemas de refrigeración.

Figura 66. Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Baja California.



Fuente: CENACE (2020).

Entonces, debido al déficit energético del estado de BC, cuando se construye una planta desaladora de ósmosis inversa en el estado es requisito instalar una subestación eléctrica para el suministro energético. Esta subestación debe cubrir la demanda energética para el funcionamiento de toda la planta, incluyendo el de la bomba para la extracción del agua de mar. Por consiguiente, los costos iniciales de una planta desaladora de OI deben incluir la instalación de la subestación eléctrica; lo que contribuye a que se equipare con los costos iniciales de la DMG.

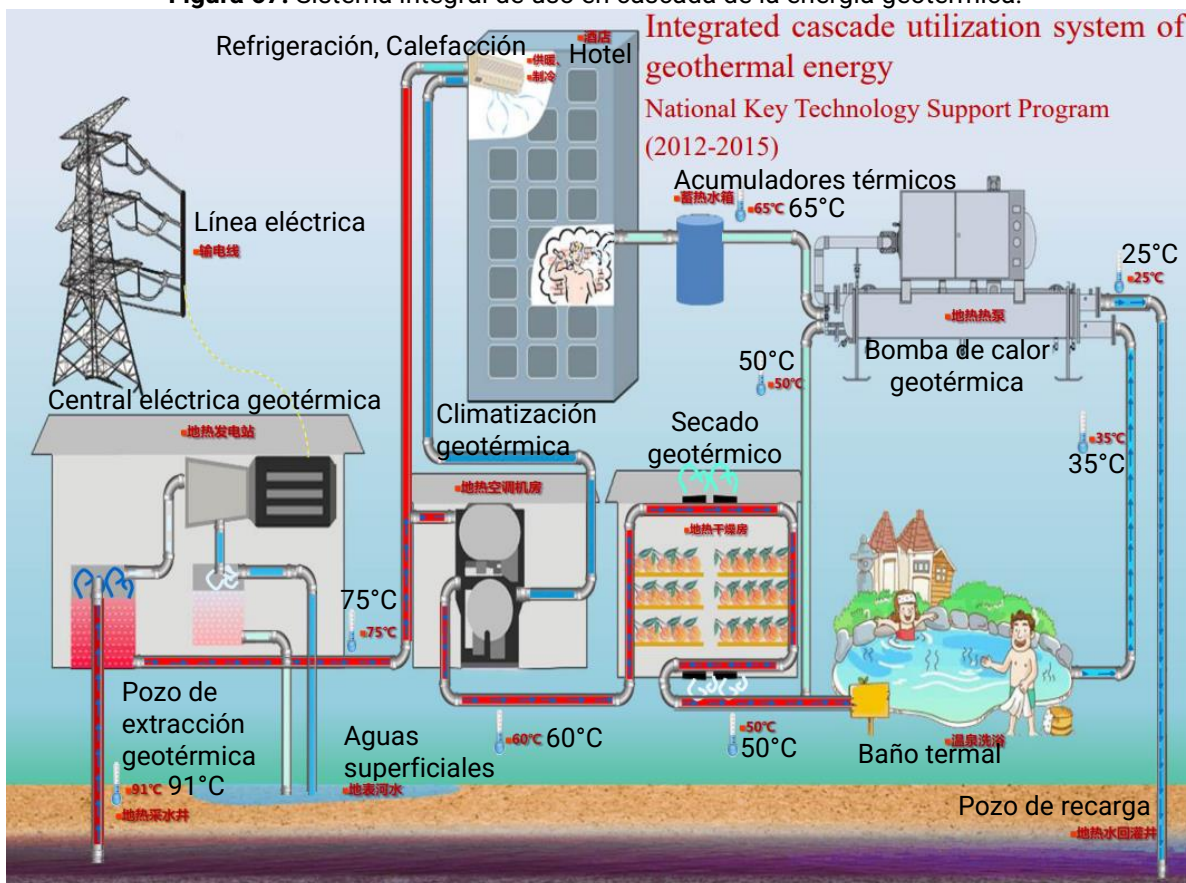
Es importante remarcar que la deficiencia energética afecta a todos los sectores. Cuando se sobrecarga la red eléctrica se provocan apagones que afectan tanto en el plano doméstico como el industrial y comercial. Y cuando esta sobrecarga se debe a factores externos, como las ondas de calor, fallan los pronósticos y conlleva a falta de medidas para contrarrestar las repercusiones. Además, este tipo de fenómeno se ha vuelto más común e intenso debido al cambio climático. La científica Graciela Raga del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM puntualizó que la frecuencia por década de las ondas de calor ha aumentado sistemáticamente, y que acrecientan su intensidad por factores como baja humedad en el suelo. “Notemos que gran parte del territorio nacional registra sequía severa y extrema” (Martínez, 2023), como es el caso de la PBC.

Ante este contexto, se vuelve significativo considerar las energías renovables como fuente principal de suministro energético en las tecnologías emergentes, y que sean consideradas desde el diseño como el caso de la DMG. En el apartado de *Análisis de la Competencia*, se mencionó que una empresa competidora, Carbotecnia, cuenta con una opción de desalación con energía solar. Sin embargo, también se señaló que el factor de planta de la energía solar es menor que el de la energía geotérmica, además de que la geotermia tiene una disponibilidad continua (las 24 horas del día y los 365 días del año) y su aprovechamiento no depende de las condiciones climatológicas. Estas características colocan a la geotermia como la fuente de energía que brinda una mayor seguridad energética para las tecnologías de desalación que se encuentren en las zonas donde existan recursos geotérmicos.

Adicionalmente, la geotermia presenta la oportunidad de desarrollar múltiples actividades a partir de una misma línea de corriente de agua termal, es decir, una vez extraído el fluido geotérmico éste puede ser aprovechado para diferentes actividades que requieran energía térmica antes de ser reinyectado al subsuelo. A esto se le denomina uso en cascada, y se introdujo este concepto en el Capítulo 3, *Energía Geotérmica*, en el apartado 3.4 *Usos Directos de la Geotermia*.

El uso en cascada de la energía geotérmica permite incrementar la eficiencia en la utilización de este recurso, pues se aprovecha el fluido geotérmico extraído en diversas actividades y procesos, además de que propicia el desarrollo económico y social por las nuevas actividades en la zona a la que se dirija. En la **Figura 67** se presenta una imagen en la que se puede observar un ejemplo de un sistema integrado geotérmico con uso en cascada, el cual fue presentado por el Dr. Pang Zhonghe en el 41° Consejo Internacional de Recursos Geotérmicos. El principio de diseño del sistema es el uso en cascada del fluido geotérmico de desecho de cada proceso, acorde con el grado de temperatura y energía que requiere cada uno; las actividades del sistema incluyen una central eléctrica, un sistema de climatización para un hotel, un sistema de secado de alimentos, una bomba de calor geotérmica y la calefacción de un baño termal.

**Figura 67.** Sistema integral de uso en cascada de la energía geotérmica.



Fuente: Zhonghe (2017) y traducción a través de DeepL (2023).

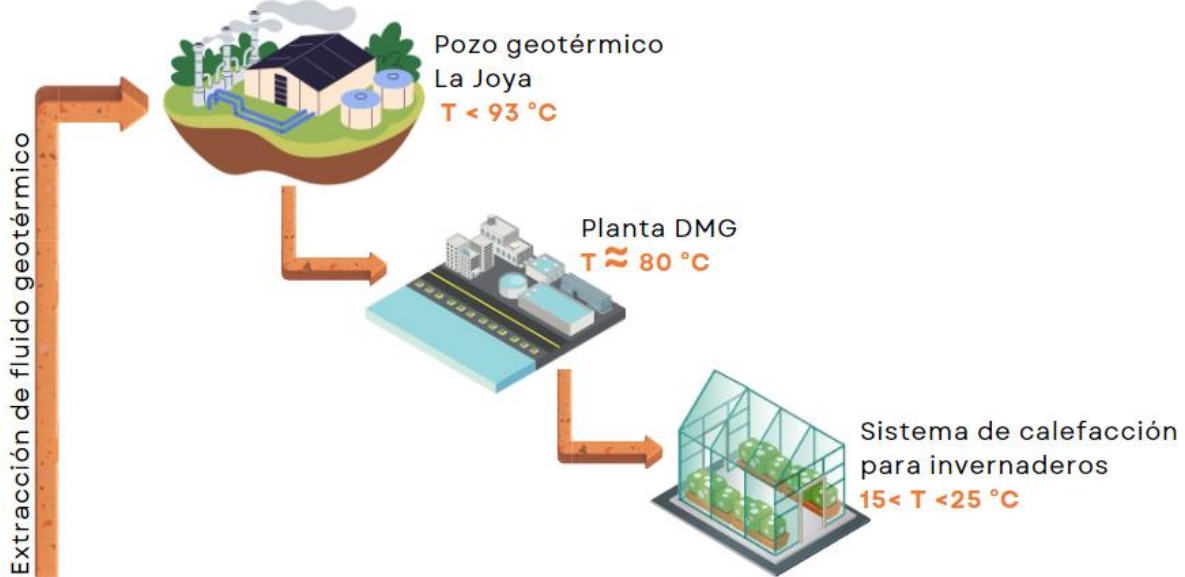
Cuando se hace el uso en cascada de los recursos geotérmicos, cada que se utiliza el fluido para algún proceso, la temperatura de salida es menor que a su entrada debido a las pérdidas energéticas. Por lo tanto, para el diseño del uso en cascada se debe tomar en cuenta cuál es la temperatura necesaria para cada proceso.

Para el caso de la DMG, tomando en cuenta el mercado objetivo (el subsector agrícola), se presenta en la **Figura 68** una propuesta de uso en cascada para el aprovechamiento del fluido geotérmico, la cual considera una actividad que puede complementar a los clientes de este mercado: los invernaderos. En la propuesta se plantea lo siguiente: se extrae el fluido geotérmico a temperaturas de máximo 93 °C<sup>19</sup>, después se utiliza para el proceso de desalación de la DMG que requiere temperaturas mínimas de 80 °C, y finalmente se puede utilizar el fluido para un sistema de calefacción en invernaderos. La temperatura para la última actividad corresponde a un rango entre 15 °C y 25 °C; estos datos fueron obtenidos a partir de las gráficas de las temperaturas óptimas para el cultivo del jitomate, pepino y lechuga, las cuales se presentan en el **Anexo 7**.

El sistema propuesto (**Figura 68**) ya no considera la DMG como un proyecto aislado, sino como un proyecto integral que aprovecha de mejor manera la energía geotérmica.

<sup>19</sup> En el apartado 5.1.2 *Segmentación Demográfica* se indica que en la zona geotérmica de La Joya se registraron temperaturas de 52 °C en la superficie y de hasta 93 °C a una profundidad de 20 cm.

**Figura 68.** Sistema integrado de uso en cascada con recurso geotérmico de baja entalpía integrando la planta DMG, para la zona geotérmica de La Joya.



Fuente: Elaboración propia.

Este sistema integrado tiene dos características importantes que es necesario aclarar. La primera es que las actividades que conformen el uso en cascada son adaptables y dependerán del cliente, sus oportunidades y sus necesidades. Por ejemplo, al mercado potencial podría interesarle incidir en actividades ganaderas y de acuicultura, las cuales utilizan temperaturas óptimas de entre  $10$  y  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (**Anexo 8**), que se podrían anexar al sistema integrado de la **Figura 68**. O también, si la empresa interesada en adquirir la DMG como parte de un proyecto integral se dedica al turismo, entonces podría interesarle incluir la actividad de calentar agua para un balneario (como en el ejemplo de la **Figura 67**). En el **Anexo 9** se presenta una tabla<sup>20</sup> que muestra algunas actividades pertenecientes a la industria y los rangos de temperatura con los que pueden llevarse a cabo.

La segunda característica importante es que las temperaturas consideradas, tanto del pozo como de los invernaderos, se tendrán que estudiar más a fondo cuando se tenga contacto con el cliente. Esto quiere decir que, una vez que se tienen las actividades que conformarán el proyecto integral, se deberán investigar las temperaturas que aplican para éste desde el pozo. Esto se debe a que la temperatura del fluido geotérmico varía un poco dependiendo de dónde se haga la perforación, y también, en el caso de un invernadero, la temperatura requerida dependerá del cultivo de interés. En pocas palabras, una vez que se tenga el diseño del sistema integral para un cliente específico con las actividades y procesos que conforman el uso en cascada, se tienen que investigar las temperaturas específicas que apliquen al caso particular del proyecto.

Entonces, como conclusión del *Sistema integrado de uso en cascada con recurso geotérmico de baja entalpía integrando la planta DMG*, la propuesta de la **Figura 68** se puede y se debe adaptar a cada cliente.

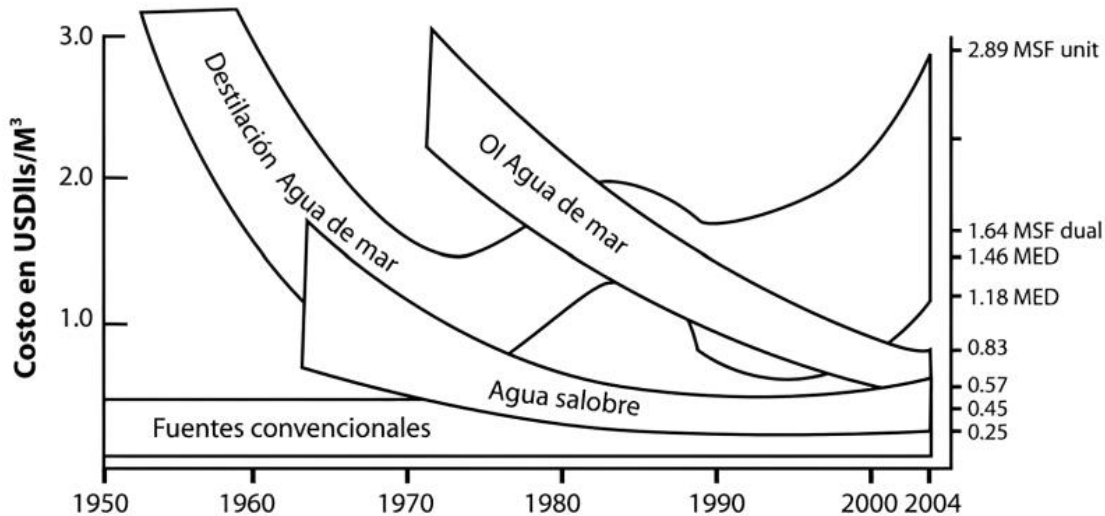
<sup>20</sup> En esta tabla, la primera columna muestra 11 actividades que utilizan temperaturas menores a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ : empaquetado de carne, carnes preparadas, queso natural, deshidratación (3), molienda de maíz húmedo, azúcar de remolacha, bebidas no alcohólicas, bloques de hormigón (1) y premezclado.

Actualmente, ya existen sistemas integrales de uso en cascada para la geotermia en funcionamiento, y uno de los más conocidos se encuentra en Islandia e incluye al famoso centro turístico y balneario *Blue Lagoon*. Las actividades incluidas en este sistema no pertenecen todas a la misma empresa, sino que son diferentes empresas aprovechando el fluido de dos plantas geotérmicas pertenecientes a HS Orka (**Anexo 10**), y entre las actividades están: el balneario y spa de *Blue Lagoon*, sistema de calefacción para hoteles, recicladora de carbón, centros de investigación genética, producción de agua caliente para comunidades, entre otras.

Considerar la DMG como parte de un proyecto integral, se debe a que una de las filosofías del Grupo iiDEA es fomentar las soluciones holísticas, donde se atiendan diferentes problemáticas y necesidades de una comunidad para impulsar su desarrollo socio-económico cuidando los recursos naturales de la zona. Además de que se promueve la eficiencia energética por el aprovechamiento integral del fluido geotérmico que proporciona la geotermia.

Por último, para cerrar los aspectos técnico-económicos, es fundamental entender que los costos de las tecnologías de desalación han disminuido con el tiempo. La **Figura 69** nos muestra los costos históricos de desalación desde su invención hasta principios de este siglo, incluyendo los costos de inversión, amortización, operación y mantenimiento; donde, por ejemplo, para la desalación de agua de mar con OI los costos se redujeron más del 70% en 30 años. La disminución de los costos se debe en gran parte a las mejoras tecnológicas.

**Figura 69.** Comparativo de los costos históricos de desalación.



Fuente: Correa (2007).

A la fecha de publicación del artículo que presentó la imagen anterior, en Ensenada “para una familia con un consumo promedio de 33 a 49 m<sup>3</sup> al mes, el costo de agua es de 8.4 a 12.2 pesos por m<sup>3</sup>, respectivamente (0.76 a 1.1 dólares), estos precios nos indican que el costo del agua de fuentes naturales es superior al costo del agua desalada según las estimaciones de la Comisión Costera de California en 2003 que publica un precio de producción entre 0.57 y 0.83 USD/m<sup>3</sup>, para la zona del sur de California” (Correa, 2007). Entonces, desde 2003 se consideró la desalación como una alternativa rentable y conveniente para la zona de Ensenada, Baja California.

Como referencia, actualmente la tarifa de agua potable por m<sup>3</sup> para Ensenada es de 20.27 pesos (1.15 dólares<sup>21</sup>) para el sector doméstico y de 74.15 pesos (4.21 dólares<sup>21</sup>) para el sector industrial (SINA, 2021b). Por otro lado, el costo promedio por m<sup>3</sup> sin IVA de los años 2018-2021 de la Desaladora de Ensenada es de \$34.71 (1.97 dólares<sup>21</sup>), con un gasto promedio anual de 170.33 l/s y un volumen entregado de 18,056,000 en ese periodo (CEA, 2022).

En el caso de la desalación con geotermia (la DMG), se espera que con el ahorro económico que implica el uso del recurso geotérmico, el precio se encuentre alrededor de los 80 centavos de dólar por m<sup>3</sup> (Aviña, 2015).

En conclusión, la tecnología DMG tiene las siguientes ventajas/fortalezas técnico-económicas:

- Es un proyecto que fomenta la seguridad energética a través del uso de los recursos geotérmicos de baja entalpía, y debido a la no dependencia de la disponibilidad y los precios de los combustibles fósiles.
- Se logra un ahorro de aproximadamente el 70% de la energía eléctrica del proceso.
- Fomenta no sobrecargar la red eléctrica de BC, donde existe déficit energético porque la demanda energética rebasa su capacidad de generación.
- Promueve el uso de energías renovables para tecnologías emergentes, donde la geotermia mostró ser la más adecuada para los procesos de desalación.
- Presenta la oportunidad de formar parte de un proyecto integral con el uso en cascada, el cual fomenta la eficiencia energética y el desarrollo socioeconómico de la zona. Además de que implica la personalización y adaptabilidad del proyecto por cliente.
- Es una tecnología rentable al compararla con la desalación OI, y es competitiva en el mercado objetivo de Ensenada debido a los precios del agua de esa zona.

## **6.2.- Aspectos Socio-Ambientales**

Es de suma importancia que, cuando se pretende introducir un producto o un servicio al mercado, se tomen en consideración los aspectos sociales y ambientales de la zona objetivo.

La opinión pública es uno de los factores decisivos para asegurar la incorporación al mercado, pues los miembros de la localidad serán los responsables del uso y del pago del producto/servicio. En el caso de las plantas desaladoras, representan una fuente segura de agua para la comunidad, pero los niveles de aceptación podrían reducirse drásticamente cuando los costos del agua son superiores a los de las alternativas. Por ejemplo, en Sonora se dio un caso de oposición en 2007, cuando se canceló el proyecto de una planta desaladora por los costos estimados de 0.90 dólares/m<sup>3</sup> contra los 0.35 dólares/m<sup>3</sup> que se pagaban en ese entonces (Correa, 2007). Pero, afortunadamente, en la actualidad la desalación en la PBC es altamente aceptada por el sector público y el privado; y como se mencionó en el apartado anterior, los costos son rentables y competitivos.

---

<sup>21</sup> Considerando el precio del dólar en noviembre de 2023, donde 1 dólar estadounidense equivale a 17.6 pesos mexicanos.



El contexto social del noroeste de México indica una crisis de abastecimiento de agua. La escasez natural de agua, el incremento demográfico que potencia la demanda, la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento y los largos periodos de sequías, son algunos de los factores que potencian el estado crítico de los recursos hídricos de la zona; es por esto que la desalación en la PBC pasa de ser opcional a ser relevante y necesaria.

En el estado actual de los recursos hídricos, con el incremento de demanda y la continua escasez, “la desalación puede aportar los caudales extras que ya se demandan y que las fuentes tradicionales no tienen disponible o que su extracción implica el deterioro de la cantidad y la calidad de este recurso en un futuro inmediato, este tipo de efectos ya se han observado en la región en forma de intrusión salina en los acuíferos” (Correa, 2007).

Por los anteriores motivos, la diversificación de las fuentes hídricas a través de la desalación conlleva a no limitar el desarrollo social debido a la escasez de este recurso, e impulsa la seguridad hídrica de la zona.

Por otra parte, en el subcapítulo anterior se mencionó que los recursos energéticos de BC están en situación de déficit, por lo tanto, también se debe procurar el uso de otras fuentes energéticas que no dependan de la quema de combustibles fósiles, los cuales incluyen carbón, petróleo y gas natural. En este trabajo se propone como alternativa las energías renovables con enfoque en la geotermia.

Comparando la DMG con las otras desaladoras, ésta propicia el ahorro de aproximadamente el 70% de la energía eléctrica, sustituyéndola por energía térmica proveniente de la geotermia de baja entalpía. Esta reducción contribuye a disminuir el impacto ambiental vinculado a la quema de combustibles fósiles<sup>22</sup>.

Por lo tanto, dentro de la importancia de la diversificación de fuentes se suman los recursos energéticos con hincapié en los renovables. Adicionalmente, como fue mencionado en el Capítulo 3, *Energía Geotérmica*, México tiene un alto potencial geotérmico y la PBC es una de las regiones con mayor oportunidad del país. Del mismo modo, se debe tomar en cuenta que las energías renovables dependen de los recursos y las condiciones del territorio, y es importante aprovechar el potencial y la eficiencia que presenta la geotermia cuando la zona provee este recurso.

Consecuentemente, en la PBC existe una necesidad social real por sistemas de potabilización con energías renovables, con el objetivo de cubrir la demanda de agua de la zona sin contribuir al rebasamiento de la capacidad de generación de la zona. Como resultado, el proyecto de la DMG se convierte en fundamental y hasta imprescindible para la seguridad hídrica y energética de la PBC.

Ahora bien, diversificar los recursos para no agotarlos es una estrategia que impulsa la protección ecológica, pero es una realidad que toda actividad humana genera un impacto ambiental y la DMG no es la excepción.

---

<sup>22</sup> Cuando los combustibles fósiles se queman, liberan dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero que, a su vez, atrapan el calor en nuestra atmósfera, lo que los convierte en los principales responsables del calentamiento global y del cambio climático (Nunez, 2023). Los combustibles fósiles comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial y el sistema energético es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (Foster & Elzinga, s.f.).

Los impactos ambientales que se adjudican a la DMG incluyen los efectos ocasionados por dos procesos: el uso del recurso geotérmico y el proceso de desalación de agua. Cada proceso conlleva sus respectivos efectos, los cuales se presentan a continuación.

#### Impactos ambientales: Geotermia

El impacto generado por la geotermia depende del tamaño del proyecto, que puede ir desde el aprovechamiento de los recursos geotérmicos de baja entalpía cercanos a la superficie con necesidad de un pozo de extracción poco profundo (como es el caso de la DMG), hasta plantas geotermoeléctricas que atiendan comunidades grandes (como es el caso de Cerro Prieto). Y se puede entender que, ante un proyecto más grande, mayor será el impacto.

De acuerdo a un artículo publicado por la CeMIEGeo (s.f.) y un artículo publicado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas de Cuernavaca (Birkle *et al.*, 2004), los principales efectos negativos que genera la industria geotérmica en el ambiente son:

- **Ruido:** se genera durante la producción, el mantenimiento y la perforación, pero es mayor durante la construcción de una planta geotermoeléctrica.
- **Emisiones a la atmósfera:** se emiten gases ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{H}_2$ ), razas de mercurio, vapor de boro y el radón, causando la contaminación de aire y suelo. Los gases emitidos se dan en menor escala que con la quema de combustibles fósiles.
- **Contaminación de aguas superficiales y subterráneas:** por la composición química del agua geotérmica, que tiene una alta concentración de minerales, sales y metales pesados, se pueden afectar los acuíferos debido a la infiltración de las salmueras residuales durante el proceso de reinyección del fluido geotérmico al subsuelo; esto se ocasiona únicamente cuando se tiene un mal manejo del fluido o de los materiales utilizados.
- **Cambios en el paisaje y uso de suelo:** se puede causar la erosión del suelo y conflicto o rechazo social por el contraste visual de la planta. Además de los efectos en el suelo por la maquinaria pesada en la etapa de perforación y construcción.
- **Ecología:** se generan impactos en los hábitats terrestres y acuáticos, como el desplazamiento de flora y fauna.

#### Impactos ambientales: Desalación

Este apartado se basa en la MIA de una planta desaladora de Sonora, realizada por la empresa consultora Infra P3 Latam S.A. de C.V (2017), donde se dividen los impactos por las tres etapas del proyecto.

##### 1. Preparación del sitio

- **Vegetación y suelo:** retiro de la capa de suelo y su cobertura vegetal.
- **Fauna terrestre y marina:** desplazamiento por ocupación, ruido y contaminantes.
- **Atmósfera:** emisión de contaminantes, gases y ruido.
- **Población:** presencia temporal de mano de obra.

##### 2. Construcción

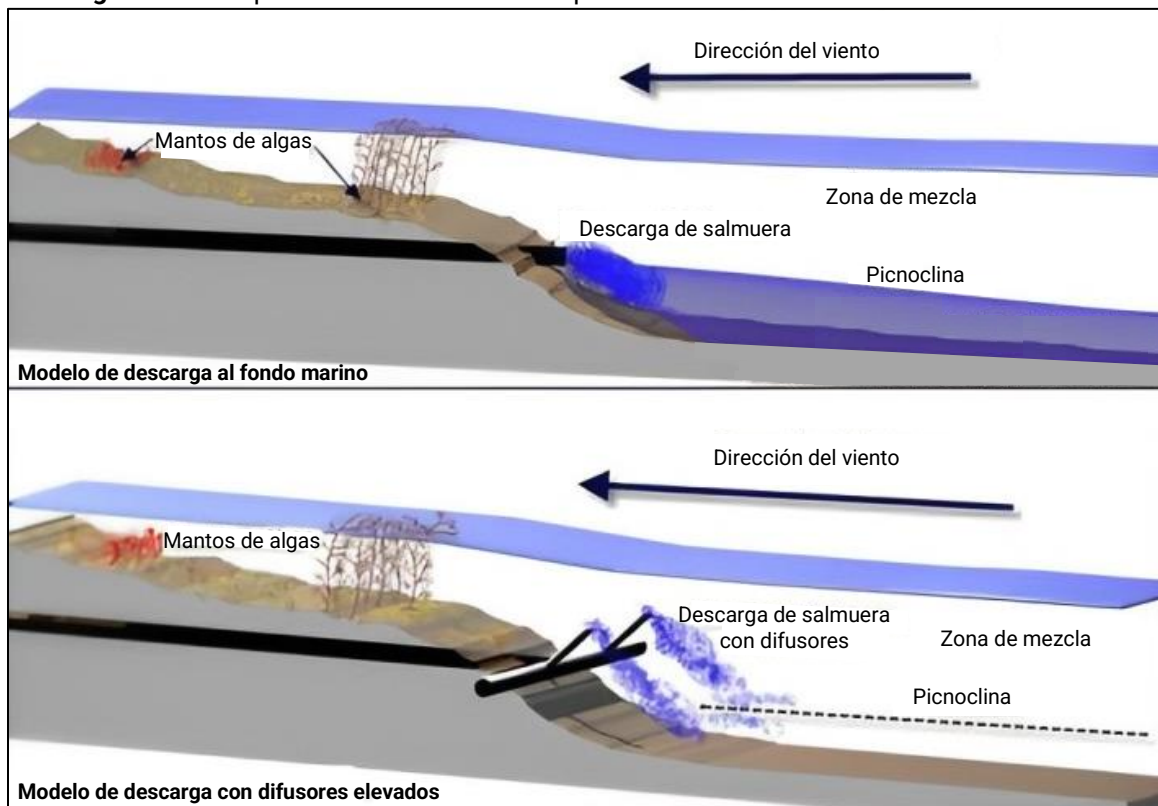
- **Calidad del aire y suelo:** incremento en generación de gases y ruido por motores.
- **Suelos:** contaminación de suelos con residuos sólidos y líquidos.
- **Fauna terrestre y marina:** desplazamiento por ocupación, ruido y contaminantes.
- **Atmósfera:** emisión de contaminantes, gases y ruido.
- **Paisaje:** cambio temporal en la topografía terrestre y fondo marino.
- **Población:** incremento en presencia por personal contratado para mano de obra.

### 3. Operación

- **Calidad del agua marina:** incremento de la salinidad por vertido de la salmuera.
- **Población:** incremento poblacional del sitio por aumento de oferta de agua.

De los impactos ambientales ocasionados por la desalación, destaca el efecto de la salmuera<sup>23</sup>, que deteriora la calidad del agua marina durante la operación de la planta. En el Capítulo 2 (*Desalación*), en el apartado 2.3 *Sustentabilidad e Impacto Ambiental*, se mencionaron más a detalle los potenciales impactos negativos de la salmuera en el fondo marino, así como métodos para evitarlos y contrarrestarlos. El más común es el método de dispersión con difusores elevados, el cual consiste en no verter la salmuera en el fondo sino donde hay corrientes marinas que favorecen la dilución y el proceso de mezcla, como se muestra la **Figura 70**.

**Figura 70.** Comparación del modelo de dispersión de salmuera con difusores elevados.



Nota: La picnoclina se refiere a la "capa de agua en la que se evidencia un cambio súbito en su densidad vinculado con la profundidad, puede ser causado tanto por cambios en la temperatura como por cambios en la salinidad del agua" (Real Academia de Ingeniería, s.f.).

Fuente: Correa (2007).

Si bien, la instalación de una DMG involucra impactos negativos, también ocasiona consecuencias positivas, tanto en el medio natural como en el socio-económico. Las alternativas implican sobrecargar la red eléctrica (por desalación con OI) o contribuir a la sobreexplotación e intrusión salina de los acuíferos (por extracción de agua subterránea).

<sup>23</sup> Como se mencionó en el subcapítulo 2.3, la salmuera es agua con altas concentraciones de SDT (mayor a 50,000 mg/l). Debido a que tiene una mayor densidad, la salmuera se hunde y reduce los niveles de oxígeno en el fondo marino, afectando a la flora y fauna de la zona.

Además, ante los impactos negativos existen soluciones técnicas o tecnológicas, como optimizar el proceso, utilizar componentes de buena calidad o el uso de sistemas inteligentes de control. También existen normas que regulan el impacto ambiental y por ello se realizan estudios previos como una MIA.

No obstante, aunado a estos dos elementos de mitigación de impacto, también es importante considerar las estrategias sociales que tienen la capacidad de intensificar el cuidado de los recursos naturales. Un ejemplo común son las campañas de concientización, las cuales tienen como objetivo reducir el consumo a nivel doméstico. Otro ejemplo más acorde al mercado objetivo, es capacitar a la industria agraria en la temática de sustentabilidad ambiental y económica, y así, fomentar que sus negocios no comprometan los recursos naturales pero que sean rentables y competitivos; en el apartado 5.2.3 *Resultados del Análisis de la Oferta y la Demanda* ya se mencionó un ejemplo más específico para este caso, el riego por goteo, que propicia eficientar el uso del agua y reduce la cantidad demandada y los costos asociados a ésta.

Paralelamente, cuando se llevan a cabo estas estrategias (técnicas/tecnológicas, normativas/investigativas y sociales/económicas), individualmente o en conjunto, se está fomentando el cumplimiento de las metas locales y nacionales de los ODS<sup>24</sup> (Figura 71).

**Figura 71.** Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).



Fuente: ONU (2015).

La tecnología DMG está directamente relacionada con los ODS 6, 7, 8 y 9 (Figura 71) que inciden en las materias de cuidado del agua, energía renovable, generación de empleos e industria sostenible respectivamente. Además, si se dirige al subsector agrícola, también se podría tener un impacto en los objetivos 2 y 12, asociados a los temas de sistemas alimenticios y responsabilidad en la producción y consumo de bienes.

<sup>24</sup> El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años (ONU, 2015).

A la vez, de cada ODS relacionado con la DMG, se está repercutiendo positivamente en el cumplimiento de las siguientes metas internacionales (ONU, 2015):

- *Meta 6.4:* De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
- *Meta 7.2:* De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas.
- *Meta 8.3:* Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.
- *Meta 9.4:* De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.
- *Meta 2.4:* Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra.
- *Meta 12.2:* De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

La DMG tiene el potencial de repercutir favorablemente en la comunidad en donde se instale, desde el cuidado de los recursos naturales de la zona hasta el impulso socio-económico por el incremento de oferta de agua y la generación de nuevos empleos capacitados. Además, si se aplica un sistema integral con el uso en cascada, incrementará el aprovechamiento de los recursos, la eficiencia del proceso y el fomento de la comunidad.

Por consiguiente, el proyecto de la DMG, dirigido o no al subsector agrícola de La Joya, tiene un impacto significativo en el desarrollo de una localidad, un país y un mundo sostenible.

Idealmente, tanto el Gobierno como las empresas deberían tener como prioridad elegir este tipo de tecnologías ante la competencia, una vez demostrado que es rentable. Y sería óptimo que igualmente se invirtiera más en la investigación y el desarrollo de la tecnología mexicana sostenible, para hacer lo posible por salvaguardar los recursos naturales de hoy y de las generaciones futuras. Sin embargo, el modelo económico y social que se vive actualmente en México aún no da preferencia a las tecnologías más sostenibles sobre las más económicas.

Este tipo de iniciativas y trabajos, como la DMG que procura impulsar la seguridad hídrica y energética de una zona con escasez en estos temas, se volverán cada vez más imprescindibles ante un contexto mundial que está siendo afectado por el cambio climático. Así que, gradualmente, será más común encontrarse con alternativas tecnológicas sostenibles y con enfoque social.

Finalmente, para cerrar este subcapítulo, se hace un resumen de los puntos principales que exponen las ventajas/fortalezas socio-ambientales que tiene la tecnología DMG:

- La desalación tiene aceptación social en la PBC, que es la zona a donde se pretende que se dirija el proyecto de la DMG. Es una tecnología que ya se emplea por el sector público y privado de la zona.
- Fomenta la seguridad hídrica ante la crisis de abastecimiento de agua que se vive en el noroeste de México, gracias a la diversificación de los recursos naturales y la utilización de agua marina o salobre.
- Con el ahorro de energía eléctrica del 70%, se contribuye a la reducción del impacto ambiental atribuido a la quema de combustibles fósiles para el sector energético.
- La DMG es una alternativa óptima para la PBC, donde existe una necesidad social real por sistemas de potabilización con energías renovables.
- A pesar de los impactos ambientales asociados a la desalación y la geotermia, las alternativas implican sobrecarga en la red eléctrica o sobreexplotación e intrusión salina en los acuíferos.
- Tiene el potencial de repercutir favorablemente en la comunidad en donde se instale, desde el cuidado de los recursos naturales hasta el impulso socio-económico.
- Promueve los ODS 6, 7, 8 y 9 y el cumplimiento de algunas metas de los mismos. Y cuando se incluye el subsector agrícola como mercado, también se incentivan los ODS 2 y 12.
- Genera un impacto significativo en el desarrollo de una localidad, un país y un mundo sostenible.

### 6.3.- Análisis de Riesgos

En los dos subcapítulos anteriores se concluyó con las ventajas/fortalezas que tiene la DMG para cada aspecto, pero también existen ciertos riesgos relacionados al desarrollo y utilización de esta tecnología. Estos riesgos suelen ser las inquietudes principales de los inversionistas o los compradores, por lo tanto, en este apartado se muestra una lista de 10 riesgos considerados los más relevantes, así como la medida de mitigación para evitarlos o solucionarlos.

Los riesgos analizados corresponden a los siguientes 5 temas: técnicos, económicos, sociales, ambientales y comerciales. En cada análisis se expone la descripción del riesgo, su medida de mitigación y dos valoraciones, éstas son la probabilidad “P” de que ocurra ese riesgo y el impacto “I” que ocasionaría el mismo. Ambas valoraciones (P, I) se expresan en porcentaje, donde cada cifra corresponde a un criterio cualitativo: Bajo, Medio o Alto; como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 75).

**Tabla 76.** Criterio asociado a los valores de Probabilidad “P” e Impacto “I”.

Rango [%]	Criterio
0 – 33	Bajo
34 – 66	Medio
67 – 100	Alto

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se presentan los 10 riesgos en el siguiente orden: 1-2 riesgos técnicos, 3-4 riesgos económicos, 5-6 riesgos sociales, 7-8 riesgos ambientales y 9-10 riesgos comerciales.

1. Correcta ubicación y temperatura del punto geotérmico elegido

P: 55%

I: 75%

*Descripción del riesgo:* Cuando se tiene un nuevo proyecto de usos directos de geotermia, como primera fase se define la ubicación y temperatura del punto geotérmico de interés. Pero, existe el riesgo de que al llegar al sitio no se tengan las temperaturas esperadas o adecuadas en el fluido geotérmico.

*Medidas de mitigación:* Como primera medida está respaldarse en estudios previos sobre los puntos geotérmicos con su temperatura y localización (como se hizo en este caso, durante la segmentación geográfica). La segunda medida es asociarse con empresas y/o academia que tengan más información respecto a los flujos geotérmicos de la zona. Y la tercera medida es complementar con mediciones en sitio.

2. Bloqueos en tuberías por precipitación de minerales del fluido

P: 35%

I: 70%

*Descripción del riesgo:* Los fluidos geotérmicos se reinyectan al subsuelo para mantener el equilibrio hídrico de la zona. Debido al contacto del agua caliente con las rocas del subsuelo, el fluido es una salmuera rica en sales minerales solubles (sílice, zinc, litio, manganeso, etc.). Durante la recuperación del calor, las salmueras geotérmicas se enfrían, lo que provoca su sobresaturación y la precipitación de los minerales (Patterson, 2006). Esto plantea un riesgo debido a que se provoca incrustación de minerales que ocasiona problemas como la interrupción de la circulación por la disminución del diámetro de tubería (Hernández, 2023). Este riesgo depende del potencial de precipitación de cada mineral; por ejemplo, la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) es un mineral que se filtra fácilmente y las salmueras se saturan rápidamente de este compuesto.

*Medidas de mitigación:* En primera instancia, se tiene que hacer un estudio de qué minerales contiene el fluido geotérmico de la zona donde se extrae, para conocer la probabilidad de precipitación de estos minerales. Después, se pueden recurrir a métodos físicos o químicos para controlar el proceso de precipitación, y con ello buscar evitar la incrustación de minerales como sílice (Hernández, 2023). Además, una medida de mitigación relevante es plantear una estrategia de extracción de los minerales de la salmuera, los cuales pueden ser aprovechados para otros procesos; por ejemplo, en Islandia extraen el  $\text{CO}_2$  del vapor geotérmico y lo combinan con  $\text{H}_2\text{O}$  para generar biomasa (Green by Island, 2021).

3. Mayores costos por diferencia del gradiente térmico registrado

P: 65%

I: 85%

*Descripción del riesgo:* La geotermia de baja entalpía, que tiene temperaturas menores a los 100 °C, suele encontrarse casi en la superficie. Y cuando se plantean proyectos de usos directos se pretende extraer el fluido a partir de los 2 metros de profundidad (Santoyo y Barragán-Reyes, 2010). Sin embargo, entre mayor sea la profundidad, mayores son los costos de perforación y tubería requerida. Entonces, en algunos casos, esto resulta en costos iniciales más altos de los esperados.

*Medidas de mitigación:* Así como en el primer punto, la mitigación de este riesgo consiste principalmente en el apoyo de las investigaciones ya realizadas que indican las temperaturas del fluido y sus profundidades. Igualmente, se mitiga este riesgo realizando estudios en sitio.

#### 4. Sistema integral con uso en cascada poco rentable o con (-)ROI

P: 30%

I: 60%

*Descripción del riesgo:* En caso de que el cliente de la DMG pretenda instalar un sistema integral con uso en cascada del fluido geotérmico para beneficiarse de él en otras actividades, existe la posibilidad de que el sistema sea poco rentable o que su retorno de inversión (ROI) sea negativo. Esto se da cuando no se tienen en consideración las actividades más productivas de la región, o cuando no se toman en cuenta los intereses de la comunidad al querer introducir un proceso ajeno a las necesidades y oportunidades que presenta la zona. Las consecuencias económicas se traducen en pérdidas, pues el proyecto no tiene suficientes beneficios y que la inversión sería más alta que las ganancias obtenidas.

*Medidas de mitigación:* Como primera medida es importante respaldarse en proyectos que ya hayan tenido éxito anteriormente (tanto económico como social). Y como segunda medida, priorizar las actividades productivas con más rendimiento en la zona; por ejemplo, para un sistema de calefacción para invernaderos, los tres cultivos más productivos de la zona son la fresa, la frambuesa y el jitomate (como se observó en la segmentación demográfica).

#### 5. Falta de aceptación social a la geotermia por desconocimiento

P: 55%

I: 75%

*Descripción del riesgo:* La geotermia no es una fuente energética tan conocida como la solar o la eólica. Esta falta de conocimiento puede ocasionar que la sociedad no entienda los beneficios que implica esta alternativa renovable sobre las demás.

*Medidas de mitigación:* A través de cursos o campañas informativas se puede mitigar este riesgo, ya sea de manera presencial o a través de las redes sociales. También, una vez que se tenga contacto con el cliente, es importante proporcionarle suficiente información al respecto. Y, por último, es fundamental compartir la relevancia de la geotermia en el proceso de capacitación de los empleados de la DMG.

#### 6. Rechazo social a la desalación por estereotipo de altos costos

P: 25%

I: 45%

*Descripción del riesgo:* Es común que la desalación no se tome en cuenta como alternativa de potabilización debido a que sus costos son más altos que las otras modalidades (como la extracción de agua subterránea a través de pozos o la potabilización del agua superficial).

*Medidas de mitigación:* En la PBC este no es el caso en general, tanto el sector público como el privado tienen en cuenta la desalación como opción viable y rentable para la potabilización. Pero, en las zonas en donde no sea así el caso, se debe concientizar y hacer énfasis en la importancia de diversificar los recursos naturales para los procesos productivos de la sociedad, para evitar la sobreexplotación de los acuíferos.

#### 7. Afectación a flora-fauna por la disposición de salmuera al mar

P: 40%

I: 65%

*Descripción del riesgo:* Como se mencionó en el subcapítulo anterior, la descarga directa de salmuera al fondo marino afecta la vida marina debido a que la densidad mayor del fluido de rechazo tiene mayor salinidad y naturalmente se diluye lento.

*Medidas de mitigación:* Con la instalación de difusores elevados ayuda a que el proceso de mezcla sea más rápido, eficiente y con menor afectación a la flora y fauna del fondo marino (como se mostró en la **Figura 70**).



#### 8. Contaminación de aguas por mal manejo del fluido geotérmico

P: 15%

I: 60%

*Descripción del riesgo:* El Artículo 36 de la Ley de Energía Geotérmica indica que “Las aguas geotérmicas que provengan del ejercicio de un permiso o concesión geotérmica deberán ser reinyectadas al área geotérmica con el fin de mantener la sustentabilidad del mismo” (Secretaría de Energía, 2014). Pero, cuando hay un mal manejo del fluido en la reinyección al subsuelo, se corre el riesgo de contaminar los cuerpos de agua subterráneos debido a que los fluidos geotérmicos contienen sales y minerales disueltos.

*Medidas de mitigación:* Para mitigar este riesgo, se debe atender la ley establecida a través de las siguientes medidas: establecer un programa de monitoreo a fin de identificar posibles afectaciones negativas a la calidad del agua subterránea, adquirir autorización en materia de impacto ambiental para el agua de retorno, adquirir el permiso de obra para el pozo de inyección, entre otras.

#### 9. Dificultad de posicionamiento rápido en el mercado competitivo

P: 95%

I: 70%

*Descripción del riesgo:* Como se observó en el Mapa de Posicionamiento Competitivo (**Figura 62**), ya existen empresas competidoras que venden desaladoras y que tienen un buen posicionamiento en el mercado, y existe el riesgo de que se le dificulte a la DMG hacerlo.

*Medidas de mitigación:* Para contrarrestar este riesgo, se debe diseñar una fuerte estrategia de *marketing* que contemple una alta presencia en redes sociales, y así lograr posicionarse en el mercado *online*.

#### 10. Alta competitividad en el mercado de desaladoras de la PBC

P: 80%

I: 65%

*Descripción del riesgo:* De la mano con el riesgo comercial anterior, la entrada de la DMG al mercado presentará retos debido a que ya existen empresas competidoras que venden plantas desaladoras. La alta competitividad implica que los consumidores y clientes elijan la opción más barata o la más famosa, y una empresa o producto nuevo en el mercado tiene mayores dificultades de ser seleccionado.

*Medidas de mitigación:* Lo más importante para poder mitigar este riesgo es entender cuáles son las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la DMG a través del análisis FODA. Y lo más importante es entender cuáles son las ventajas/fortalezas de esta tecnología para compartirlas con los consumidores y clientes (ya sea en las redes sociales, en presentaciones a inversionistas o en el discurso de venta en general).

En conclusión, de los 10 riesgos analizados, se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 77.** Resumen de resultados del análisis de riesgos.

Tema	No.	Riesgo	P	I
Técnico	1	Correcta ubicación y temperatura del punto geotérmico elegido	55%	75%
	2	Bloqueos en tuberías por precipitación de minerales del fluido	35%	70%
Económico	3	Mayores costos por diferencia del gradiente térmico registrado	65%	85%
	4	Sistema integral con uso en cascada poco rentable o con (-)ROI	30%	60%
Social	5	Falta de aceptación social a la geotermia por desconocimiento	55%	75%
	6	Rechazo social a la desalación por estereotipo de altos costos	25%	45%
Ambiental	7	Afectación a flora-fauna por disposición de salmuera al mar	40%	65%
	8	Contaminación de aguas por mal manejo del fluido geotérmico	15%	60%
Comercial	9	Dificultad de posicionamiento rápido en el mercado competitivo	95%	70%
	10	Alta competitividad en el mercado de desaladoras de la PBC	80%	65%

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4.- Estrategias de Comercialización

Antes de iniciar el proceso de comercialización, con el análisis comercial se dan a conocer las características del producto y de su empresa frente al contexto del mercado y los consumidores. Después, para cumplir el objetivo de comercializar el producto, se diseñan una serie de estrategias basadas en la información recabada; como se muestra visualmente en la **Figura 72**, para pasar del punto A–Análisis (comercial) al punto B–Objetivo (comercializar) es determinante definir las estrategias (de comercialización).

**Figura 72.** Proceso para iniciar comercialización.



*Fuente: Cologan (2017).*

La comercialización es la actividad que permite al productor hacer llegar un bien o servicio al consumidor, confiriendo al producto los beneficios de tiempo y lugar; es decir, no es la simple transferencia de los bienes al consumidor, sino que “una buena comercialización es la que coloca al producto en un sitio y momento adecuadas” (Baca, 2013). Por consiguiente, parte importante del análisis comercial en este trabajo es definir las estrategias que mejor introduzcan la DMG al mercado definido.

Las estrategias de comercialización, o de mercadeo, consisten en acciones estructuradas que se llevan a cabo para alcanzar determinados objetivos comerciales, “tales como dar a conocer un nuevo producto, aumentar las ventas o lograr una mayor participación en el mercado” (Archavaleta, 2015). Mediante ellas, se pueden establecer los medios para llegar al consumidor final, buscando diferenciarse de la competencia en virtud de la ventaja competitiva. Además, a causa de la alta competitividad en el mercado actual, es casi un requisito que se diseñen estrategias acordes a las necesidades reales de los clientes y que, al mismo tiempo, sean compatibles con las capacidades del negocio.

De acuerdo con Archavaleta (2015), actualmente se viven dos factores que aumentan la complejidad para las empresas de posicionarse y mantenerse en el mercado. El primero es la globalización, y el segundo es el constante cambio en las preferencias de los consumidores. Por consiguiente, las organizaciones deben concentrar gran parte de sus esfuerzos en el análisis, la investigación, la formulación y el diseño de las estrategias de comercialización para asegurar un crecimiento sostenido.

Sin embargo, el autor remarca que es importante tener presente que el constante cambio “ocasiona que las estrategias de comercialización que hoy día podrían considerarse innovadoras y exitosas, muy probablemente serán obsoletas en el futuro cercano”. Entonces, para asegurar la continuidad de la empresa, propone “la implantación de una cultura orientada a la continua generación de estrategias de comercialización donde el factor de éxito definitivamente es la innovación”.

Por los anteriores motivos, se destaca la importancia de las estrategias comerciales en todas las etapas de un producto, desde antes del lanzamiento al mercado y durante todo su desarrollo dentro de la empresa. En particular, en este trabajo se está realizando el análisis comercial previo a la conformación de la empresa y al lanzamiento del producto; por lo que sirve como base para continuar realizando y actualizando los análisis ejecutados en este documento, y así tomar mejores decisiones comerciales en todo momento.

### Principios

Existen diversos principios que aseguran que las estrategias planteadas sean efectivas, los tres que se consideran más importantes para este trabajo son los siguientes:

1. Los objetivos de las estrategias comerciales deben estar alineados con los objetivos, estrategias y filosofía de la empresa. Además, todos los integrantes de la organización deben estar enterados de estos objetivos y de cuál es su papel para lograrlos.
2. Las estrategias deben estar formuladas en términos operativos, es decir, como actividades específicas, y también se deben ver definidos los responsables y la duración de las mismas.
3. Es imperativo realizar un seguimiento de las estrategias para saber si se les debe realizar algún ajuste o cambio. Esto se puede realizar a través de KPIs enfocados en métricas de ventas, por ejemplo el número de clientes nuevos anuales o el crecimiento de ventas al mes, entre otras.

### Clasificación

La clasificación de las estrategias de comercialización depende de la bibliografía que sea consultada. A continuación, se mencionan algunas categorías y posteriormente se hará hincapié en las que son relevantes para este trabajo.

- *Por nivel*
  - Corporativa
  - Empresarial
  - Funcional
- *Por canal*
  - Online
  - Offline
  - Online+Offline
- *Por tipo*
  - De productos
  - De servicios
- *Por objetivo comercial*<sup>25</sup>
  - De mercadotecnia
  - De ventas
- *Por objetivo general*
  - Competitivas
  - De crecimiento

La categoría más significativa para este análisis es la que clasifica las estrategias de comercialización por objetivo general, debido a que son las que presentan ejemplos correspondientes a las diferentes etapas comerciales de un producto (desde antes del lanzamiento hasta el continuo crecimiento). Las estrategias competitivas indican un plan para obtener una posición ventajosa en el mercado, a través de sacar provecho de la ventaja competitiva, desarrollar nuevas capacidades y beneficiarse de las oportunidades (Pérez, 2021b). Las estrategias de crecimiento consisten en impulsar e incrementar la participación del mercado una vez estando dentro de él.

---

<sup>25</sup> De las estrategias clasificadas por objetivo comercial, es relevante diferenciar que las de mercadotecnia están enfocadas en generar oportunidades de mercado y las de ventas aprovechan dichas oportunidades con el fin de generar ingresos para la empresa (Da Silva, 2020).

Para fines de este trabajo, debido a que la DMG está en una etapa previa al lanzamiento, el tipo de estrategias de comercialización que se revisarán más a fondo son las competitivas, y las estrategias de crecimiento serán mencionadas para fines informativos y se tendrán como referencia para el futuro del proyecto.

### *Estrategias competitivas*

El clásico ejemplo de esta clasificación es el indicado por Michael Porter, quien definió tres tipos de estrategia competitiva (Pérez, 2021b):

- a. Liderazgo en costes: ofertar a precios más bajos que la competencia.
- b. Diferenciación: generar un valor añadido a través de características únicas.
- c. Enfoque: ofrecer en un nicho de mercado para atender sus necesidades específicas.

También existen teorías más recientes, como la de Michael Treacy y Fred Wiersema que surgió una década después, y la cual desarrolla las claves de una estrategia competitiva en base en tres disciplinas de valores (Pérez, 2021b):

- d. Excelencia operativa: centrada en ofrecer productos de valor superior, es decir, que son de buena calidad, a un precio asequible y con un servicio de entrega confiable.
- e. Liderazgo del producto: estrategia centrada en la innovación, con productos y servicios superiores a la competencia.
- f. Intimidad con el cliente: el objetivo es que el producto/servicio se adapte lo mejor posible a las necesidades del cliente, a través de conocer profundamente el perfil del cliente potencial.

De las estrategias comerciales anteriores, se puede observar que las aplicables a la DMG en esta etapa son: diferenciación, enfoque, liderazgo del producto e intimidad con el cliente.

### *Estrategias de crecimiento*

“Según Igor Ansoff, existen dos dimensiones para impulsar el crecimiento: hacia los productos actuales o nuevos o hacia los mercados actuales o nuevos” (Red Summa, 2019). Para cada dimensión existen estrategias de crecimiento, como se muestra en la **Tabla 78**.

**Tabla 78.** Dimensiones para impulsar el crecimiento.

	<b>Mercados conocidos</b>	<b>Mercados nuevos</b>
<b>Productos actuales</b>	a. Penetración de mercado	b. Desarrollo de mercado
<b>Productos nuevos</b>	c. Desarrollo de producto(s)	d. Diversificación e. Integración

*Fuente: Red Summa (2019).*

- a. Penetración de mercado: aumento de ventas mediante clientes actuales o consiguiendo clientes de la competencia.
- b. Desarrollo de mercado: aumento de ventas ofreciendo los productos/servicios actuales a nuevos mercados donde no se estaba antes.
- c. Desarrollo de producto(s): conseguir mayores ventas mediante la creación de productos/servicios nuevos o mejorados para los clientes actuales.
- d. Diversificación: desarrollo de productos/servicios nuevos y a mercados distintos a los que se está vendiendo.
- e. Integración: crecer dentro del sector actual, a través de desarrollar productos/servicios nuevos y/o dirigiéndose a segmentos de mercado nuevos.

Como se mencionó anteriormente, de este tipo de estrategias (de crecimiento) se puede observar que aún no son aplicables a la DMG, pero estos ejemplos (**Tabla 77**) sirven como marco de referencia en el futuro del proyecto.

Otra categoría relevante para este trabajo es la que clasifica las estrategias comerciales por canal: *online*, *offline* y *online+offline*. Éstas son importantes debido a que son el medio para posicionarse y promocionarse en el mercado. Las *online* abarcan las estrategias que se desarrollan a partir del internet, ya sea por páginas web, aplicaciones, redes sociales, etc. En cambio, las *offline* integran acciones tradicionales de venta en sitio. Muchas marcas comerciales exitosas integran ambos tipos: *online+offline* (Da Silva, 2020).

En definitiva, sea cual sea el marco teórico en el que se base, es fundamental plantear los objetivos comerciales de manera clara, pues son los que impulsan el plan estratégico<sup>26</sup> comercial y su efectividad. Cuando conoces con claridad cuál es tu meta, puedes diseñar el camino para llegar a ella.

### Objetivos comerciales

Retomando el inicio del subcapítulo, los objetivos comerciales son aquellos que están relacionados con la mercadotecnia (tales como dar a conocer un nuevo producto, aumentar las ventas o lograr una mayor participación en el mercado). En el caso de la DMG, se puede establecer como **objetivo general** el siguiente:

Posicionar la DMG en el mercado agrícola de las localidades La Joya, Ensenada y Maneadero, del estado de Baja California.

Este objetivo integra los resultados del análisis de mercado, en el cual se segmentó por localidad y por sector al mercado potencial más relevante de la PBC. Si este objetivo se hubiera planteado sin un análisis previo del mercado, sería un objetivo menos concreto y abarcaría un mercado más amplio, lo cual dificulta la entrada de un nuevo producto al mercado competitivo. Como ejemplo, sin el análisis de mercado, el objetivo general podría ser: Dar a conocer la DMG en la PBC.

Complementario al objetivo general, se pueden plantear objetivos específicos para guiar las estrategias comerciales. Para fundamentarlos, también es importante basarse en los resultados de los análisis previos (de mercado y comercial).

Del análisis de la oferta y la demanda, se obtuvo que el subsector más relevante para fines de este trabajo es el agrícola de La Joya, debido a que la DMG se pretende dirigir a donde exista una mayor necesidad de agua.

Del análisis de la competencia, se obtuvo que dos características importantes para el posicionamiento del mercado son la variedad de productos y la presencia en redes; por lo tanto, como la DMG que saldrá al mercado con un solo producto, entonces la estrategia de *marketing* debe contemplar una alta presencia en redes sociales para competir con las empresas que ya están en el mercado actualmente. Paralelamente, del análisis de riesgos se obtuvo que la dificultad para posicionarse rápidamente en el mercado competitivo tiene una probabilidad del 95%, y para mitigar este riesgo se debe diseñar una fuerte estrategia de *marketing* contemplando posicionarse en el mercado *online* a través de una alta presencia en redes sociales.

---

<sup>26</sup> La planeación estratégica es el trazo a largo plazo de la imagen, dirección y destino deseados de la empresa. (Rodríguez, s.f.)

Del análisis comercial, a través del planteamiento de los aspectos socio-ambientales, se obtuvo que la tecnología DMG está directamente relacionada con los ODS 6-9 (**Figura 71**). Esto repercute positivamente en el cumplimiento de las metas internacionales para un mundo sostenible, las cuales impactan a toda la humanidad y son responsabilidad de todos, especialmente de las empresas y del Gobierno de cada país.

Finalmente, de los análisis previos (de mercado y comercial), se obtuvo que la ventaja competitiva de la DMG es que impulsa el desarrollo sostenible a través de la sinergia de la geotermia y la desalación. Donde la geotermia promueve la seguridad energética, el ahorro de energía eléctrica y la reducción del impacto ambiental atribuido a la quema de combustibles fósiles; y la desalación fomenta la seguridad hídrica, contribuye a minimizar las consecuencias de la crisis de abastecimiento de agua de la zona y reduce el impacto ambiental causado por la sobreexplotación y la intrusión salina de los acuíferos. La ventaja competitiva es determinante para contrarrestar el riesgo analizado 'Alta competitividad en el mercado de desaladoras de la PBC', ya que para mitigarlo lo más importante es entender las ventajas y fortalezas de la DMG para darles prioridad al promocionar esta tecnología.

Como resultado, los **objetivos específicos** son los siguientes:

- Impulsar el desarrollo socioeconómico de La Joya-Ensenada-Maneadero, potenciando la productividad del subsector agrícola.
- Atender las necesidades hídricas y energéticas de la zona de manera sostenible.
- Ser el producto líder de desalación sostenible en el mercado agrícola de Maneadero.
- Estar bien posicionado en el mercado *online* de las desaladoras en México.
- Impulsar el cumplimiento de las metas de los ODS, de manera local y nacional.

A diferencia del objetivo general, los objetivos específicos aluden a la motivación y justificación de realizar este proyecto. También sirven como guía para establecer los objetivos de la empresa, los cuáles deben estar alineados con los objetivos comerciales (como se mencionó anteriormente en los principios para asegurar que las estrategias planteadas sean efectivas).

Ahora bien, en esta etapa del proyecto (previa a la conformación de la empresa) los objetivos planteados son concretos, porque son resultado de un análisis detallado, y son relevantes, porque atienden necesidades importantes. Sin embargo, para cuando la empresa esté constituida y se esté en la etapa previa al lanzamiento del producto, existe una metodología para definir objetivos medibles que permiten evaluar el éxito de las estrategias comerciales: la metodología SMART<sup>27</sup>. Ésta propone que los objetivos cumplan con las siguientes cinco características:

- |   |   |
|---|---|
| S | Específico: el objetivo no tiene ambigüedad para no ser malinterpretado.  |
| M | Medible: en función de métricas cuantificables o tangibles, lo que permite determinar cuándo se cumple el objetivo. |
| A | Alcanzable: el objetivo es realista.  |
| R | Relevante: se ajusta con el plan estratégico de la organización y lo respalda.                                      |
| T | Plazos determinados: se determina una fecha para lograr el objetivo.  |

---

<sup>27</sup> Las siglas provienen del acrónimo en inglés: *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time bound* (Recuperado de los apuntes del curso Fundamentos de la Gestión de Proyectos, 2022).

Esta metodología también facilita el proceso de seguimiento de las estrategias de comercialización (lo cual fue definido como imperativo en el tercer principio mencionado anteriormente), ya que se fijan métricas cuantificables. Por ejemplo, el cuarto objetivo específico con la metodología SMART podría ser: "Tener un total de 10,000 visitas en la página web durante el primer año, donde al menos el 20% sean con motivos comerciales en la región de México". Pero, para definir las métricas correctas se requiere que esté definida la estructura de la empresa; ya que se podría participar en el mercado *online* a través de una página web como el ejemplo, o podría ser sólo mediante redes sociales.

### Estrategias de comercialización

Como resultado de este subcapítulo, y como objetivo principal de este trabajo, se diseñan las estrategias de comercialización para una planta DMG basadas en el análisis comercial.

A partir de los objetivos comerciales, se establecen las metas que guían las estrategias y algunas acciones necesarias para llevarlas a cabo. Por lo tanto, a continuación se enumeran las 4 estrategias de comercialización propuestas incluyendo: la estrategia, el o los objetivos en los que se basa, una breve descripción, las acciones sugeridas y un ejemplo.

#### **1. Generar contenido comercial, de *marketing* y de ventas, en términos de la productividad agrícola.**

- *Objetivo base:* Impulsar el desarrollo socioeconómico de La Joya-Ensenada-Maneadero, potenciando la productividad del subsector agrícola.
- *Descripción:* Para transformar el suministro de agua de la DMG en productividad para los agricultores, es necesario entender las tendencias del sector y cómo podría la DMG potenciar su producción a través de una fuente de agua y una fuente energética constantes y seguras.
- *Acciones sugeridas:*
  - Realizar un estudio de las tendencias de producción agrícola de la zona, para obtener la lista de los cultivos más comunes, más demandados y/o más rentables (como se realizó en la segmentación demográfica<sup>28</sup>), así como el consumo de agua de los cultivos dentro de las condiciones de la zona.
  - Traducir la capacidad de agua que provee la DMG al número de hectáreas que puede abarcar y a la cantidad de toneladas que produciría para cada cultivo de la lista.
- *Ejemplo:* Si se obtuviera que los agricultores de fresa son los más comunes de la zona, y por ende un cultivo de interés, entonces se requeriría analizar sus condiciones para BC. Según PROAIN (2020), la fresa requiere una cantidad de agua de 20,806 m<sup>3</sup>/ha durante su ciclo vegetativo de 277 días, esto implicaría que para 1 ha se requerirían 75.11 m<sup>3</sup>/día. En este caso el contenido comercial dirigido a los agricultores de fresa podría ser: "Cada planta DMG puede asegurar el suministro de agua de media hectárea destinada al cultivo de fresa, y con lo que se generarían 21.805 ton<sup>29</sup>".

---

<sup>28</sup> En la segmentación demográfica de La Joya se obtuvo que la fresa, la frambuesa y el jitomate son los cultivos más relevantes para este trabajo, basándose en el criterio Valor de producción. Este análisis se realizó con el objetivo de identificar los tres cultivos más rentables, ya que tienen más probabilidad de disponer de ingresos suficientes para invertir en proyectos como el sistema DMG.

<sup>29</sup> Rendimiento promedio 43.61 ton/ha para BC (Representación Agricultura Baja California 2021).

## 2. Realizar una campaña de *marketing* digital mediante página web y redes sociales.

- *Objetivo base*: Estar bien posicionado en el mercado *online* de las desaladoras en México.
- *Descripción*: Actualmente se ha vuelto significativo para las empresas tener presencia digital. En el caso de la DMG, una página web permitiría mostrar el producto para motivos tanto informativos como comerciales, y las redes sociales promoverían la exposición de la tecnología para transformar usuarios en clientes.
- *Acciones sugeridas*:
  - Crear la página web.
  - Definir las redes sociales que se utilizarán.
  - Hacer un *Social Media Plan* donde se defina la personalidad de la marca para redes sociales.
  - Definir el presupuesto para *marketing* digital.
  - Invertir en una herramienta de monitoreo para las redes sociales para medir el desempeño y fomentar la mejora continua.
  - Pagar publicidad para el buscador de Google y las redes sociales.
- *Ejemplo*: La herramienta de monitoreo *Upfluence* analiza el rendimiento de un perfil de redes sociales (como el alcance de las publicaciones), y también puede realizar comparaciones con perfiles de competidores. Al invertir en este tipo de herramienta, se logra un manejo de *marketing* digital asertivo.

## 3. Realizar una campaña publicitaria-informativa que tenga como propósito que los agricultores de la zona conozcan la DMG y las características de su tecnología.

- *Objetivo base*: Ser el producto líder de desalación sostenible en el mercado agrícola de Maneadero.
- *Descripción*: Como se observó en el apartado *Análisis de Riesgos*, existe un 55% de probabilidad de que exista una falta de aceptación social a la geotermia por el desconocimiento de ésta. Por ello, se destacó la importancia de proporcionar suficiente información al contactar a los clientes potenciales. A través de una campaña publicitaria-informativa dirigida a los agricultores se tiene la oportunidad de compartir la relevancia de la geotermia, la desalación y, como resultado, de la DMG.
- *Acciones sugeridas*:
  - Realizar conferencias y webinarios<sup>31</sup>.
  - Instalar stands en congresos o ferias agrícolas de la zona.
  - Contactar a las empresas agrícolas a través de *e-mail marketing* y llamadas telefónicas.
  - Crear anuncios publicitarios para el mercado *online* y *offline*.
- *Ejemplo*: Existe un evento llamado Expo AgroBaja<sup>32</sup> que se organiza frecuentemente en BC con el fin de compartir la innovación agrícola. Tener un stand en un evento de este tipo, posicionaría a la DMG en el mercado agrícola de BC y sus alrededores.

---

<sup>30</sup> Un *Social Media Plan* es un documento en el que se detallan las estrategias de redes sociales que se van a llevar a cabo para alcanzar los objetivos de *marketing* de la empresa (Máñez, 2020).

<sup>31</sup> Adaptación del inglés *webinar*, y se significa seminario web (RAE, 2023).

<sup>32</sup> La siguiente edición se realizará del 7 al 9 de marzo de 2024 en Mexicali (Ganaderia.com, 2024).



#### 4. Establecer una alianza con el Gobierno para impulsar a la DMG en el mercado de la localidad.

- *Objetivos base:* Atender las necesidades hídricas y energéticas de la zona de manera sostenible. Impulsar el cumplimiento de las metas de los ODS, de manera local y nacional.
- *Descripción:* En un contexto local (PBC) donde las condiciones de los recursos naturales son de escasez, se vuelve imperativo que el Gobierno, las empresas e incluso la academia colaboren en beneficio de la sociedad y el ambiente. Además, es de interés gubernamental fomentar el cumplimiento de las metas de los ODS, pues México está comprometido con el desarrollo sostenible<sup>33</sup>. Por lo tanto, no solo es cuestión de entrar al mercado para la venta de la DMG, sino el impulso de una tecnología que impulse el desarrollo sostenible a través de una alianza con el Gobierno.
- *Acciones sugeridas:*
  - Vincularse con las organizaciones públicas y privadas afines a las energías renovables y al cuidado del agua (CONAGUA, SEMARNAT, IRENA<sup>34</sup>, etc.).
  - Vincularse con centros de investigación e innovación, como el CONACYT, el CeMIEGeo o el SINA.
- *Ejemplo:* La CONAGUA tiene el Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento (PROAGUA), al cual se le asignan recursos federales destinados a “la realización de acciones para contribuir a incrementar y sostener las coberturas de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que permitan avanzar en el cumplimiento del derecho al acceso, disposición y saneamiento del agua a las localidades rurales y urbanas con mayor grado de prioridad” (CONAGUA, 2023).

Finalmente, además de estas 4 estrategias comerciales, las cuales están orientadas al posicionamiento en el mercado, a la promoción y al *marketing*, existe una estrategia a nivel empresarial que es fundamental para que las estrategias comerciales sean efectivas:

##### \* **Formar personal capacitado para el equipo de comercialización y ventas.**

- *Descripción:* La formación de personal competente garantiza la entrega de un servicio de calidad. Además, al ser una tecnología nueva que requiere esclarecimiento, el personal que tenga contacto con los clientes potenciales debe ser capaz de proveer la información necesaria y de resolver las dudas que se les presenten.

---

<sup>33</sup> En la sesión plenaria de la Cumbre de los ODS de 2023, México reforzó su compromiso con el desarrollo sostenible. Como resultado de la cumbre, se adoptó una Declaración Política de Alto Nivel orientada a la acción (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2023).

<sup>34</sup> IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables) es una organización intergubernamental que presta apoyo a los países en su transición a un futuro de energía sostenible (IAEA, s.f.).

## 6.5.- Conclusiones del Análisis Comercial

El capítulo *Análisis Comercial* estuvo compuesto de cuatro temas: Aspectos Técnico-Económicos, Aspectos Socio-Ambientales, Análisis de Riesgos y Estrategias de Comercialización.

Los primeros dos temas evaluaron las características que conforman al producto DMG en el contexto del mercado objetivo (el subsector agrícola de La Joya-Ensenada-Maneadero), y se obtuvieron como resultado las fortalezas y ventajas de esta tecnología en cada aspecto analizado. El tercer tema plantea los desafíos que se pueden presentar para la DMG en el mercado objetivo; se analizaron los riesgos en función de 5 temas relevantes para este trabajo (técnicos, económicos, sociales, ambientales y comerciales) y se presentaron las propuestas para mitigar cada uno. El cuarto y último tema presenta el cierre del capítulo y de todo el trabajo, en donde se diseñaron las estrategias de comercialización para una planta DMG, a través del planteamiento de los objetivos comerciales e indicando las acciones recomendadas para llevar esta tecnología a su mercado objetivo.

A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes obtenidas como resultado del análisis comercial.

- ❖ A través de analizar los aspectos técnicos, se constató que existe un déficit energético en el estado de BC y que la tecnología DMG, con el ahorro de aproximadamente el 70% de energía eléctrica en el proceso de desalación, evita sobrecargar la red eléctrica y promueve la seguridad energética del estado. Además, se enfatizó en que la geotermia es la fuente de energía renovable más adecuada para los procesos de desalación. Posteriormente, se presentó que el uso en cascada brinda la oportunidad de incrementar la eficiencia del uso de la geotermia a través de desarrollar múltiples actividades desde de una misma línea de corriente de agua termal, y se propuso un sistema integrado que sitúa a la DMG en el subsector agrícola (**Figura 68**).
- ❖ De los aspectos económicos se concluyó que la DMG es una tecnología rentable en el mercado objetivo al compararla con la desalación OI; por una parte, porque el contexto de déficit energético impacta técnica y económicamente a la instalación de desaladoras de OI (por ejemplo, en BC los costos iniciales deben incluir la instalación de la subestación eléctrica), por otra parte debido a la no dependencia de la disponibilidad y los precios de los combustibles fósiles, y finalmente porque los costos mensuales disminuyen significativamente debido a la reducción del uso eléctrico.
- ❖ Adicionalmente, del análisis económico se obtuvo que la tarifa de agua potable por m<sup>3</sup> para Ensenada en 2021 fue de 1.15 dólares para el sector doméstico y 4.21 dólares para el sector industrial, y el costo promedio por m<sup>3</sup> de agua de la Desaladora de Ensenada fue de 1.97 dólares durante el mismo periodo. En el caso de la DMG, se espera que con el ahorro económico que implica el uso del recurso geotérmico, el precio se encuentre alrededor de los 80 centavos de dólar por m<sup>3</sup>.
- ❖ Se concluyó que las ventajas/fortalezas técnico-económicas de la DMG incluyen: fomentar la seguridad energética, ahorrar el 70% de la energía eléctrica aproximadamente, no sobrecargar la red eléctrica, promover las energías renovables, fomentar la eficiencia energética y el desarrollo socioeconómico a

través del uso en cascada, ser una tecnología rentable a comparación de la desalación con OI y ser competitiva en el mercado objetivo debido a los precios de agua de la zona.

- ❖ En el análisis de los aspectos sociales, se hizo hincapié en que la opinión pública es uno de los factores decisivos para asegurar la incorporación al mercado. Se concluyó que, debido a la crisis de abastecimiento de agua del noroeste de México, la desalación impulsa la seguridad hídrica de la zona y conlleva a no limitar el desarrollo social debido a la escasez de este recurso. Por lo tanto, la DMG es una alternativa óptima para la PBC, donde existe una necesidad social real por sistemas de potabilización con energías renovables.
- ❖ Dentro de los aspectos ambientales se analizó que el incremento demográfico potencia la demanda de agua, y ante la escasez de este recurso incrementa la sequía y la sobreexplotación. Entonces, se concluyó que la diversificación de fuentes es una estrategia importante para no agotar los recursos naturales de la zona, tanto hídricos como energéticos. Así mismo, se describieron los impactos ambientales asociados a la DMG, evaluando las afectaciones negativas ocasionadas por la geotermia y por la desalación. A partir de ello, se concluyó que, si bien la DMG involucra impactos negativos, también contribuye a consecuencias positivas en el medio natural y en el socioeconómico.
- ❖ Por otra parte, dentro del análisis socio-ambiental se presentó que la tecnología DMG está directamente relacionada con los ODS 6, 7, 8 y 9 (**Figura 71**), así como con el cumplimiento de algunas de sus metas para impulsar el desarrollo sostenible. Y que, si se dirige al subsector agrícola, también se tiene un impacto en los ODS 2 y 12. Con lo anterior, se concluye que la DMG tiene el potencial de repercutir favorablemente en la comunidad en donde se instale, desde el cuidado de los recursos naturales de la zona hasta el impulso socio-económico de la comunidad.
- ❖ Se concluyó que las ventajas/fortalezas socio-ambientales de la DMG incluyen: la aceptación social de la desalación en la PBC, fomentar la seguridad hídrica, reducir el impacto ambiental atribuido a la quema de combustibles fósiles, la necesidad social real de la DMG en la PBC, las alternativas implican mayores impactos ambientales, repercutir favorablemente en la comunidad donde se instale, promover los ODS 6 al 9 y el cumplimiento de algunas de sus metas, incentivar los ODS 2 y 12 e impactar en el desarrollo sostenible.
- ❖ Por último, a partir del análisis de los 4 aspectos, se concluyó que el proyecto de la DMG se convierte en fundamental y hasta imprescindible para la seguridad hídrica y energética de la PBC.
- ❖ En el subcapítulo 6.3 *Análisis de Riesgos*, se obtuvieron como conclusión los 10 riesgos analizados y sus porcentajes de probabilidad e impacto, los cuáles se muestran en la **Tabla 77**. De estos, se puede observar que los que tienen mayor probabilidad de ocurrir son los dos riesgos comerciales, lo que corrobora la importancia de realizar un análisis comercial previo al proceso de comercialización.
- ❖ Finalmente, a partir de definir los objetivos comerciales, se diseñaron 4 estrategias de comercialización para una planta DMG y 1 estrategia empresarial considerada fundamental para el cumplimiento efectivo de las estrategias comerciales. En conclusión, las estrategias son las siguientes (**Tabla 79**):

**Tabla 79.** Las 4 estrategias de comercialización para la DMG y la estrategia empresarial complementaria.

No.	Estrategia comercial
1	Generar contenido comercial, de <i>marketing</i> y de ventas, en términos de la productividad agrícola
2	Realizar una campaña de <i>marketing</i> digital mediante página web y redes sociales
3	Realizar una campaña publicitaria-informativa que tenga como propósito que los agricultores de la zona conozcan la DMG y las características de su tecnología
4	Establecer una alianza con el Gobierno para impulsar a la DMG en el mercado de la localidad
No.	Estrategia empresarial
*	Formar personal capacitado para el equipo de comercialización y ventas

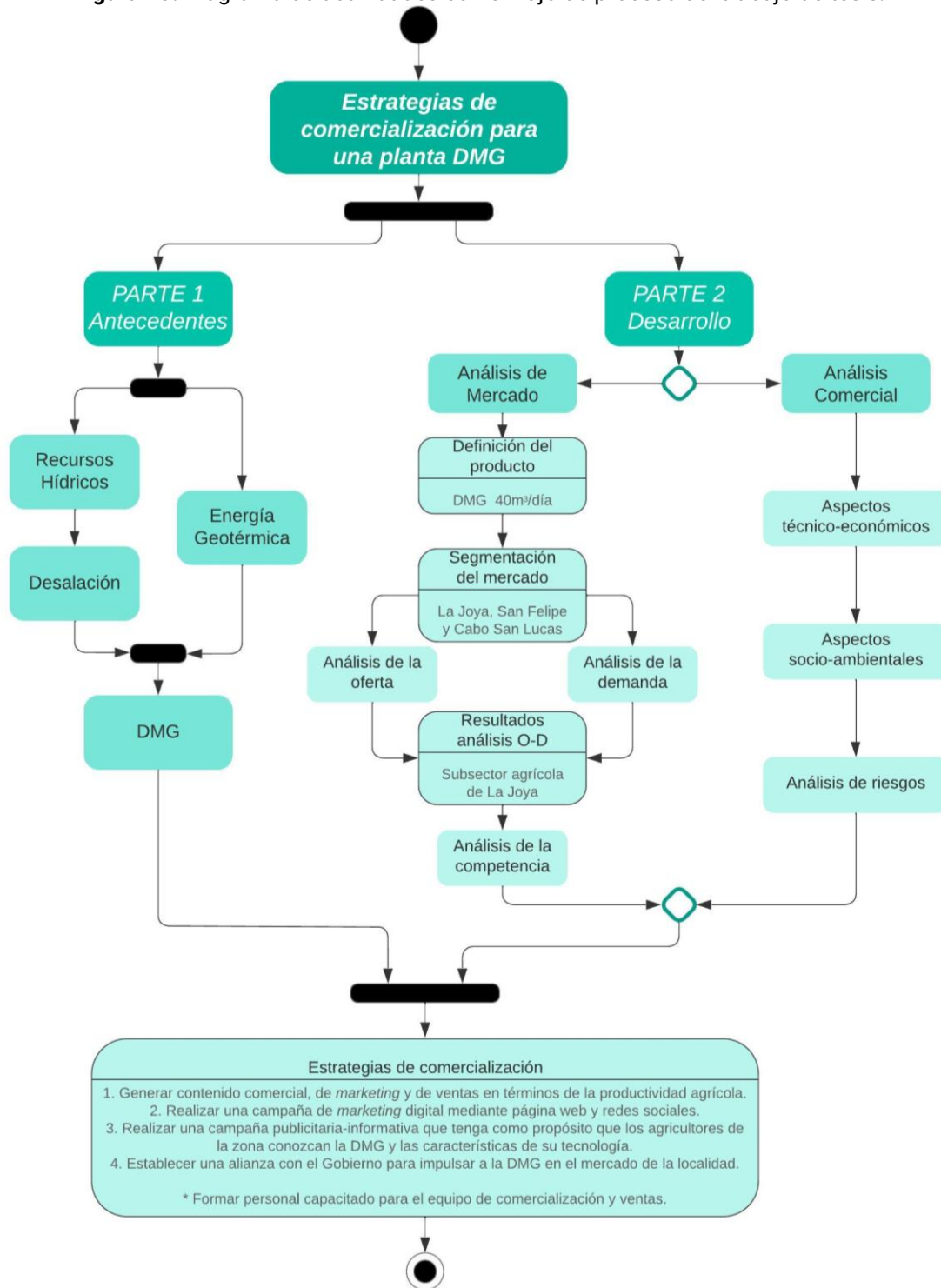
*Fuente: Elaboración propia.*

En el futuro del proyecto, una vez que esté conformada la empresa, entonces se puede desarrollar la estrategia de mercado para comenzar la comercialización del producto. Según Archavaleta (2015), ésta debe considerar los siguientes 5 aspectos: análisis del consumidor (necesidades, comportamientos y preferencias), desarrollo del producto (mejorar productos existentes o desarrollar nuevos), fijación de precios (una vez completado el desarrollo del producto, entonces se asigna el precio óptimo que atraiga clientes y a la vez maximice el margen de utilidad sobre las ventas), *branding* (construir y posicionar la marca con nombre, logotipo, imagen, filosofía, etc., para crear un vínculo con los clientes), ventas y distribución (el cómo va a llegar el producto al consumidor, creando una red de distribución eficiente).

## CONCLUSIONES

El objetivo principal el cual guió esta Tesis Profesional fue el diseño de las estrategias de comercialización para la implementación de la DMG, enfocándose como área de estudio en la PBC. Para lograrlo, se llevó a cabo el proceso mostrado en el siguiente diagrama:

**Figura 73.** Diagrama de actividades con el flujo de proceso del trabajo de tesis.



Fuente: Elaboración propia a través del programa Lucidchart.

Las conclusiones más relevantes obtenidas a lo largo del trabajo escrito, mostrándolas por capítulo, son las siguientes:

- ❖ Capítulo 1 “Recursos Hídricos”: En el contexto internacional México ocupa el lugar 49 mundial en el mayor grado de presión sobre los recursos hídricos con 19.5% (clasificado como bajo), y en el contexto nacional la PBC ocupa el tercer lugar de las 13 RHA del país con 81.3% (clasificado como alto). Esta condición ocasiona problemas como la sobreexplotación de acuíferos y la intrusión salina, lo que al mismo tiempo genera escasez de agua para la población.
- ❖ Capítulo 2 “Desalación”: La desalación es una alternativa viable para contrarrestar el déficit de agua dulce del planeta. Sin embargo, se debe tener en cuenta una perspectiva de manejo sostenible para contrarrestar los impactos ambientales de este proceso, como la inversión en energías renovables.
- ❖ Capítulo 3 “Energía Geotérmica”: La energía térmica del subsuelo puede ser aprovechada a través de usos directos, donde no hace falta transformar en energía eléctrica, sino que se ocupa directamente el calor que contiene el fluido geotérmico. En México, la PBC es una de las regiones con mayor potencial geotérmico.
- ❖ Capítulo 4 “DMG”: El sistema DMG tiene como propósito lograr la destilación de agua de mar o salobre mediante la utilización de energía proveniente de un yacimiento geotérmico de baja entalpía. Esta tecnología representa una gran oportunidad de desarrollo en la PBC, por su gran línea de costa y su gran potencial geotérmico, y también presenta una solución viable, rentable y sostenible para atender las problemáticas de escasez hídrica de la zona.
- ❖ Capítulo 5 “Análisis de Mercado”: A través de una segmentación de mercado se obtuvieron las tres localidades y sus respectivos sectores con mayor potencial para ser clientes de la DMG (La Joya, San Felipe y Cabo San Lucas). Después, mediante un análisis de la oferta y la demanda se concluyó que el subsector agrícola de La Joya es el más relevante y se eligió como principal enfoque para este trabajo. Finalmente, se realizó un análisis de competencia del que se obtuvo la ventaja competitiva y los dos competidores más relevantes actualmente para la DMG (Carbotecnia y Agro-mation).
- ❖ Capítulo 6 “Análisis Comercial”: Se concluyó que la DMG es una tecnología rentable dentro del contexto del mercado objetivo. También se indicó que está directamente relacionada con los ODS 6, 7, 8 y 9, y que impulsa el desarrollo sostenible y la seguridad hídrica y energética. Del análisis de riesgos se observó que los riesgos con más probabilidad de ocurrir son los comerciales. Y, por último, se diseñaron 4 estrategias de comercialización y 1 estrategia empresarial relevante para el cumplimiento efectivo de las anteriores.

Aunado a estas conclusiones, y retomando lo dicho anteriormente, en el futuro de este proyecto es necesaria la actualización de los análisis realizados con la nueva información disponible; desde la localización de los puntos geotérmicos, hasta el hecho de que los objetivos comerciales que estén alineados con los objetivos de la empresa y que las estrategias de comercialización sean relevantes para el contexto interno y externo a la organización.

Para la fecha en la que se concluye el presente trabajo de tesis (febrero de 2024), el proyecto de comercializar la DMG está alineado con las reformas del Gobierno de México y con los ODS nacionales e internacionales. Y donde impulsar este proyecto, se convierte en una vía para garantizar el derecho al agua en la PBC, el cual es un derecho humano.

Por consiguiente, el diseño de las estrategias de comercialización para una planta DMG es una pequeña pieza en el fomento de la resolución a los problemas ambientales y sociales que enfrenta el mundo en el que vivimos.

## ANEXOS

### Anexo 1 [Parte 1]. Legislación y Normas relacionadas con la Desalación de agua de mar en México.

<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</b>	Establece que las aguas son propiedad de la nación, cuando un particular quiera hacer uso de ellas, explotarlas o aprovecharlas tendrá que solicitar autorización al gobierno federal.	
	Artículo 27	CONAGUA funge como autoridad y administrador de aguas de acuerdo a la facultad otorgada por el Gobierno Federal en la LAN, y en su reglamento y Normas Oficiales Mexicanas (NOM).
	Artículo 115	Se reconoce a los municipios como encargados de la prestación de servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.
	Artículo 25	Identifica la posibilidad de coordinarse con el sector social y privado en actividades y/o áreas prioritarias para el desarrollo.
<b>Ley Orgánica de la Administración Pública Federal</b>	Artículo 32 Bis	"...a la SEMARNAT, corresponde el despacho de los siguientes asuntos: (...) XXIII. Organizar, dirigir y reglamentar los trabajos de hidrología en cuencas, cauces y álveos de aguas nacionales, tanto superficiales como subterráneos, conforme a la ley de la materia..."
<b>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</b>	Artículos 28 y 30	Se precisa que se requerirá una autorización en materia de impacto ambiental de parte de la SEMARNAT para realizar obras o actividades que "puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos (...) para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas". Las condiciones a las cuales se deberán sujetar se establecen en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), por lo tanto, para obtener la autorización los interesados deberán presentar una MIA ante la Secretaría. Es decir, en el proyecto desalinizador se obliga a realizar una MIA que es sujeta a una EIA para prever daños ambientales.
	Artículo 5o. Inciso A. Fracción XII	"Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría (SEMARNAT) en materia de impacto ambiental: A)Hidráulicas... xii) Plantas desaladoras."
<b>Ley de Aguas Nacionales</b>	Artículos 3, 9 y 17	CONAGUA administrará las aguas de la nación al coordinarse y fomentar trabajos con los gobiernos estatales, municipales y gestionar las concesiones para uso, explotación y aprovechamiento de aguas, dentro de las que se incluyen las aguas marinas interiores y el mar territorial cuando el fin del uso sea un proceso de desalinización.
<b>Normas Oficiales Mexicanas</b>  [relacionadas con el recurso agua]  PARTE 1	Dependencia: SEMARNAT	NOM-001- SMNT-1996 Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-002- SMNT-1996 Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal NOM-003-SEMARNAT-1997 Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público NOM-022-SEMARNAT-2003 Preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Fuente: Elaboración propia con información de Rodríguez (2011) & Vázquez (2020).



**Anexo 1 [Parte 2].** Legislación y Normas relacionadas con la Desalación de agua de mar en México.

<p><b>Normas Oficiales Mexicanas</b></p> <p>[relacionadas con el recurso agua]</p> <p>PARTE 2</p>	<p>Dependencia: CONAGUA</p>	<p>NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos para construcción de pozos para prevención de contaminación de acuíferos. NOM-004-CONAGUA-1996 Requisitos para la protección de acuíferos durante mantenimiento y rehabilitación de pozos de agua y cierre de pozos en general. NOM-011-CONAGUA-2000 Conservación del recurso agua. Especificaciones y métodos para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. NOM-014-CONAGUA-2003 Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada. NOM-015-CONAGUA-2007 Características y especificaciones de las obras y del agua para infiltración artificial a acuíferos.</p>
	<p>Dependencia: Secretaría de Salud</p>	<p>NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. NOM-014-SSA1-1993 Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua potable en redes. NOM-179-SSA1-1998 Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua potable en redes. NOM-230-SSA1-2002 Requisitos sanitarios para manejo del agua en las redes de agua potable.</p>
	<p>Dependencia: Normas Mexicanas</p>	<p>NMX-AA-120-SCFI-2006 Requisitos y especificaciones de sustentabilidad de calidad de playas.</p>

Fuente: *Elaboración propia con información de Rodríguez (2011) & Vázquez (2020).*

**Anexo 2 [Parte 1]. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola – Año agrícola 2021:  
Ensenada, BC.**

Producto	Superficie [ha]			Producción [ton]	Rendimiento [ton/ha]	PMR [\$/ton]	Valor producción [miles de pesos]
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
Agave	1	1	0	49	49	11,345.00	555.91
Aguacate	34.5	6	0	36	6	23,000.00	828
Ajo	151	151	0	1,436.01	9.51	24,000.00	34,464.24
Alfalfa	1,073.50	1,073.50	0	102,192.15	95.2	637.19	65,115.32
Avena grano	1,054.00	974	80	2,922.00	3	3,594.17	10,502.16
Brócoli	16	14	2	159.3	11.38	9,171.11	1,460.96
Calabacita	300.2	293.2	7	10,431.95	35.58	8,191.85	85,456.93
Cebada grano	3,712.00	2,209.00	1,503.00	6,627.00	3	3,073.40	20,367.42
Cebolla	428	428	0	18,968.13	44.32	6,163.12	116,902.82
Chile verde	261	256.5	4.5	6,090.94	23.75	9,277.06	56,506.00
Coliflor	1	1	0	15	15	5,150.00	77.25
Durazno	0.5	0	0	0	0	0	0
Elote	40	40	0	558.5	13.96	5,295.88	2,957.75
Espárrago	1,182.00	1,102.00	0	9,326.88	8.46	33,218.62	309,826.10
Frambuesa	911.5	850	0	16,088.91	18.93	74,513.71	1,198,844.44
Fresa	2,088.65	2,088.65	0	91,627.89	43.87	31,029.61	2,843,177.71
Granada	3	3	0	21	7	11,476.19	241
Jitomate	796.06	796.06	0	61,356.44	77.08	18,827.44	1,155,184.45
Lechuga	130.5	128.5	2	4,143.74	32.25	5,294.78	21,940.19
Limón	29.05	12	0	74.22	6.19	8,256.74	612.82
Maíz grano	11	11	0	43.12	3.92	6,800.00	293.22
Mandarina	1.5	1	0	6.4	6.4	6,948.75	44.47
Manzana	13.5	1	0	2.5	2.5	8,500.00	21.25
Melón	1	1	0	18	18	6,100.00	109.8
Naranja	57.5	57.5	0	452.18	7.86	7,997.74	3,616.42
Nopalitos	294.5	282.5	0	12,749.34	45.13	3,396.88	43,307.96
Nuez	10	7	0	13.5	1.93	39,616.15	534.82
Pepino	421.51	421.51	0	47,298.99	112.21	12,278.86	580,777.77
Sandía	68	68	0	2,642.48	38.86	2,874.40	7,595.54
Sorgo forrajero en verde	2	2	0	39	19.5	500	19.5
Tomate verde	102	96	6	1,528.02	15.92	5,818.81	8,891.26
Toronja	2.2	1.2	0	9.9	8.25	7,989.39	79.09
Trigo grano	442.73	0	442.73	0	0	0	0

*Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2021).*

**Anexo 2 [Parte 2].** Anuario Estadístico de la Producción Agrícola – Año agrícola 2021:  
Ensenada, BC.

Producto	Superficie [ha]			Producción [ton]	Rendimiento [ton/ha]	PMR [\$/ton]	Valor producción [miles de pesos]
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada				
Uva	4,131.65	4,119.15	0	27,489.65	6.67	15,763.05	433,320.76
Zanahoria	7	7	0	126	18	8,500.00	1,071.00
Zarzamora	88	58	0	873.24	15.06	118,059.66	103,094.42
<b>TOTAL</b>	<b>17,867.55</b>	<b>15,561.27</b>	<b>2047.23</b>	<b>425,417.38</b>	<b>823.69</b>	<b>542,659.56</b>	<b>7,107,798.75</b>

*Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2021).*

**Anexo 3.** Estimación de la Producción Agrícola de Maneadero – Año agrícola 2021: 6.13% de la producción de Ensenada.

Producto	Superficie sembrada [ha]	Producción [ton]	Rendimiento [ton/ha]	PMR [\$/ton]	Valor producción [miles de pesos]
Agave	0.06	3.00	49	11,345.00	34.08
Aguacate	2.11	2.21	6	23,000.00	50.76
Ajo	9.26	88.03	9.51	24,000.00	2,112.66
Alfalfa	65.81	6,264.38	95.2	637.19	3,991.60
Avena grano	64.61	179.12	3	3,594.17	643.78
Brócoli	0.98	9.77	11.38	9,171.11	89.56
Calabacita	18.40	639.48	35.58	8,191.85	5,238.51
Cebada grano	227.55	406.24	3	3,073.40	1,248.52
Cebolla	26.24	1,162.75	44.32	6,163.12	7,166.15
Chile verde	16.00	373.37	23.75	9,277.06	3,463.82
Coliflor	0.06	0.92	15	5,150.00	4.74
Durazno	0.03	0.00	0	0	0.00
Elote	2.45	34.24	13.96	5,295.88	181.31
Espárrago	72.46	571.74	8.46	33,218.62	18,992.34
Frambuesa	55.87	986.25	18.93	74,513.71	73,489.16
Fresa	128.03	5,616.79	43.87	31,029.61	174,286.79
Granada	0.18	1.29	7	11,476.19	14.77
Jitomate	8.00	254.01	77.08	18,827.44	1,344.93
Lechuga	1.78	4.55	32.25	5,294.78	37.57
Limón	0.67	2.64	6.19	8,256.74	17.97
Maíz grano	0.09	0.39	3.92	6,800.00	2.73
Mandarina	0.83	0.15	6.4	6,948.75	1.30
Manzana	0.06	1.10	2.5	8,500.00	6.73
Melón	3.52	27.72	18	6,100.00	221.69
Naranja	18.05	781.53	7.86	7,997.74	2,654.78
Nopalitos	0.61	0.83	45.13	3,396.88	32.78
Nuez	25.84	2,899.43	1.93	39,616.15	35,601.67
Pepino	4.17	161.98	112.21	12,278.86	465.61
Sandía	0.12	2.39	38.86	2,874.40	1.20
Sorgo forrajero en verde	48.80	3,761.15	19.5	500	70,812.82
Tomate verde	6.25	93.67	15.92	5,818.81	545.03
Toronja	0.13	0.61	8.25	7,989.39	4.85
Trigo grano	27.14	0.00	0	0	0.00
Uva	253.27	1,685.12	6.67	15,763.05	26,562.56
Zanahoria	0.43	7.72	18	8,500.00	65.65
Zarzamora	5.39	53.53	15.06	118,059.66	6,319.69
<b>TOTAL</b>	<b>1,095.28</b>	<b>26,078.09</b>	<b>823.69</b>	<b>542,659.56</b>	<b>435,708.10</b>

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2021).

**Anexo 4 [Parte 1].** Inventario de las plantas potabilizadoras públicas de la PBC.

No.	Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Capacidad instalada [l/s]	Caudal potabilizado [l/s]	Porcentaje de utilización
1	Ensenada	Ensenada	Presa Emilio López Zamora	150	40.2	27%
2	Ensenada	Ensenada	Desaladora Ensenada	250	182.5	73%
3	Ensenada	Isla de Cedros	Desaladora Isla de Cedros	4.6	0.7	15%
4	Ensenada	Nuevo Centro de Población Padre Kino	Padre Kino	10	1.8	18%
5	Mexicali	Mexicali	Potabilizadora No. 1	1,250	255.5	20%
6	Mexicali	Mexicali	Potabilizadora No. 2	2,500	1,852	74%
7	Mexicali	Mexicali	Potabilizadora No. 3	1,250	703.97	56%
8	Mexicali	Ejido Colima 1	Colima	15	3.32	22%
9	Mexicali	Delta (Estación Delta)	Delta	15	9.2	61%
10	Mexicali	Delta (Estación Delta)	Ejido Oaxaca	15	4.2	28%
11	Mexicali	Veracruz Uno	Veracruz 1	25	1.62	6%
12	Mexicali	Ciudad Guadalupe Victoria (Km 43)	Guadalupe Victoria	250	125.7	50%
13	Mexicali	Ejido Miguel Hidalgo	Miguel Hidalgo	5	0.57	11%
14	Mexicali	Ejido Jalapa	Jalapa	10	4.1	41%
15	Mexicali	Ejido Jiquilpan	Jiquilpan	17	5.25	31%
16	Mexicali	Poblado Lázaro Cárdenas la 28 (La 28)	Sistema Lázaro Cárdenas	20	4.05	20%
17	Mexicali	Michoacán de Ocampo	Michoacán de Ocampo	20	10	50%
18	Mexicali	Ejido Sinaloa (Estación Kasey)	Ej. Sinaloa	10	4.8	48%
19	Mexicali	Ciudad Morelos (Cuervos)	Ciudad Morelos 1	50	19.07	38%
20	Mexicali	Ciudad Morelos (Cuervos)	Ciudad Morelos 2	50	31.57	63%
21	Mexicali	Nuevo León	Nuevo León	50	34.1	68%
22	Mexicali	Colonia La Puerta	Col. La Puerta	12	5.8	48%
23	Mexicali	Ejido República Mexicana	República Mexicana	35	4.56	13%
24	Mexicali	Ejido Querétaro	Querétaro	5	3	60%
25	Mexicali	Ejido Querétaro	Querétaro Nueva	3	2.5	83%
26	Mexicali	Ejido Querétaro	Hechicera	3	1.7	57%
27	Mexicali	Colonia Silva Sur (Las Playitas)	Silva Sur	3	0.61	20%
28	Mexicali	Poblado Paredones	Ciudad Victoria	40	12.68	32%
29	Mexicali	Ejido Hipólito Rentería	Hipólito Rentería	18	5.5	31%
30	Mexicali	Ejido Irapuato	Ejido Irapuato	10	4.64	46%
31	Mexicali	Comunidad indígena Cucapa El Mayor	Cucapah El Mayor	5	1.65	33%
32	Mexicali	Mesa Arenosa de Andrade (Villa Zapata)	Villa Zapata	6	0.3	5%

**Anexo 4 [Parte 2].** Inventario de las plantas potabilizadoras públicas de la PBC.

No.	Municipio	Localidad	Nombre de la planta	Capacidad instalada [l/s]	Caudal potabilizado [l/s]	Porcentaje de utilización
33	Mexicali	Colonia Miguel Alemán	Miguel Alemán	3	2.81	94%
34	Mexicali	Ejido Benito Juárez	Benito Juárez	5	0.4	8%
35	Mexicali	Ejido Chiapas 2 (Las Cachoras)	Chiapas II	10	6.09	61%
36	Mexicali	Colonia 6 Granjas Lázaro Cárdenas	Cerro Prieto # 6	5	0.86	17%
37	Mexicali	Familia Roque Contreras (Col. Silva)	Silva Norte	5	0.55	11%
38	Tecate	Tecate	Cuchumá	125	43.3	35%
39	Tecate	Tecate	Las Auras-Nopalera	175	172	98%
40	Tecate	Cereso del Hongo	El Hongo	40	15.1	38%
41	Tijuana	Tijuana	El Florido	5,300	4,188.1	79%
42	Tijuana	Tijuana	Presa Rodríguez	600	37	6%
43	Tijuana	Tijuana	Monte Los Olivos	130	2.9	2%
44	Tijuana	Tijuana	Valle de Las Palmas	125	17.2	14%
45	Comondú	Bahía Magdalena (Puerto Magdalena)	Bahía Magdalena	0.4	0.4	100%
46	Comondú	Puerto Alcatraz (Isla Santa Margarita)	Puerto Alcatraz II	0.46	0.46	100%
47	Comondú	La Purísima	La Purísima	0.63	0.63	100%
48	Comondú	San Isidro	San Isidro	5	5	100%
49	Comondú	San José de Comondú (Los Comondú)	San José de Comondú	0.4	0.2	50%
50	Comondú	San Miguel Comondú (Los Comondú)	San Miguel de Comondú	0.4	0.2	50%
51	Mulegé	El Dátil	El Dátil	0.2	0.2	100%
52	Mulegé	Natividad	Isla Natividad	1	1	100%
53	Mulegé	Natividad	Isla Natividad	1.16	1.16	100%
54	Mulegé	Campo Delgadito	El Delgadito	0.2	0.2	100%
55	Mulegé	El Cardón	El Cardón	0.46	0.46	100%
56	La Paz	El Centenario	El Centenario	40	30	75%
57	La Paz	San Antonio	San Antonio	0.4	0.4	100%
58	La Paz	San Evaristo	San Evaristo	0.2	0.2	100%
59	La Paz	El Triunfo	El Triunfo	0.4	0.4	100%
60	La Paz	General Juan Domínguez Cota	Gral. Juan Domínguez Cota	0.63	0.63	100%
61	La Paz	El Sargento	El Sargento-Ventana	3.4	3.4	100%
62	Los Cabos	Desaladora CSL	Los Cabos	250	180	72%
63	Los Cabos	San José Viejo	San Lázaro	80	80	100%
64	Loreto	San Cosme	San Cosme	0.115	0.115	100%
<b>TOTAL</b>				<b>13,015.06</b>	<b>8,128.53</b>	<b>62.45%</b>

Nota: De la 1 a la 44 son del estado de BC y de la 45 a la 64 son del estado de BCS.

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2021).

**Anexo 5.** Estimación de la Demanda de Agua de la Producción Agrícola de Maneadero – Año agrícola 2021: 6.13% de la producción de Ensenada.

Producto	Producción [ton]	Consumo de agua [m³/ton]	Consumo total de agua [m³/año]	Consumo total de agua [l/día]
Agave	3	6,549	19,671.23	53,893.78
Aguacate	2.21	1,981	4,371.67	11,977.18
Ajo	88.03	589	51,848.15	142,049.72
Alfalfa	6,264.38	18,000	112,758,818.31	308,928,269.34
Avena grano	179.12	2,536	454,244.77	1,244,506.22
Brócoli	9.77	285	2,783.05	7,624.80
Calabacita	639.48	147	94,003.34	257,543.41
Cebada grano	406.24	1,423	578,072.55	1,583,760.40
Cebolla	1,162.75	345	401,147.50	1,099,034.24
Chile verde	373.37	379	141,508.98	387,695.84
Coliflor	0.92	285	262.06	717.97
Durazno	0.00	910	0.00	0
Elote	34.24	1,314	44,986.17	123,249.78
Espárrago	571.74	2,150	1,229,236.15	3,367,770.27
Frambuesa	986.25	413	407,321.33	1,115,948.84
Fresa	5,616.79	347	1,949,026.01	5,339,797.29
Granada	1.29	-	-	-
Jitomate	254.01	237	60,200.67	164,933.34
Lechuga	4.55	642	2,920.90	8,002.46
Limón	2.64	1,081	2,857.36	7,828.38
Maíz grano	0.39	748	293.46	803.99
Mandarina	0.15	822	125.97	345.13
Manzana	1.10	962	1,061.47	2,908.14
Melón	27.72	560	15,522.44	42,527.22
Naranja	781.53	5,340	96,402.22	264,115.67
Nopalitos	0.83	4,918	4,069.89	11,150.39
Nuez	2,899.43	353	1,023,498.11	2,804,104.42
Pepino	161.98	235	38,066.25	104,291.08
Sandía	2.39	434	1,037.56	2,842.64
Sorgo forrajero en verde	3,761.15	214	804,886.05	2,205,167.26
Tomate verde	93.67	214	20,044.87	54,917.46
Toronja	0.61	506	307.08	841.30
Trigo grano	0.00	1,827	0.00	0.00
Uva	1,685.12	608	1,024,550.25	2,806,986.99
Zanahoria	7.72	195	1,506.14	4,126.41
Zarzamora	53.53	962	51,495.49	141,083.53
<b>TOTAL</b>	<b>26,078.09</b>	<b>58,511</b>	<b>121,286,147.44</b>	<b>332,290,814.89</b>

Fuente: Elaboración propia con información de SIAP (2021) & Mekonnen y Hoekstra (2010).

**Anexo 6.** Reportes de análisis competitivo de las 6 empresas competidoras, a través de *SE Ranking*.  
 1. *CBR Ingeniería [Parte 1]* – [www.cbr-ingenieria.com.mx](http://www.cbr-ingenieria.com.mx)

Overview

\*.domain.com/\*    cbr-ingenieria.com.mx    G I I    ANALYZE    + ADD TO PROJECT    Data for: September 2023    Currency: \$ USD

MX | 967 | \$ 42   
 ES | 1.1K | \$ 0   
 US | 1K | \$ 0   
 PE | 49 | \$ 0   
 UK | 42 | \$ 0   
 More

**DOMAIN TRUST** <sup>i</sup>

4

---

**PAGE TRUST** <sup>i</sup>

1

**ORGANIC TRAFFIC** <sup>i</sup>

2K <sup>+</sup> 523

Clicks/mo

---

**KEYWORDS** <sup>i</sup>

967 <sup>+</sup> 12

---

**TOTAL TRAFFIC COST** <sup>i</sup>

\$1K <sup>+</sup> 252.6

**PAID TRAFFIC** <sup>i</sup>

229 <sup>+</sup> 42

Clicks/mo

---

**KEYWORDS** <sup>i</sup>

42 <sup>+</sup> 9

---

**TOTAL TRAFFIC COST** <sup>i</sup>

\$162.1 <sup>+</sup> 119.2

**REFERRING DOMAINS** <sup>i</sup>

19

---

**BACKLINKS** <sup>i</sup>

34

**Traffic distribution by country** <sup>i</sup>

ORGANIC    PAID    SHOW CONTINENTS  <sup>i</sup>

COUNTRY	TRAFFIC SHARE	TRAFFIC	KEYWORDS TOTAL
Mexico	96.05%	2K <sup>+</sup> 523	967 <sup>+</sup> 12
Ecuador	1.43%	30	18 <sup>+</sup> 1
USA	0.81%	17 <sup>+</sup> 6	1K <sup>+</sup> 92
Colombia	0.71%	15 <sup>+</sup> 20	37 <sup>+</sup> 3
Spain	0.71%	15 <sup>+</sup> 4	1.1K <sup>+</sup> 194
Other	0.29%	6 <sup>+</sup> 5	237 <sup>+</sup> 30

COMPARE

Mexico

**Organic keywords** <sup>i</sup>

ALL (967)    IMPROVED (345)    DECREASED (372)    NEW (195)    LOST (209)

KEYWORD	SEARCH VOL.	POSITION	COMPETITION	CPC
purificación de agua proceso	1.9K	3 <sup>+</sup> 2	0.41	\$0.4
purificadora de agua proceso	1.9K	3	0.41	\$0.4
lodo activado	880	2	0.14	\$0.9
ptar	2.4K	5 <sup>+</sup> 1	0.08	\$0.61
cbr ingenieria	320	1	0.01	\$0.29

VIEW DETAILED REPORT

**Distribution of organic keyword rankings** <sup>i</sup>

POSITION	KEYWORDS (%)
1-5	5.79%
6-10	5.29%
11-20	10.06%
21-50	31.81%
51-100	47.05%

**Keywords by Intent** <sup>i</sup>

INTENT	KEYWORDS	PERCENT	TRAFFIC
Informational	849	76.28%	1.8K
Commercial	109	9.79%	207
Navigational	81	7.28%	83
Local	74	6.65%	174



# 1. CBR Ingeniería [Parte 2] – [www.cbr-ingenieria.com.mx](http://www.cbr-ingenieria.com.mx)

### Organic competitors (474) <sup>i</sup>

DOMAIN	OVERLAP	DT	KEYWORD TOTAL
<a href="http://iagua.es">iagua.es</a>		74	53,743
<a href="http://gob.mx">gob.mx</a>		90	1,954,626
<a href="http://unam.mx">unam.mx</a>		89	1,720,629
<a href="http://fundacionaquae.org">fundacionaquae.org</a>		73	97,007
<a href="http://rotoplas.com.mx">rotoplas.com.mx</a>		47	12,120

[VIEW DETAILED REPORT](#)

### Organic competitor semantics comparison <sup>i</sup>

ALL KEYWORDS	COMMON	MISSING	UNIQUE
1,981,822	561	1,980,855	74

### Distribution of organic competitors <sup>i</sup>

### Top pages in organic search (56) <sup>i</sup>

URL	TRAFFIC SHARE	TOTAL TRAFFIC
<a href="https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/pro...">Procesos de purificación de agua</a>	41.36%	835
<a href="https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/que...">¿Qué es un sistema de lodos activados?</a>	11.49%	232
<a href="https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/ben...">11 beneficios de tener una PTAR</a>	8.37%	169
<a href="https://blog.cbr-ingenieria.com.mx/pri...">Principales fuentes de contaminación e...</a>	8.22%	166
<a href="https://www.cbr-ingenieria.com.mx/tra...">CBR Ingeniería - Mejores soluciones en ...</a>	5.15%	104

[VIEW DETAILED REPORT](#)

### Top subdomains in organic search (3) <sup>i</sup>

URL	TRAFFIC SHARE	TOTAL TRAFFIC
<a href="http://blog.cbr-ingenieria.com.mx">blog.cbr-ingenieria.com.mx</a>	90.04%	1,818
<a href="http://www.cbr-ingenieria.com.mx">www.cbr-ingenieria.com.mx</a>	9.96%	201
<a href="http://landing.cbr-ingenieria.com.mx">landing.cbr-ingenieria.com.mx</a>	0%	0

[VIEW DETAILED REPORT](#)

### Most popular keyword ads <sup>i</sup> [EXPAND ADS](#)

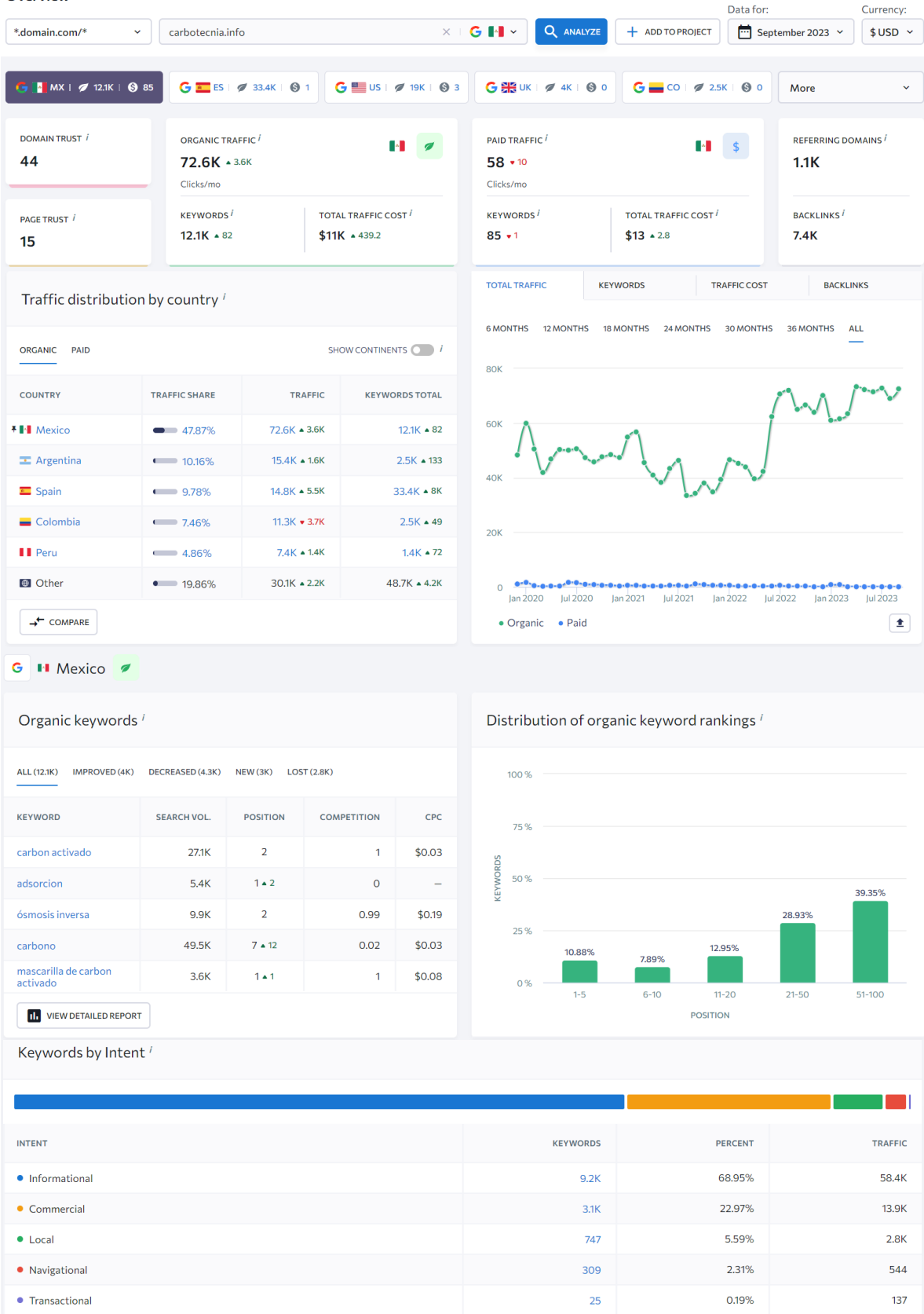
KEYWORD	TRAFFIC	TRAFFIC SHARE	AD COUNT	SEARCH VOL.	COMPETITION	CPC	2023 AUG
<a href="#">captacion de agua pluvial</a>	72	32.73%	2	2.4K	0.09	\$0.09	<span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px;">AD #626</span>
<a href="#">potabilizacion del agua</a>	38	17.27%	2	1.9K	0.1	\$0.13	<span style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px;">AD #628</span>
<a href="#">planta de tratamiento de aguas residua...</a>	32	14.55%	10	1.5K	0.34	\$3.32	<span style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px;">AD #648</span>
<a href="#">recoleccion de agua de lluvia</a>	14	6.36%	2	480	0.1	\$0.2	<span style="background-color: #17a2b8; color: white; padding: 2px;">AD #627</span>
<a href="#">tratamiento de agua grises</a>	7	3.18%	6	260	0.42	\$0.44	<span style="background-color: #6c757d; color: white; padding: 2px;">AD #623</span>

[VIEW DETAILED REPORT](#)

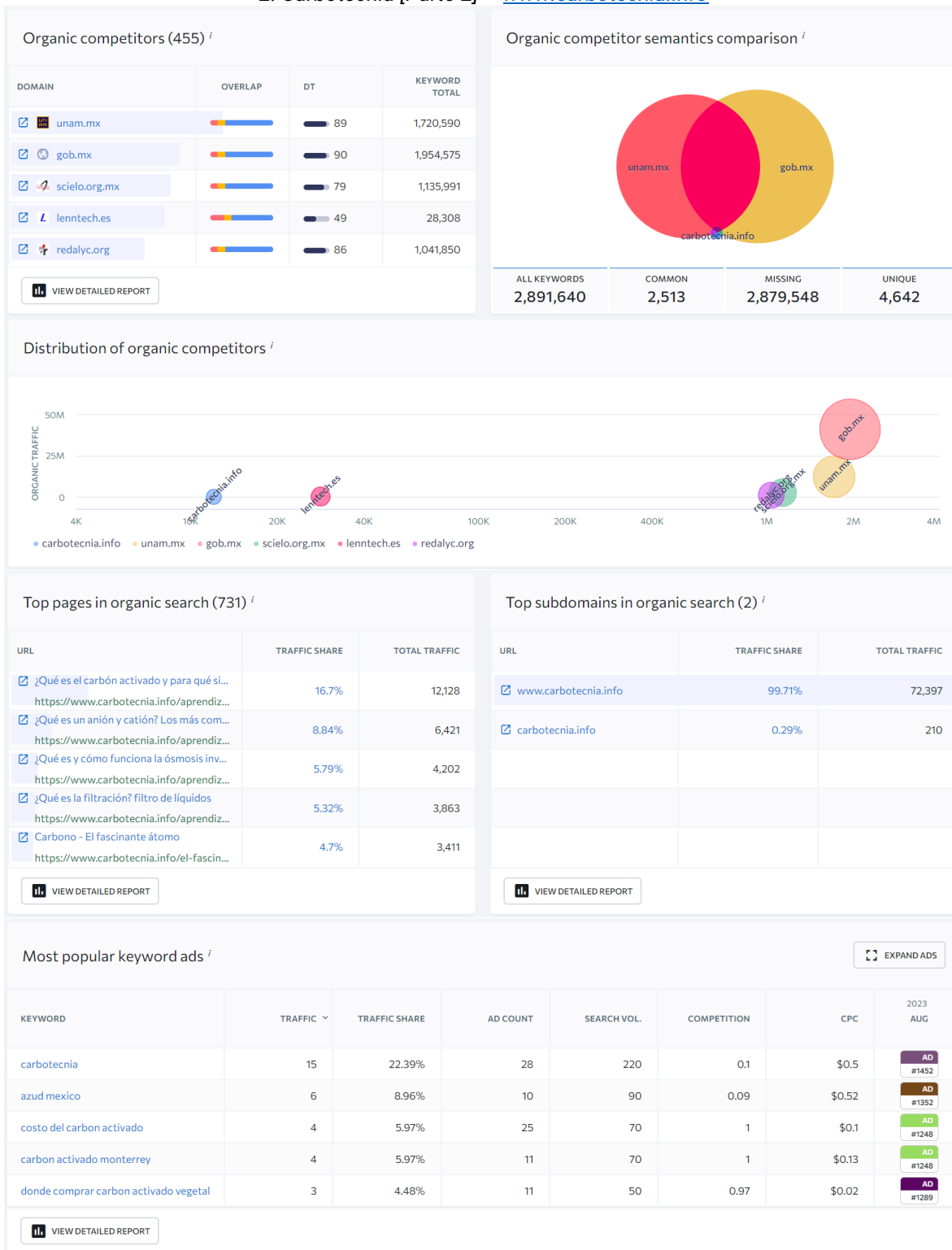
Fuente: SE Ranking (2023).

## 2. Carbotecnia [Parte 1] – [www.carbotecnia.info](http://www.carbotecnia.info)

### Overview



## 2. Carbotecnia [Parte 2] – [www.carbotecnia.info](http://www.carbotecnia.info)



Fuente: SE Ranking (2023).

### 3.Hidroagua [Parte 1] – [www.hidroagua.com.mx](http://www.hidroagua.com.mx)

#### Overview

\*.domain.com/\* | hidroagua.com.mx | | [ANALYZE](#) | [+ ADD TO PROJECT](#) | Data for: September 2023 | Currency: \$USD

<b>DOMAIN TRUST</b> 28	<b>ORGANIC TRAFFIC</b> 3.5K ▲ 317 Clicks/mo	<b>PAID TRAFFIC</b> 0 Clicks/mo	<b>REFERRING DOMAINS</b> 157
<b>PAGE TRUST</b> 9	<b>KEYWORDS</b> 686 ▲ 3	<b>TOTAL TRAFFIC COST</b> \$1.3K ▲ 131.5	<b>BACKLINKS</b> 535

#### Traffic distribution by country

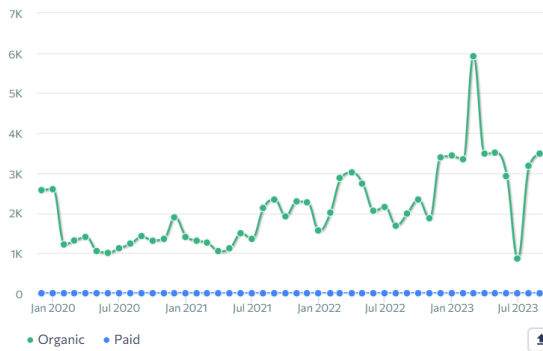
ORGANIC PAID SHOW CONTINENTS

COUNTRY	TRAFFIC SHARE	TRAFFIC	KEYWORDS TOTAL
Mexico	99.71%	3.5K ▲ 317	686 ▲ 3
USA	0.14%	5 ▲ 2	305 ▼ 13
Indonesia	0.09%	3	1
Colombia	0.06%	2 ▼ 1	3 ▼ 2
Czechia	0%	-	-
Other	0%	-	347 ▼ 45

[COMPARE](#)

TOTAL TRAFFIC | KEYWORDS | TRAFFIC COST | BACKLINKS

6 MONTHS | 12 MONTHS | 18 MONTHS | 24 MONTHS | 30 MONTHS | 36 MONTHS | ALL



Mexico

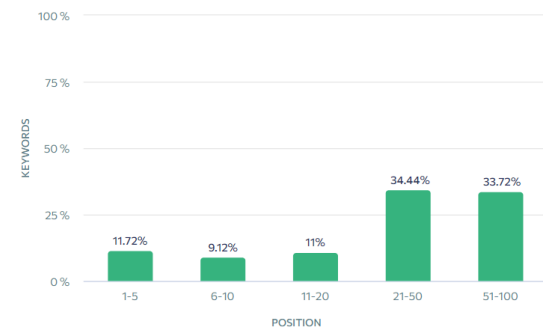
#### Organic keywords

ALL (686) | IMPROVED (250) | DECREASED (291) | NEW (96) | LOST (230)

KEYWORD	SEARCH VOL.	POSITION	COMPETITION	CPC
purificadora de agua	49.5K	8 ▲ 1	0.33	\$0.4
planta de purificación de agua	3.6K	4	1	\$0.57
plantas de purificación de agua	3.6K	5 ▲ 2	1	\$0.27
filtros para agua potable	1.6K	3 ▲ 1	1	\$0.14
filtros para agua	3.6K	7 ▲ 2	1	\$0.11

[VIEW DETAILED REPORT](#)

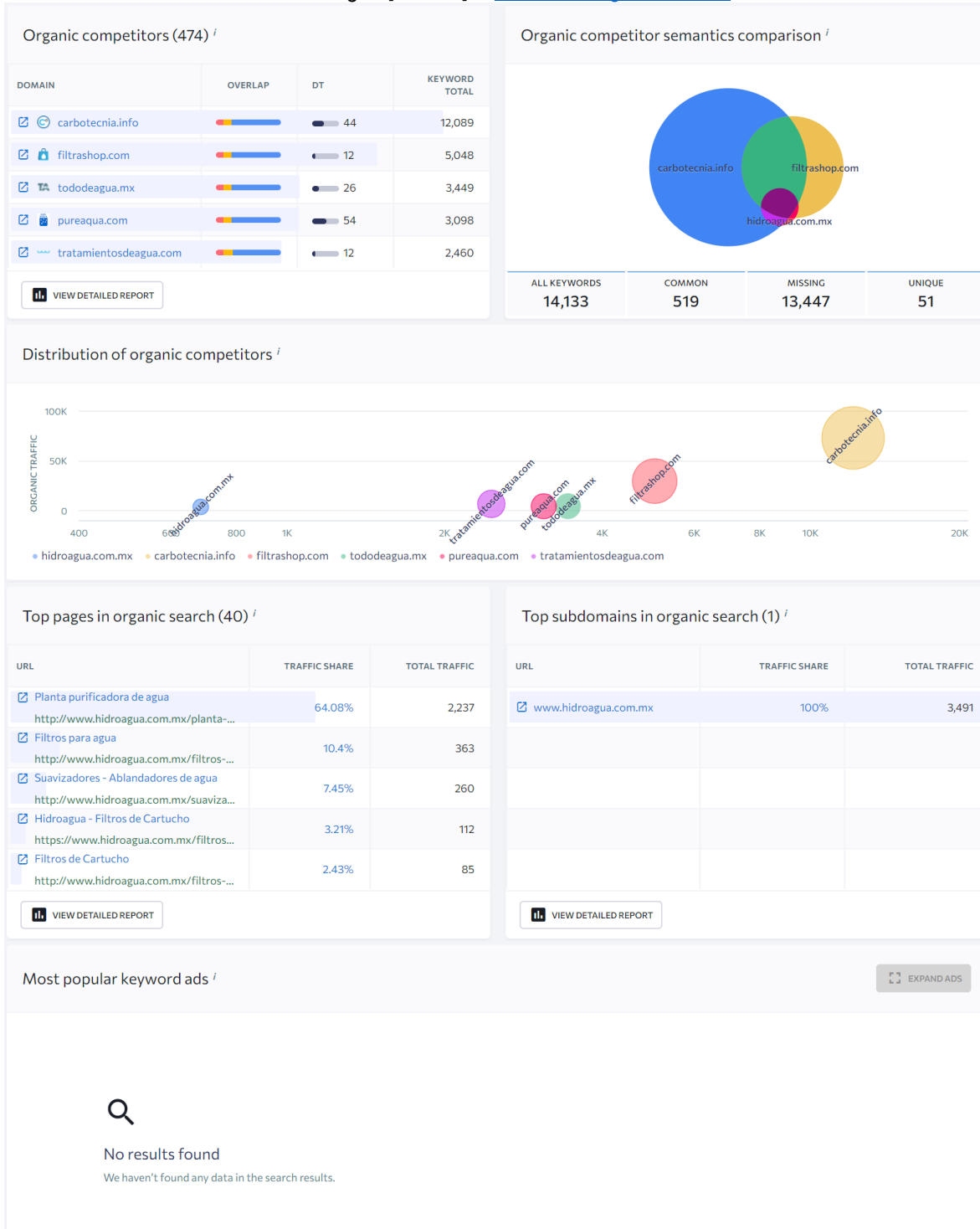
#### Distribution of organic keyword rankings



#### Keywords by Intent

INTENT	KEYWORDS	PERCENT	TRAFFIC
Commercial	439	54.06%	2.3K
Informational	240	29.56%	1.1K
Local	110	13.55%	1.7K
Navigational	23	2.83%	86

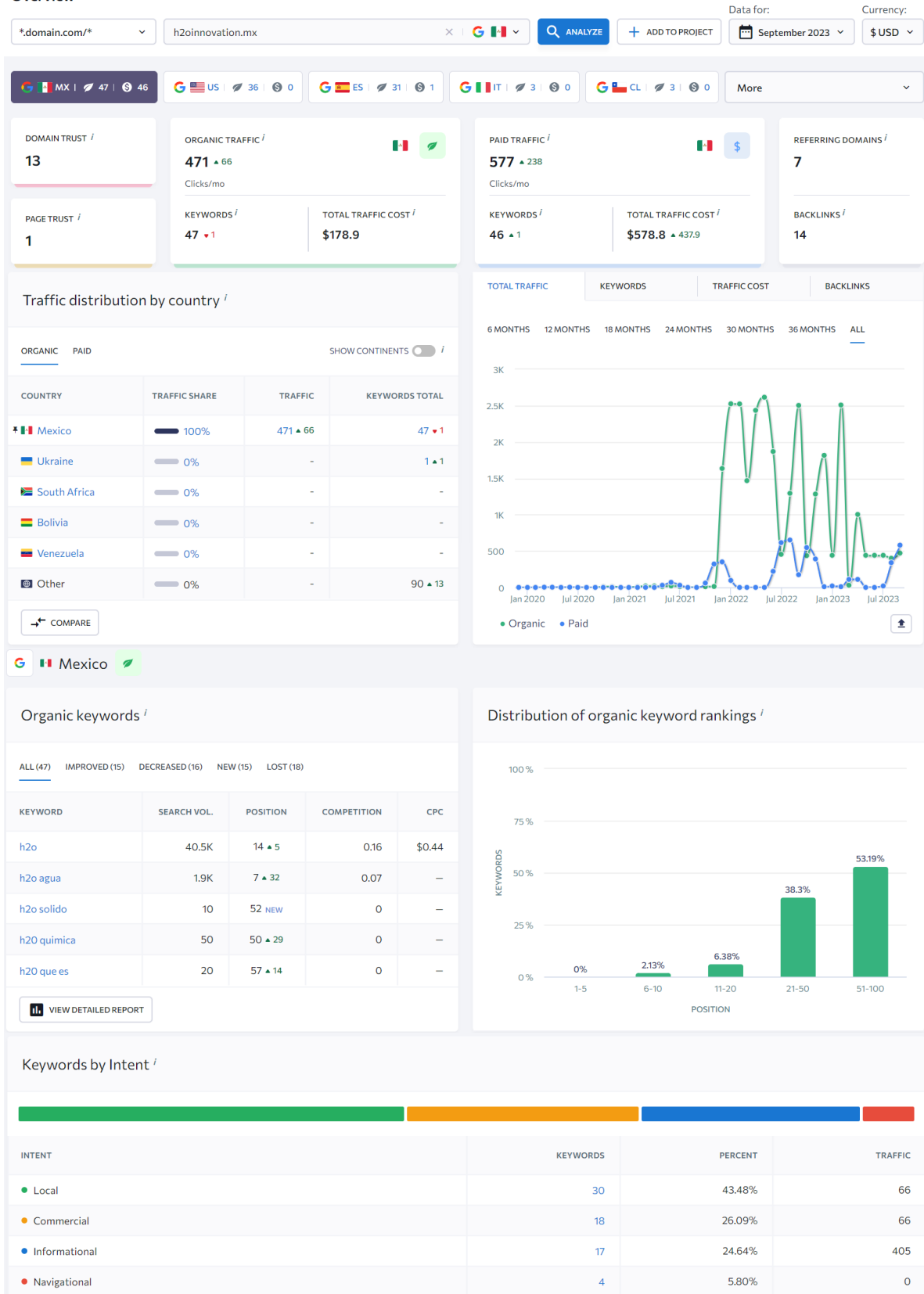
### 3.Hidroagua [Parte 2] – [www.hidroagua.com.mx](http://www.hidroagua.com.mx)



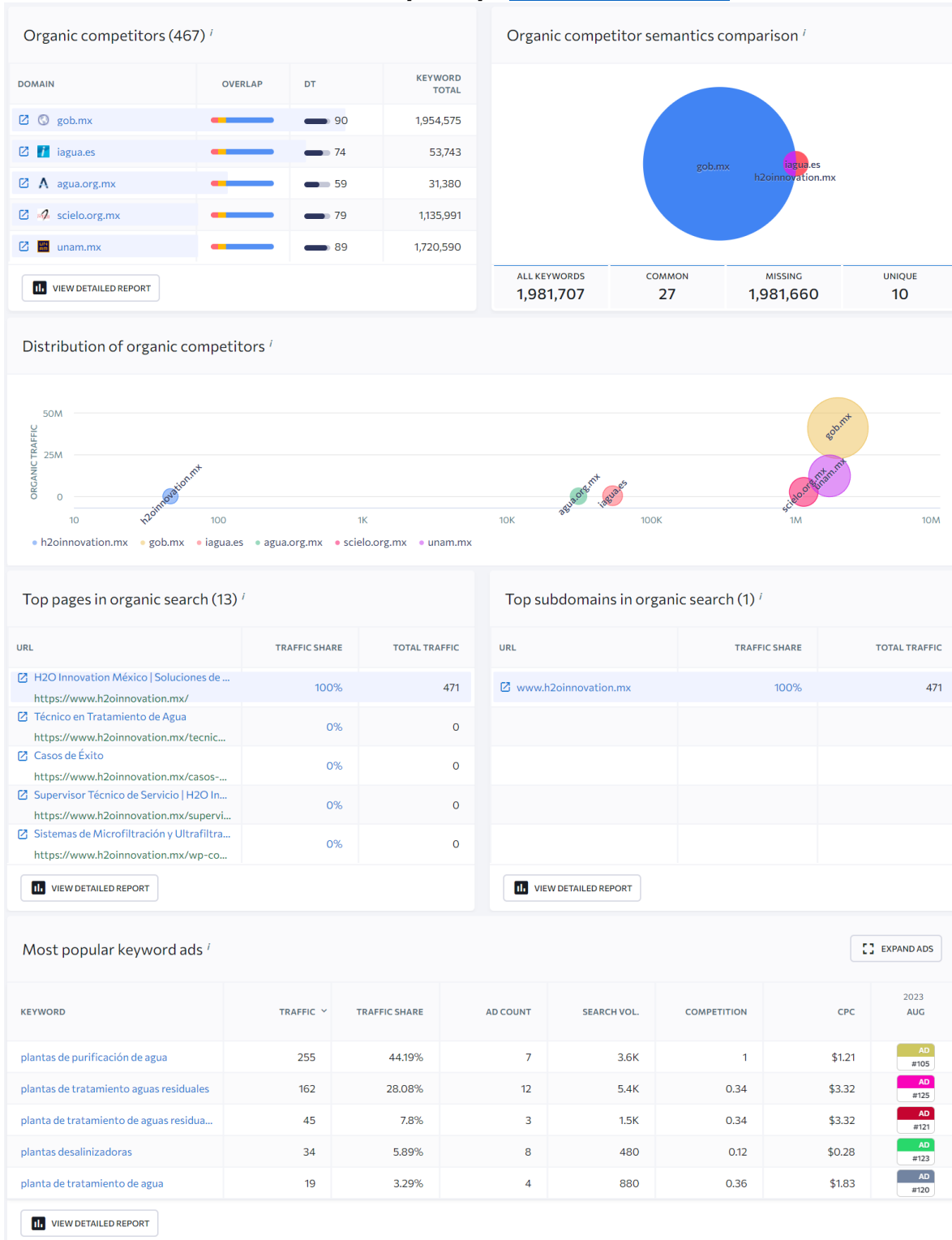
Fuente: SE Ranking (2023).

## 4. H2O Innovation [Parte 1] – [www.h2oinnovation.mx](http://www.h2oinnovation.mx)

### Overview

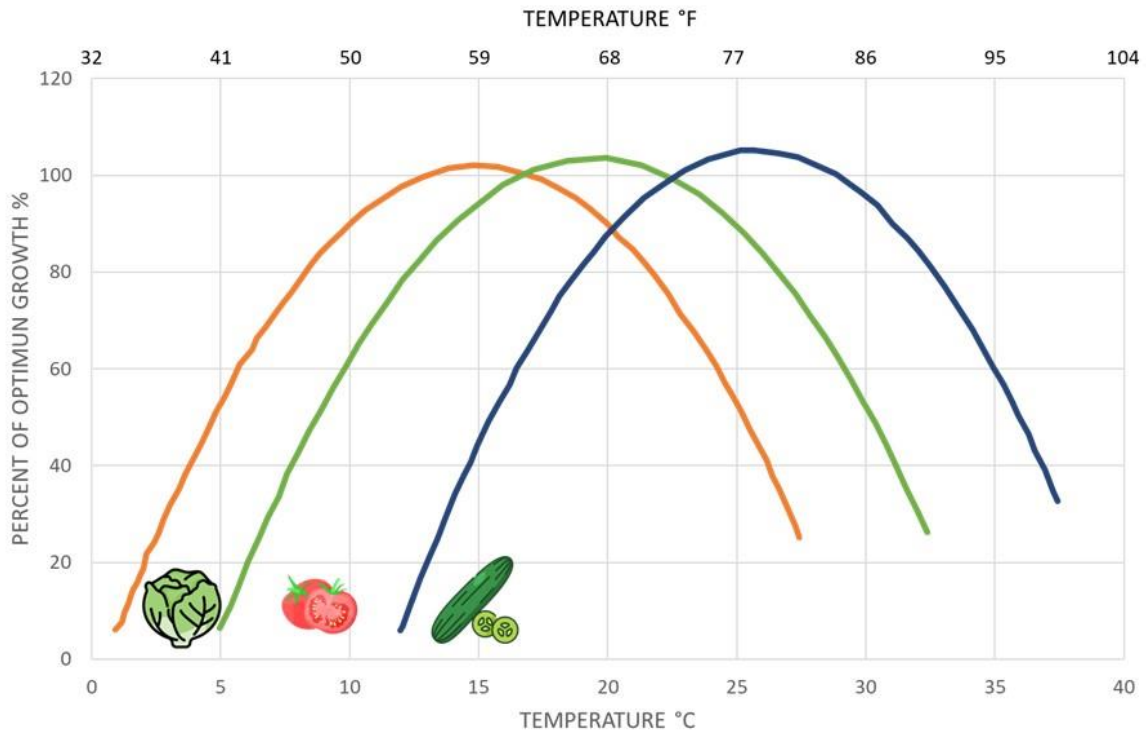


#### 4. H2O Innovation [Parte 2] – [www.h2oinnovation.mx](http://www.h2oinnovation.mx)



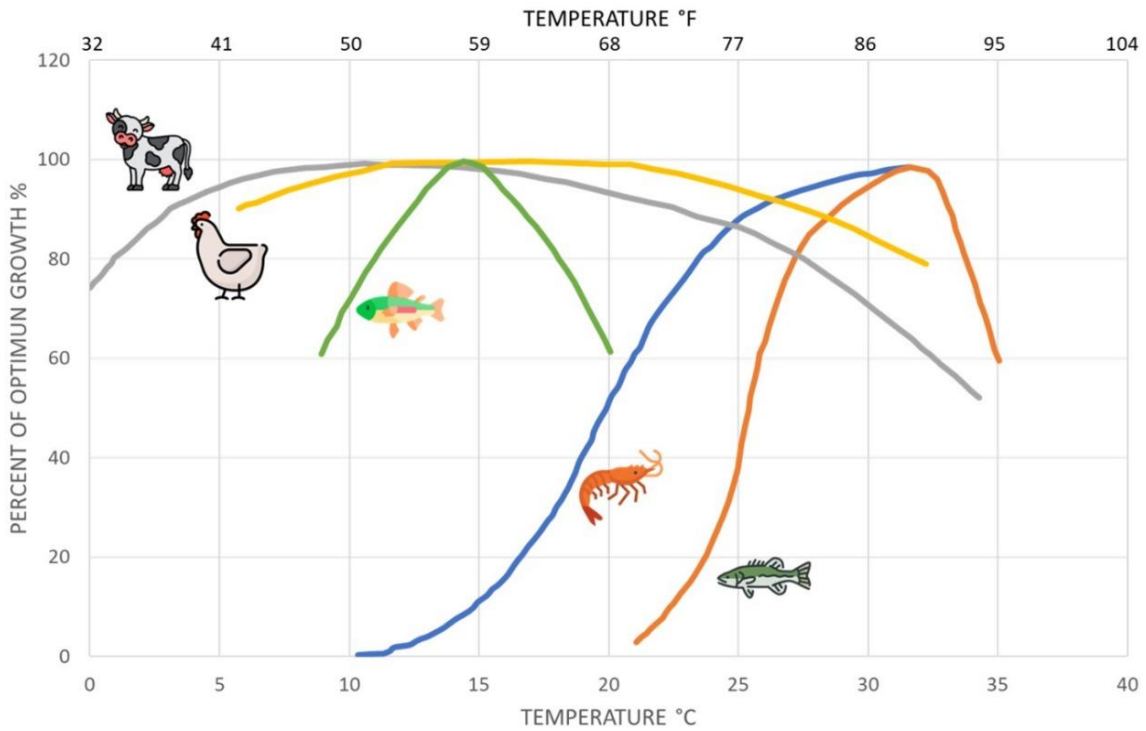
Fuente: SE Ranking (2023).

**Anexo 7. Rango de temperaturas para el cultivo de lechuga, jitomate y pepino.**



Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.

**Anexo 8. Rango de temperaturas para actividades ganaderas y de acuicultura.**



Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.

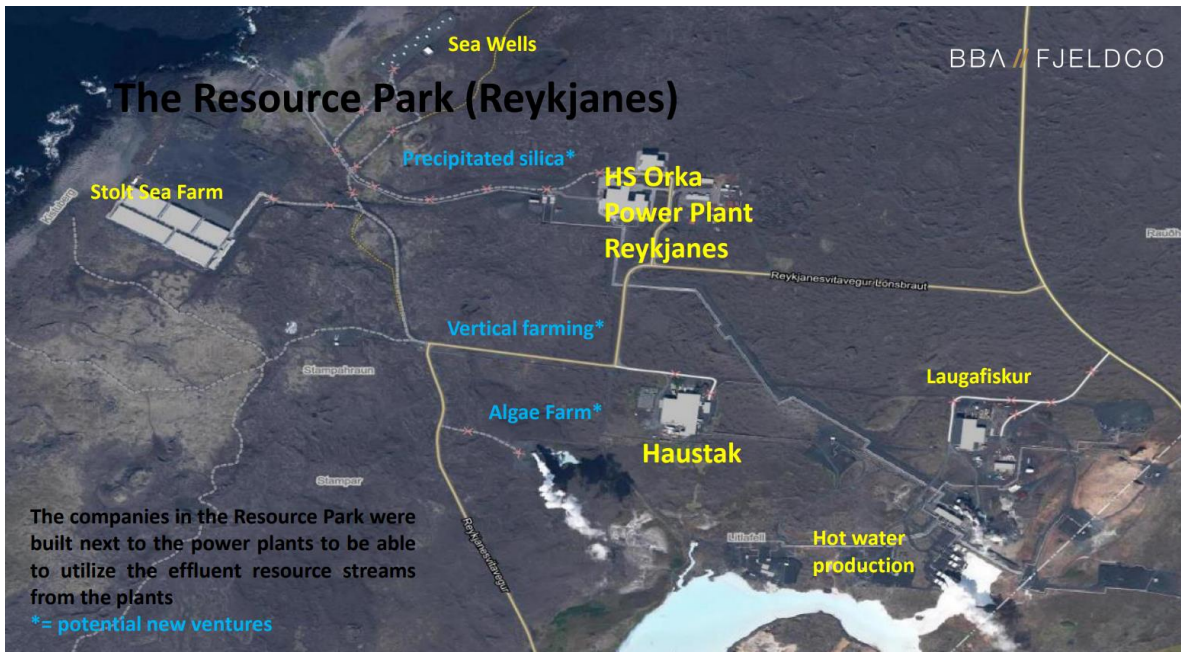
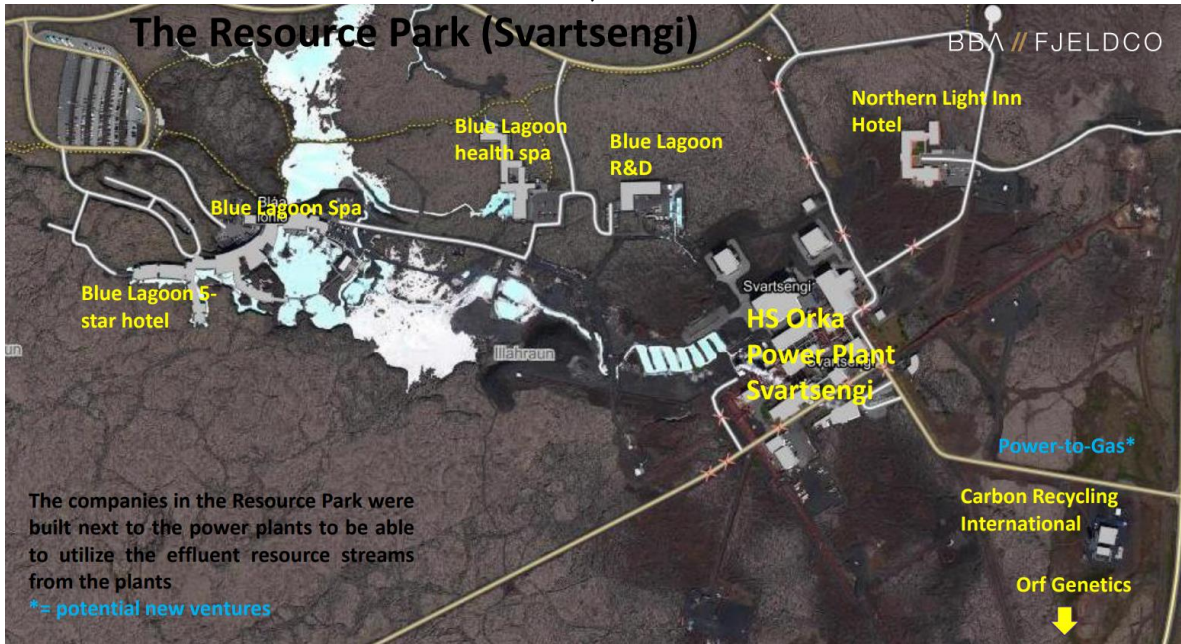


**Anexo 9. Rango de temperaturas para actividades de la industria.**

Aplicaciones industriales	40-60°C	60-80°C	80-100°C	100-120°C	120-140°C	140-160°C	160-180°C	180-200°C	200°C	250°C
Empaquetado de carne	NA	99%	100%							
Carnes preparadas	NA	46%	62%	100%						
Queso natural	23%	100%								
Leche líquida	NA	NA	100%							
Frutas y vegetales enlatados	NA	NA	23%	68%	100%					
Deshidratación de frutas y verduras	NA	100%								
Deshidratación de papa (granular)	NA	20%	40%	56%					100%	
Deshidratación de papa (copos)	NA	20%	40%	56%				100%		
Frutas y verduras congeladas	NA	NA	30%	100%						
Molienda de maíz húmedo	22%			36%	46%		84%		100%	
Alimentos preparados (pellets)	NA	NA	100%							
Secado de alfalfa	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	100%	
Azúcar de remolacha	NA	7%	22%		95%					100%
Bebidas no alcohólicas	61%	100%								
Aserraderos y molinos de cepillado	NA	NA	NA	NA	NA	100%				
Alúmina	NA	NA	NA	NA	76%					100%
Jabones	NA	NA	0.6%						100%	
Detergentes	NA	NA	52%				99%		100%	
Bloques de hormigón (baja presión)	NA	100%								
Bloques de hormigón (autoclave)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	100%		
Premezclado	100%									

Fuente: Cortesía del Grupo iiDEA.

**Anexo 10.** Sistemas integrales de uso en cascada a través de las 2 plantas geotérmicas de HS Orka, Islandia.



Fuente: BBA//Fjeldco (2020).

## REFERENCIAS

- Agroproductores. (2018). Glosario de conceptos del sector agrícola. <https://agroproductores.com/glosario-de-conceptos/>
- Aitssi, A. (2021). *Valuing water*. [United Nations Kuwait]. <https://kuwait.un.org/en/125746-valuing-water>
- Al-Abdulkareem, I. (2021). *SWCC's Vision for the Future*. [IDA – International Desalination Association]. <https://idadesal.org/swccs-vision-for-the-future/#:~:text=We%20are%20committed%20to%20converting.our%20citizens%20and%20humanity%20at>
- Al-Fadhli, F. (2022). *Simultaneous optimization of power generation and desalination systems: a general approach with applications to Kuwait*. [https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-022-02303-3?utm\\_source=xmol&utm\\_medium=affiliate&utm\\_content=meta&utm\\_campaign=DDCN\\_1\\_GL01\\_metadata](https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-022-02303-3?utm_source=xmol&utm_medium=affiliate&utm_content=meta&utm_campaign=DDCN_1_GL01_metadata)
- AlAli, E. (2008). Groundwater history and trends in Kuwait. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 112, 153-164. <https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SI08/SI08016FU1.pdf>
- Angelakis, A., et al. (2021). Desalination: from ancient to present and future. *Water*, 13 (16), 2-3. <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/16/2222>
- Arango, C. et al. (2015). Geothermal prospects in the Baja California Peninsula. *Geothermics*, 55 (2015), 39-57. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375650515000097>
- Arboleda, M. (2021). *Breve introducción a los conceptos de oferta, demanda y mercado*. [Universidad ICESI. Departamento de Economía. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas]. <https://www.icesi.edu.co/departamentos/images/departamentos/FCAE/economia/apuntesEconomia/breve-introduccion-conceptos-oferta-demanda-mercado.pdf>
- Archavaleta, E. (2015). *Estrategias de comercialización*. En Ramírez, M. (Ed.). *Tendencias de Innovación en la Ingeniería de Alimentos*. Barcelona España: OmniaScience. 169-195. [https://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=LBP0CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA169&dq=estrategias+comerciales&ots=cU01KUweJk&sig=u6SFSaEVptL1F8Xk6taf\\_P6d-s&redir\\_esc=y#v=onepage&q=estrategias%20comerciales&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=LBP0CwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA169&dq=estrategias+comerciales&ots=cU01KUweJk&sig=u6SFSaEVptL1F8Xk6taf_P6d-s&redir_esc=y#v=onepage&q=estrategias%20comerciales&f=false)
- Arellano-Gómez, V. et al. (2010). Características y principales procesos en el yacimiento del área Cerro Prieto IV. *Tecnologías y Ciencias del Agua*, 1 (1), 121-136. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v1n1/v1n1a9.pdf>
- Arreguín, C. & Martín, A. (2000). Desalinización del agua. *Ingeniería Hidráulica en México*, 15 (1), 27-49. [Repositorio Institucional del IMTA]. <http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/720/0206.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Aviña, H. (2015). *Desarrollan en la UNAM Desaladora Modular Geotérmica*. [Boletín UNAM-DGCS-187]. [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015\\_187.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015_187.html)
- Baca, G. (2013). *Evaluación de Proyectos*. (7ª ed.). Editorial Mc Graw Hill. [https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG\\_.pdf](https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG_.pdf)

- Banobras. (2023). Diseño, construcción, equipamiento, operación y mantenimiento de una planta desaladora en Los Cabos, Baja California Sur. Sector: agua y medio ambiente. [https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto\\_inversion/016-planta-desalinizadora-los-cabos/](https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto_inversion/016-planta-desalinizadora-los-cabos/)
- Baylon, K. (2023). *Excede demanda de energía eléctrica en BC sobre generación*. <https://www.elimparcial.com/mexicali/mexicali/Excede-demanda-de-energia-electrica-en-BC-sobre-generacion-20230728-0014.html>
- BBA//Fjeldco. (2020). *Legal Aspects and Challenges of Geothermal Industrial Parks*. [EAGP Geothermal Industrial Park Webinar Series]. <https://usea.org/sites/default/files/event-/BBA%20Fjeldco%20Presentation%20on%20Legal%20Aspects%20and%20Challenges%20of%20Geothermal%20Industrial%20Parks.pdf>
- Berber, P. (2018). *Impactos ambientales y tensiones sociales del turismo residencial en San Felipe, Baja California*. [Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. COLEF]. <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2018/10/TESIS-Berber-D%C3%ADaz-Paola-Jocelyn.pdf>
- Birkle, P. et al. (2004). *Impacto Ambiental en los Campos Geotérmicos*. [International Atomic Energy Agency]. [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/29/032/29032344.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/032/29032344.pdf)
- Blanco, H. (1999). ACUERDO de estratificación de empresas micro, pequeñas y medianas. [Diario Oficial de la Federación]. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=4946386](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=4946386)
- Caldera, R. (2016). *Análisis técnico-económico de la Desaladora Modular Geotérmica de baja entalpía DMG*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial. UNAM]. <http://132.248.9.195/ptd2016/octubre/0751180/Index.html>
- Canales, A. et al. (2020). Revisión de las técnicas de desalinización de agua con perspectiva de optimizar requerimiento de energía. *Tecnología y ciencias del agua*, ISSN 2007-2422, 11 (4), 279-305. [IMTA]. <http://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1777/1826>
- Carbotecnia. (2023). *Ósmosis inversa para agua de mar*. <https://www.carbotecnia.info/categoria-productos/equipo-para-tratamiento-de-aguas/osmosis-inversa-2/osmosis-inversa-para-agua-de-mar/>
- Cardona, L. (2023). *¿Qué es el SEO? Definición, cómo funciona y guía completa de posicionamiento en buscadores* (2024). <https://www.cyberclick.es/que-es/seo>
- CBR Ingeniería. (2020). *Dedicados al tratamiento de agua y el cuidado del medio ambiente*. <https://www.cbr-ingenieria.com.mx/tratamiento-del-agua>
- CEA. (2022). *Indicadores de gestión. Organismos operadores de sistemas de agua potable y alcantarillado*. <http://www.cea.gob.mx/documents/indicadores/INDICADORESMARZO2022.pdf>
- CEABC. (2016). *Programa Hídrico del Estado de Baja California*. <http://www.cea.gob.mx/phebc/maqueta/index.html>
- CEIEG. (2022). *Programa Sectorial de Turismo 2022-2027. Entorno situacional en Baja California*. <https://www.ceieg.bajacalifornia.gob.mx/wp-content/uploads/2023/03/Diagnostico-TURISMO.pdf>
- CeMIEGeo. (2016). *Geotermia en México*. <https://cemiegeo.org/index.php/geotermia-en-mexico>
- CeMIEGeo. (2019). *Usos directos del calor geotérmico*. <https://cemiegeo.org/index.php/proyectos/usos-directos-del-calor-geotermico>

CeMIEGeo. (s.f.). *Desarrollos tecnológicos para explotación*. <http://cemiegeo.org/index.php/proyectos/desarrollos-tecnologicos-para-explotacion/p25/9-linea-de-investigacion/proyecto/34-p25>

CENACE. (2020). *Diagramas Unifilares del Sistema Eléctrico Nacional 2020-2025*. [https://www.cenace.gob.mx/Docs/10\\_PLANEACION/DiagramasUnifilares/Mod%20Gral%20Planeaci%C3%B3n%202020-2025%20Diagramas%20Unifilares%20RNT%20y%20RGD%20del%20MEM.pdf](https://www.cenace.gob.mx/Docs/10_PLANEACION/DiagramasUnifilares/Mod%20Gral%20Planeaci%C3%B3n%202020-2025%20Diagramas%20Unifilares%20RNT%20y%20RGD%20del%20MEM.pdf)

CFE. (2007). *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Proyecto Geotermoeléctrico Cerro Prieto*. V. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bc/estudios/2007/02BC2007E0001.pdf>

CFE. (2022). *México, potencia en geotermia*. <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2502>

CMIC (2008). *Plantas desaladoras*. <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/estadisticas/estadisticas%202008/9%20industrialesydesalinizadoras.pdf>

CNM [Creciendo con Nuestro México]. (2023). *Segunda planta desaladora inicia su construcción en Baja California Sur*. <https://creciendoconnuestromexico.com.mx/segunda-planta-desaladora-inicia-su-construccion-en-baja-california-sur/>

CODEEN e IMIP. (2011). *Plan Estratégico de Desarrollo Económico del Municipio de Ensenada (PEDME)*. [https://imipens.org/IMIP\\_files/PEDEME-DICIEMBRE2011.pdf](https://imipens.org/IMIP_files/PEDEME-DICIEMBRE2011.pdf)

Cólogan, E. (2017). *Análisis Comercial, ¿Por qué todo tiene un inicio?* <https://www.cajasietecontunegocio.com/temas/marketing-y-ventas/item/analisis-comercial-por-que-todo-tiene-un-inicio>

Comisión de Recursos Hidráulicos. (2022). *Dictamen de la Comisión de Recursos Hidráulicos a la propuesta con punto de acuerdo por el que se exhorta a la Comisión Nacional Del Agua, a que remita a esta soberanía, los lineamientos, Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones generales vigentes en materia de exploración y extracción de agua geotérmica para la generación de energía*. [http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2022/04/asun\\_4350645\\_20220406\\_1649175877.pdf](http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2022/04/asun_4350645_20220406_1649175877.pdf)

CONABIO (2019). *CONABIO genera nueva cartografía de la línea de costa de México*. <https://www.gob.mx/conabio/prensa/conabio-genera-nueva-cartografia-de-la-linea-de-costa-de-mexico?idiom=es#:~:text=La%20extensi%C3%B3n%20de%20las%20costas,sin%20considerar%20a%20las%20islas>.

CONAGUA. (2010). *Capítulo 3. Usos del Agua*. [http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/capitulo\\_3.pdf](http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/capitulo_3.pdf)

CONAGUA. (2011). *Estadísticas del Agua en México, Edición 2011 | Capítulo 2 Situación de los recursos hídricos*. [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SINA/Capitulo\\_2.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/SINA/Capitulo_2.pdf)

CONAGUA. (2012). *Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa | Península de Baja California*. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/1-SGP-17-12PBC.pdf>

CONAGUA. (2013). *Infografía: El agua virtual y la huella hídrica*. <https://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/infograf%C3%ADa%20huella%20h%C3%ADrica.pdf>

CONAGUA. (2014). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*.

[https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Inventario\\_Nacional\\_Plantas1.pdf](https://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Inventario_Nacional_Plantas1.pdf)

CONAGUA. (2016). *Programa Hídrico Estatal de Baja California Sur 2015-2021*. [http://secfm.bcs.gob.mx/fnz/wp-content/themes/fnz\\_bcs/assets/images/transparencia/marco\\_programa/programas2015-2021/Programa%20Hidrico%20Estatal%202015\\_2021.pdf](http://secfm.bcs.gob.mx/fnz/wp-content/themes/fnz_bcs/assets/images/transparencia/marco_programa/programas2015-2021/Programa%20Hidrico%20Estatal%202015_2021.pdf)

CONAGUA. (2017). *Estadísticas del Agua en México, Edición 2017*. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2017.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf)

CONAGUA. (2018a). *Estadísticas del Agua en México*. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)

CONAGUA. (2018b). *Atlas del Agua en México*. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf)

CONAGUA. (2018c). *Numeragua México*. [https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/Numeragua\\_2018.pdf](https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/Numeragua_2018.pdf)

CONAGUA. (2020). *Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Cabo San Lucas (0317), Estado de Baja California Sur*. [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/BajaCaliforniaSur/DR\\_0317.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/BajaCaliforniaSur/DR_0317.pdf)

CONAGUA. (2022). *La desalinización de agua de mar es una alternativa viable para incrementar la disponibilidad del agua a la población*. <https://www.gob.mx/conagua/prensa/la-desalinizacion-de-agua-de-mar-es-una-alternativa-viable-para-incrementar-la-disponibilidad-del-agua-a-la-poblacion>

CONAGUA. (2022b). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2022*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/808461/SGAPDS-13-22-a.pdf>

CONAGUA. (2023). *Programa de Agua Potable, Drenaje y Tratamiento (PROAGUA) 2023. Anexo de Ejecución Inicial*. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/anexos/AnexosTecnicos/BAJA/1.%20Baja%20California%20Anexo%20Ejecuci%C3%B3n%20Proagua%202023.pdf>

Consulate General of Israel in Bengaluru. (2019). *7 Israeli agriculture technologies*. <https://embassies.gov.il/bangalore/NewsAndEvents/Israel%20news/Pages/Israeli-Agriculture-technology.aspx>

Corona, R. (2016). *El desarrollo de la agricultura y el impacto que tendría en las finanzas públicas de México*. [https://cefp.gob.mx/formulario/Trabajo\\_12a.pdf](https://cefp.gob.mx/formulario/Trabajo_12a.pdf)

Correa, F. (2007). *El impacto social y económico de la desalación de agua de mar*. [Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM]. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2524/11.pdf>

CRE. (2011). *Evaluación de los Recursos Geotérmicos de Baja Entalpía de la Península de Baja California, México. Reporte Final*. [Universidad Politécnica de Baja California]. <https://www.cre.gob.mx/estudios/ce0111.pdf>

Da Silva, D. (2020). *Guía para construir una estrategia comercial*. <https://www.zendesk.com.mx/blog/estrategia-comercial/>

Dévora, G. et al. (2012). *Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México*. *Ra Ximhai*, 8 (2), 59. [Universidad Autónoma Indígena de México]. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46123333006.pdf>

Díaz, I. (2009). Enfoque de Porter y de la teoría basada en los recursos en la identificación de la Ventaja Competitiva: ¿contraposición o conciliación? *Economía y Desarrollo*, 144 (1), 101-114. <https://www.redalyc.org/pdf/4255/425541313005.pdf>

DIGAOHM. (s.f.). *Topolobampo, Sinaloa*. <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioTopo.pdf>

DIGAOHM. (s.f.). *San Felipe, Baja California*. <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioSanfelipe.pdf>

DIGAOHM. (s.f.). *Cabo San Lucas, Baja California Sur*. <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioCabosnlucas.pdf>

DIGAOHM. (s.f.). *Ensenada, B.C.* <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioEnsenada.pdf>

Dirección General de Comunicación, Diplomacia Pública y Redes. (2022) *Ficha país Kuwait*. [Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación]. [https://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/KUWAIT\\_FICHA%20PAIS.pdf](https://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/KUWAIT_FICHA%20PAIS.pdf) & [http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/arabiasaudi\\_ficha%20pais.pdf](http://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/arabiasaudi_ficha%20pais.pdf)

Duarte, E. (s.f.). *Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Sistema de abrevadero (Parte I): ¿Cuánta agua toma una vaca?* [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R139/R\\_139\\_52.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R139/R_139_52.pdf)

Esparza, J. (2010). *Análisis y evaluación de inversión*. [Universidad de Quintana Roo] <http://web.uqroo.mx/archivos/jlesparza/UnidadII-ACPSC-137.pdf>

FAO (2013). *México mira hacia el mar para remediar las sequías*. <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/512025/>

FAO. (2018). *AQUASTAT. SDG 6.4.2. Water Stress (%)*. <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html>

FAO. (2022). *AQUASTAT database*. <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html>

Farrell, C. et al. (2013). Huella de agua de uso público-urbano en México. *INEGI. Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 4 (1). 58-71. [https://rde.inegi.org.mx/RDE\\_08/Doctos/RDE\\_08\\_opt.pdf](https://rde.inegi.org.mx/RDE_08/Doctos/RDE_08_opt.pdf)

Farías, L. (2020). Gran potencial de México en energía geotérmica. *Gaceta UNAM* (5,142). <https://www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2020/08/200831.pdf>

Fertilab. (2019). *Requerimientos edafoclimáticos de la frambuesa*. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF19-006-Requerimientos-edafoclimaticos-de-la-frambuesa.pdf>

Fideicomiso de Turismo de Los Cabos. (2023). *Los Cabos*. <https://www.visitloscabos.travel/>

Foster, S. & Elzinga, D. (s.f.). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible*. [Crónica ONU]. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>

Fuente, O. (2023). *Qué es el SEO y cómo funciona para ser el n°1 en buscadores + [Guía SEO]*. [IEBS School]. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-seo-social-y-como-puede-ayudar-a-mi-estrategia-de-seo-sem/>

Fuentes, M. (2007). La desalación del agua. *Gaceta del IMTA*, 6. <https://www.imta.gob.mx/gaceta/anteriores/g06-10->

[2007/desalacion.html#:~:text=La%20desalaci%C3%B3n%20en%20M%C3%A9xico&text=Existen%20en%20M%C3%A9xico%20320%20sitios,Baja%20California%20Sur%2C%20con%2071](#)

Gallegos, R. y Rodríguez S. (2015). *Hacia la Transformación del Mercado Eléctrico Mexicano: Generación Distribuida*. [IMCO: Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.]

Gallup, D. (2009). Production engineering in geothermal technology: A review. *Geothermics*, 38 (3), 326-334. [https://www.researchgate.net/profile/Darrell-Gallup/publication/228077599\\_Production\\_engineering\\_in\\_geothermal\\_technology\\_A\\_review/links/5a611d370f7e9b6b8fd3ebb1/Production-engineering-in-geothermal-technology-A-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Darrell-Gallup/publication/228077599_Production_engineering_in_geothermal_technology_A_review/links/5a611d370f7e9b6b8fd3ebb1/Production-engineering-in-geothermal-technology-A-review.pdf)

Ganaderia.com. (2024). *Expo AgroBaja 2024*. <https://www.ganaderia.com/evento/expo-agrobaja-2024>

García, F. (2014). *Comparativa energética de sistemas térmicos de desalación con energía geotérmica de baja entalpia*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Mecánica. UNAM] <http://132.248.9.195/ptd2014/marzo/0709806/Index.html>

Geotermia Vertical. (s.f.). *¿Qué es la energía geotérmica?* <https://www.geotermiavertical.es/energia-geotermica/>

Gob.mx. (2016). *Preguntas decreto 2016*. CONAGUA. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/150097/PREGUNTAS.pdf>

Gob.mx. (2022a). *Estado de Baja California. Descargas de Aguas Residuales Zonas Federales Extracción de Materiales Títulos y Volúmenes de Aguas Nacionales y Bienes Inherentes por Uso de Agua*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/772708/BCA\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/772708/BCA_2022.pdf)

Gob.mx. (2022b). *Estado de Baja California Sur. Descargas de Aguas Residuales Zonas Federales Extracción de Materiales Títulos y Volúmenes de Aguas Nacionales y Bienes Inherentes por Uso de Agua*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/772709/BCS\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/772709/BCS_2022.pdf)

Gobierno de Nuevo León. (2022). *Lanza Gobierno Campaña "Ciudadanos de 100" por el cuidado del agua*. <https://www.nl.gob.mx/boletines-comunicados-y-avisos/lanza-gobierno-campana-ciudadanos-de-100-por-el-cuidado-del-agua>

Gobierno del Estado de Baja California. (2020). *Existe fuerte déficit de energía en BC; se solicita apoyo de la ciudadanía*. <http://www.sidue.gob.mx/Noticias/Nota.aspx?id=280>

Gómez-Arias, E. (2019). *La geotermia en México: retos y oportunidades*. [Catedrático CONACYT-CICESE]. <http://www2.ciicap.uaem.mx/rs/archivos/2019conferencias/Conferencia07.pdf>

González, C. (2016). *Estudio magnetotérmico con fines de exploración geotérmica en la porción sur de la planicie costera de San Felipe – Punta Estrella, Baja California*. [Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra. UNAM]. <http://132.248.9.195/ptd2016/enero/0739436/Index.html>

González, F. (2012). *Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación*. Instituto Nacional de Ecología - SEMARNAT. <https://remexcu.org/documentos/boletines/MIC-2018-04-Medrano.pdf>

González, I. (2021). *Webinar: ¿Cómo calcular la cantidad de empleados de tu hotel?* <https://www.youtube.com/watch?v=wC9teHo99FY>

González, V. (2022). *Aumentan tarifas de agua en Los Cabos*. <https://www.elsudcaliforniano.com.mx/local/municipios/aumentan-tarifas-de-agua-en-los-cabos-8512523.html>



González-Ruiz, L. et al. (2015). Distribución de Anomalías Geotérmicas en México: Una guía útil en la prospección geotérmica. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica (RIIT)*. [https://riit.com.mx/apps/site/files/anomalias\\_geotrmicas\\_v1.pdf](https://riit.com.mx/apps/site/files/anomalias_geotrmicas_v1.pdf)

Google Maps. (2023). *Google Maps*. <https://www.google.com.mx/maps/preview>

Government of Iceland. (2016). *Energy*. <https://www.government.is/topics/business-and-industry/energy/#:~:text=About%2085%25%20of%20all%20houses,are%20heated%20with%20geothermal%20energy.>

Green by Island. (2021). *The Wonders of Cascading Use of Geothermal in Iceland*. <https://www.facebook.com/watch/?v=201022112160572>

Grupo Banco Mundial. (2023). *Agricultura y Alimentos*. [https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#:~:text=El%20desarrollo%20agr%C3%ADcola%20constituye%20uno,habitantes%20en%202050%20\(i\).](https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#:~:text=El%20desarrollo%20agr%C3%ADcola%20constituye%20uno,habitantes%20en%202050%20(i).)

Grupo iiDEA. (2018). *Video sobre la Desaladora Modular Geotérmica*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, en colaboración con CeMIEGeo.

Grupo Parlamentario de Morena en el Senado (GPMS). (2022). *Impulsa Senado desalinización de agua de mar para consumo humano*. [Grupo Parlamentario MORENA, LXV Legislatura]. <https://morena.senado.gob.mx/2022/02/03/impulsa-senado-desalinizacion-de-agua-de-mar-para-consumo-humano/>

Gutiérrez, L. (2017). *Usos directos de la geotermia: un potencial desaprovechado en México*. <https://e-management.mx/2017/09/07/usos-directos-de-la-geotermia-un-potencial-desaprovechado-en-mexico/>

H2O Innovation. (2022). *H2O Innovation*. <https://www.h2oinnovation.mx/>

Hernández, L. (2023). *Nuevos modelos de solubilidad de cuarzo y sílice amorfa basados en estudios de geoquimiometría e interacción agua-roca*. [Tesis de Maestría en Ingeniería en Energía. UNAM]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000838504/3/0838504.pdf>

Hidroagua. (2015). *Equipos de Ósmosis Inversa*. <https://www.hidroagua.com.mx/assets/osmosisinversa.pdf>

Hidroagua. (2022). *Hidroagua*. <https://www.hidroagua.com.mx/empresa.html>

Hiriart, G. et al. (2011). *Evaluación de la Energía Geotérmica en México*. [Informe para el Banco Interamericano de Desarrollo y la Comisión Reguladora de Energía]. <https://www.cre.gob.mx/documento/2026.pdf>

IAEA. (s.f.) *Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)*. [Organismo Internacional de Energía Atómica] <https://www.iaea.org/es/el-oiea/agencia-internacional-de-energias-renovables-irena>

IDA. (2021). *Saudi Arabia's Mobile Desalination Plants Achieving a New World Record "2.27 kW per cubic meter" Lowest Energy Consumption*. [IDA – International Desalination Association]. <https://idadesal.org/saudi-arabias-mobile-desalination-plants-achieving-a-new-world-record-2-27-kw-per-cubic-meter-lowest-energy-consumption/>

IDAE. (2011). *Evaluación del potencial de energía geotérmica. Estudio Técnico PER 2011-2020*. [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11227\\_e9\\_geotermia\\_A\\_db72b0ac.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e9_geotermia_A_db72b0ac.pdf)

IEA. (2021). *Geothermal Power. Tracking progress 2021*. <https://www.iea.org/reports/geothermal-power>

INECC. (2021). *Metodología para la identificación y cuantificación de acciones de mitigación por la generación distribuida de energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos con capacidades menores a 500kW y con conexión a red*. [INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/681992/105\\_2020\\_Metodologia\\_identificacion\\_500kw\\_conexion\\_a\\_red.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/681992/105_2020_Metodologia_identificacion_500kw_conexion_a_red.pdf)

INEGI. (2018). *Marco Geoestadístico*. [https://www.cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div\\_municipal/bcsmptoscolor.pdf](https://www.cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/bcsmptoscolor.pdf)

INEGI. (2020a). *Población*. <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>

INEGI. (2020b). *Panorama sociodemográfico de Baja California Censo de Población y Vivienda 2020*. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/producto\\_s/nueva\\_estruc/702825197735.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/producto_s/nueva_estruc/702825197735.pdf)

INEGI. (2021). *Marco Geoestadístico*. [https://www.cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div\\_municipal/bcsmptos\\_color.pdf](https://www.cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/bcsmptos_color.pdf)

INEGI. (2023). *DENUE: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

InfoAgro. (s.f.). *El cultivo de la frambuesa*. [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_frambuesa.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_frambuesa.asp)

Infra P3 Latam S.A. de C.V. (2017). *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular para: "Planta Desaladora Para las Ciudades de Guaymas y Empalme, Sonora"*. <https://desaladora.sonora.gob.mx/images/transparencia/anuencias/memoria-mia-obs-solv.pdf>

Kingdom of Saudi Arabia. (2022). *Building an Absorption Base Desalination Plant. Vision 2030*. <https://www.vision2030.gov.sa/v2030/v2030-projects/building-an-absorption-base-desalination-plant/>

Kingdom of Saudi Arabia. (2022). *Water Desalination Project Using Solar Power. Vision 2030*. <https://www.vision2030.gov.sa/v2030/v2030-projects/water-desalination-project-using-solar-power/>

Lezama, E. (2018). *Análisis de las problemáticas de gestión del agua en la ciudad de Ensenada, Baja California: hacia un cambio de paradigma en la gestión del agua*. [Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. COLEF]. <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2019/02/TESIS-Lezama-Barquet-Estefania.pdf>

Lozano, J. (2013). *Ahorro y gestión del agua en hoteles*. [http://www.atl.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7038:ahorro-y-gestion-del-agua-en-hoteles&catid=161:empresas-del-agua&Itemid=831#:~:text=Analiz%C3%A1ndolo%20un%20poco%20m%C3%A1s%20en,litros%20por%20cliente%20y%20d%C3%ADa.](http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=7038:ahorro-y-gestion-del-agua-en-hoteles&catid=161:empresas-del-agua&Itemid=831#:~:text=Analiz%C3%A1ndolo%20un%20poco%20m%C3%A1s%20en,litros%20por%20cliente%20y%20d%C3%ADa.)

- Lozano, S. (2021). *Estudian el potencial geotérmico de la playa La Jolla*. [CICESE]. <https://todos.cicese.mx/sitio/noticia.php?n=1562>
- Lund, J. & Aniko, N. (2020). *Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review*. [Proceedings World Geothermal Congress 2020. Reykjavik, Iceland]. [https://geothermie-schweiz.ch/wp\\_live/wp-content/uploads/2020/09/Lund\\_Toht\\_2020\\_Direct-Utilization-of-Geothermal-Energy-2020-Worldwide-Review.pdf](https://geothermie-schweiz.ch/wp_live/wp-content/uploads/2020/09/Lund_Toht_2020_Direct-Utilization-of-Geothermal-Energy-2020-Worldwide-Review.pdf)
- Lund, J. & Boyd, T. (2016). *Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review*. *Geothermics*, 60, 66-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037565051500156X?via%3Dihub>
- Máñez, R. (2020). *Cómo hacer un Plan de Social Media Marketing*. <https://rubenmanez.com/guia-plan-social-media-marketing/#:~:text=Social%20Media%20Plan%3F-Un%20Plan%20de%20Social%20Media%20Marketing%20o%20Social%20Media%20Plan.de%20Marketing%20en%20Redes%20Sociales>.
- Marine, P. et al. (2017). *Water Management in Israel*. [Word Bank Group's Water Global Practice]. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28097/119309-WP-PUBLIC-56p-WcmpeProof.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, B. (2023). *En aumento, la frecuencia de las olas de calor*. [Boletín UNAM-DGCS-460]. <https://www.atmosfera.unam.mx/en-aumento-la-frecuencia-de-las-olas-de-calor/>
- Martínez, I. (2017). *La super-explotación del agua en Baja California*. <https://geografiaseptentrional.wordpress.com/2017/10/16/la-super-explotacion-del-agua-en-baja-california/>
- Martínez, J. (2019). *Evaluación técnico-económica de una planta desaladora MED acoplada con recurso geotérmico de baja entalpía*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química. UNAM]. <http://132.248.9.195/ptd2019/junio/0789733/Index.html>
- Mekonnen, M. & Hoekstra, A. (2010). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Value of Water*, 1 (47). [UNESCO – Institute of Water Education] <https://www.waterfootprint.org/resources/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>
- Metricool. (2023). *Metricool*. <https://metricool.com/es/>
- Mora, J. et al. (2008). Análisis de la oferta y la demanda del servicio de internet por cable empresarial de 1024 kbps. *Ra Ximhai*, 4 (2), 300. [Universidad Autónoma Indígena de México]. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46140215.pdf>
- Muguira, A. (2023). *Tipos de investigación y sus características*. <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/#investigacion-teorica>
- National Geographic. (2022). *Así es la vaquita marina, la marsopa mexicana que lucha por su supervivencia en el Mar de Cortés*. <https://www.ngenespanol.com/animales/vaquita-marina-la-marsopa-mexicana-que-sobrevive-en-el-mar-de-cortes/>
- Nunez, C. (2023). *Explicación de qué son los combustibles fósiles*. [National Geographic]. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/explicacion-que-son-combustibles-fosiles>
- Observatorio Económico Social UNR. (2020). *Importancia de la agricultura en el desarrollo socio-económico*. [Universidad Nacional del Rosario]. <https://observatorio.unr.edu.ar/wp->

<content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>

OECD. (2013). *Water Security for Better Lives*. OECD Studies on Water, OECD Publishing. [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/water-security\\_9789264202405-en#page1](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/water-security_9789264202405-en#page1)

ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Ordaz, C. et al. (2011). Potencial geotérmico de la República Mexicana. *Geotermia*, 12 (1), 50-58. <https://biblat.unam.mx/hevila/Geotermia/2011/vol24/no1/5.pdf>

Patterson, M. (2006). *Geothermal Brines – High Value Mineral Extraction*. <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/Russia/IMEC-2005/02Patterson.pdf>

Pérez, A. (2021a). *Marketing Estratégico. Análisis de la competencia y los competidores*. [Universidad de Cantabria]. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1601/course/section/1059/Tema%204%20-%20Análisis%20de%20la%20competencia.pdf>

Pérez, A. (2021b). Estrategia competitiva: definición, tipos y planteamiento. <https://www.obsbusiness.school/blog/estrategia-competitiva-definicion-tipos-y-planteamiento#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20estrategia%20competitiva%3F,de%20ventaja%20en%20el%20mercado.>

Pistocchi, A., et al. (2020). Can seawater desalination be a win-win fix to our water cycle? *Water Research*, 182 (115906). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135420304437>

Ponce, H. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 113-130. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>

PROAIN. (2020). *El riego en la producción de fresa*. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/el-riego-en-la-produccion-de-fresa#:~:text=Aplicaci%C3%B3n%20de%20riegos.&text=Cantidad%20de%20agua%20aplicada%3A%2020%2C806%20m3%2Fha>

Prol-Ledesma, R. et al. (2018). Heat flow map and geothermal resources in Mexico / Mapa de flujo de calor y recursos geotérmicos de México. *Terra digitalis*, 2 (2), 1-15. [https://www.researchgate.net/publication/332980436\\_Heat\\_flow\\_map\\_and\\_geothermal\\_resources\\_in\\_Mexico\\_Map\\_a\\_de\\_flujo\\_de\\_calor\\_y\\_recursos\\_geotermicos\\_de\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/332980436_Heat_flow_map_and_geothermal_resources_in_Mexico_Map_a_de_flujo_de_calor_y_recursos_geotermicos_de_Mexico)

Prol-Ledesma, R. y Morán-Zenteno, D. (2019). Heat flow and geothermal provinces in Mexico. *Geothermics*, 78, 183-200. [https://www.researchgate.net/figure/Province-CV3-CP-Cerro-Prieto-and-Province-CV1-GE-Gulf-Extensional-Heat-flow\\_fig5\\_331442971](https://www.researchgate.net/figure/Province-CV3-CP-Cerro-Prieto-and-Province-CV1-GE-Gulf-Extensional-Heat-flow_fig5_331442971)

PROMODE [Programa de Capacitación y Modernización Empresarial]. (2000). *Análisis de la competencia*. <http://www.contactopyme.gob.mx/promode/compe.asp>

PueblosAmerica.com. (2020). *Towns of Mexico*. <https://en.mexico.pueblosamerica.com/>

RAE. (2023). *Diccionario de la Real Academia Española*. <https://dle.rae.es/webinario?m=form>

Real Academia de Ingeniería. (s.f.). *Picnoclina*. <https://diccionario.raing.es/es/lema/picnoclina>

- Red Summa. (2019). *Estrategia y Técnicas de Comercialización*. [Instituto Europeo de Posgrado]. [https://campusvirtual.iep.edu.es/recursos/recursos\\_premium/programa-habilidades/pdf/marketing/pdf5.pdf](https://campusvirtual.iep.edu.es/recursos/recursos_premium/programa-habilidades/pdf/marketing/pdf5.pdf)
- REPDA. (2021). *Volumen concesionado para usos consuntivos por Entidad Federativa*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAguas&ver=reporte&o=0&n=estatal>
- Representación Agricultura BC. (2020). *Exportado el 80% del tomate rojo que se produce en la zona costa de Baja California*. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cbajacalifornia/articulos/exportado-el-80-del-tomate-rojo-que-se-produce-en-la-zona-costa-de-baja-california>
- Representación Agricultura Baja California. (2021). *Cultivo de fresa arrojó una producción de 93 mil 007 toneladas en el OI 2020-2021*. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cbajacalifornia/articulos/cultivo-de-fresa-arrojo-una-produccion-de-93-mil-007-toneladas-en-el-oi-2020-2021>
- Representación Agricultura BC. (2022). *Derrama superior a los 3 mil 977 MDP generó la producción de fresa en BC*. <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/derrama-superior-a-los-3-mil-977-mdp-genero-la-produccion-de-fresa-en-bc>
- Richter, A. (2022). *ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2021 – installed power generation capacity (MWe)*. <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2021-installed-power-generation-capacity-mwe/#:~:text=Mexico%20%E2%80%93%2020962.7%20MW%20%E2%80%93%20no%20change,expansion%20at%20the%20Reykjanes%20plant>
- Ríos, O. (2020). *Key Performance Indicators (KPI)*. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8\\_desarrollo\\_aplicacion\\_gestion.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24174w/S8_desarrollo_aplicacion_gestion.pdf)
- Rodríguez, C. (2011). *Propuesta de regulación de los elementos de impacto ambiental de la descarga de salmuera a bienes nacionales*. [Especialidad en Gestión Ambiental y Manejo de Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Baja California]. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/273/1/ENS069770.pdf>
- Rodríguez, E. (2016). *Diseño y Análisis Térmico-Hidráulico de una Desaladora Modular Geotérmica de Baja Entalpia*. [Tesis de Maestría en Ingeniería. UNAM]. <http://132.248.9.195/ptd2016/junio/0745955/Index.html>
- Rodríguez, M. (s.f.). *Estrategia comercial. La clave de los negocios*. <https://www.seoenmexico.com.mx/blog/estrategia-comercial/>
- Salmerón, J. (2012). *Análisis y diseño de una desaladora de agua de mar de múltiple efecto con recurso geotérmico de baja entalpía MED-LE*. [Tesis de Maestría en Ingeniería. UNAM]. <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/0686358/0686358.pdf>
- Sánchez, J. et al. (2009). *Guía de Desalación: aspectos técnicos y sanitarios en la producción de agua de consumo humano*. España: Ministerio de Sanidad y Política Social. [https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Guia\\_desalacion.pdf](https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/Guia_desalacion.pdf)
- Sánchez, P. et al. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25 (2), 137-150. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a08.pdf>
- Santoyo, E. y Barragán-Reyes, R. (2010). Energía Geotérmica. *Ciencia*, 61 (2), 40-51. [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61\\_2/PDF/EnergiaGeotermica.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaGeotermica.pdf)

SE Ranking. (2023). *SE Ranking*. <https://seranking.com/>

Sección Amarilla. (2023). *Encuentra los mejores resultados de osmosis inversa localizados en Baja California*. <https://www.seccionamarilla.com.mx/resultados/osmosis-inversa/baja-california/1>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). *¿Conoces qué se produce en Baja California?* <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoces-que-se-produce-en-baja-california?idiom=es>

Secretaría de Energía. (2014). *Ley de la Industria Eléctrica – Ley de Energía Geotérmica*.

Secretaría de Energía. (2018). *Mapa de Ruta Tecnológica. Usos Directos del Calor Geotérmico*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/416191/MRT\\_UDCG\\_Final.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/416191/MRT_UDCG_Final.pdf)

Secretaría de Relaciones Exteriores. (2023). *México refuerza su compromiso con el desarrollo sostenible en la Cumbre ODS*. <https://www.gob.mx/sre/prensa/mexico-refuerza-su-compromiso-con-el-desarrollo-sostenible-en-la-cumbre-ods>

Secretaría de Turismo y Economía. (2020). *Se mantiene Los Cabos, como el tercer destino turístico internacional de México*. <https://setuesbcs.gob.mx/se-mantiene-los-cabos-como-el-tercer-destino-turistico-internacional-de-mexico/#:~:text=Lo%20anterior%20al%20dar%20a,respectivamente%2C%20durante%20el%20periodo%20de>

SEFOA. (2015). *Panorama general de “Maneadero” Baja California*. [http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus\\_bca/pdf/biblioteca/panoramas/2015/FICHA%20MANEADERO%202015.pdf](http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/pdf/biblioteca/panoramas/2015/FICHA%20MANEADERO%202015.pdf)

SEFOA. (2017). *Números de la Actividad Agropecuaria de Baja California*. <http://www.sefoa.gob.mx/static/pdf/NumerosBC-Ed2017.pdf>

SEGOB. (2007). *DOF: 13/09/2007*. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5000547&fecha=13/09/2007#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5000547&fecha=13/09/2007#gsc.tab=0)

SEMARNAT. (2006). *Agua*. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen/pdf/7\\_info\\_resumen.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen/pdf/7_info_resumen.pdf)

SEMARNAT. (2015). *Geotermia: fuente de energía renovable*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/geotermia-fuente-de-energia-renovable>

SEMARNAT. (2017). *San Felipe, el puerto de la vaquita marina*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/san-felipe-el-puerto-de-la-vaquita-marina>

SEMARNAT. (2018). *6 Agua. [Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Informe del Medio Ambiente]* <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html#:~:text=El%20volumen%20de%20agua%20per,p0r%20habitante%20y%20seguir%20reduci%20ndose>

SENER. (2012). *Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva\\_de\\_Energias\\_Renovables\\_2012-2026.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2012-2026.pdf)

SENER. (2016). *México cumplirá con su meta del 35% de generación eléctrica con energías limpias en 2024: Consejo Consultivo para la Transición Energética*. <https://www.gob.mx/sener/prensa/mexico-cumplira-con-su-meta-del-35-de-generacion-electrica-con-energias-limpias-en-2024-consejo-consultivo-para-la-transicion-energetica>

SETUES. (2020). *Baja California Sur Información Estratégica*. [http://setuesbcs.gob.mx/doctos\\_estadisticos/estrategico\\_bcs\\_2020\\_red.pdf](http://setuesbcs.gob.mx/doctos_estadisticos/estrategico_bcs_2020_red.pdf)

Shahzad, M., et al. (2017). Energy-water-environment nexus underpinning future desalination sustainability. *Desalination*, 413, 52-64. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916417303703>

SIAP. (2019). *Baja California. Infografía agroalimentaria*. <https://agroproductores.com/wp-content/uploads/2020/09/Baja-California-Infografia-Agroalimentaria-2019.pdf>

SIAP. (2021). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SINA. (2019). *Plantas potabilizadoras (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=plantasPotabilizadoras&n=estatal>

SINA. (2020a). *Condición de los acuíferos (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos&ver=mapa&o=1&n=nacional>

SINA. (2020b). *Disponibilidad de los acuíferos (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos&ver=mapa&o=0&n=nacional#&ui-state=dialog>

SINA. (2020c). *Acuíferos con intrusión salina o fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos&ver=mapa&o=2&n=nacional>

SINA. (2021a). *Plantas potabilizadoras (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=plantasPotabilizadoras&ver=mapa>

SINA. (2021b). *Tarifa de agua potable (nacional)*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=tarifas&ver=reporte&o=1&n=nacional>

SINA. (2022a). *Condición de los acuíferos*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos&n=estatal>

SINA. (2022b). *Detalle de las cuencas hidrológicas en México*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cuencas&ver=reporte&o=2&n=nacional#&ui-state=dialog>

Sustainable Water & Energy Solutions Network. (2020). *Desalination through Sustainable Water and Energy Solutions in West Asia*. [United Nations]. [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/2020/09/desalination\\_through\\_sustainable\\_water\\_and\\_energy\\_solutions\\_in\\_west\\_asia.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/2020/09/desalination_through_sustainable_water_and_energy_solutions_in_west_asia.pdf)

Tal, A. (2018). *Addressing Desalination's Carbon Footprint: The Israeli Experience*. <https://pdfs.semanticscholar.org/5938/a26d9b9c1406be5c3d1a1a056a662fd28300.pdf>

Tamayo, L. et al. (2020). Producción de tomate con bajo volumen de agua para riego. *Ciencia UANL: Universidad Autónoma de Nuevo León*, 99. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=9653>

UABCS. (2021). *Programa Hídrico Regional Península de Baja California (2021- 2024). Estado de Baja California Sur*. <https://www.uabcs.mx/documentos/comunidad-universitaria/programaHidricoRegionalBCS.pdf>

UNESCO. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020. NO DEJAR A NADIE ATRÁS*. [UNESDOC - Biblioteca Digital de la UNESCO]

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304?1=null&queryId=36f23547-9c33-42b3-bf87-892ea80d6cd5>

UNESCO. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020. AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO*. [UNESDOC - Biblioteca Digital de la UNESCO] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611?3=null&queryId=a25818a4-3266-468c-acbf-359069933b33>

UNESCO. (2021). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021. EL VALOR DEL AGUA*. [UNESDOC - Biblioteca Digital de la UNESCO]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378890?1=null&queryId=75e26bdf-6bbf-4c27-aed7-2869eb42c36a>

Universidad Veracruzana. (s.f.). *Tipos de investigación*. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>

University of Massachusetts Amherst. (2013). *Drip Irrigation*. <https://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/irrigation-drip#:~:text=A%20well%20designed%20drip%20irrigation.other%20types%20of%20irrigation%20systems>.

U.S. - Saudi Business Council. (2021). *Water in Saudi Arabia: Desalination, Wastewater, and Privatization*. <https://ussaudi.org/water-in-saudi-arabia-desalination-wastewater-and-privatization/>

Valencia, D. (2021). *Determinación del estado de equilibrio químico fluido-roca del yacimiento geotérmico Las Tres Vírgenes (BCS) a partir de la geotermometría de solutos y de SiO<sub>2</sub>*. [Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra con orientación en Geología. CICESE, Baja California] [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3541/3/tesis\\_Diana%20Valencia%20Cabrera\\_15%20feb%202021.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3541/3/tesis_Diana%20Valencia%20Cabrera_15%20feb%202021.pdf)

Vázquez, R. (2020). *La desalinización como una alternativa de abastecimiento de agua en las ciudades de Tijuana y Playas de Rosarito, un análisis de capacidad institucional*. [Tesis de Maestría en Gestión Integral del Agua. El Colegio de la Frontera Norte, A.C.] <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2020/09/TESIS-V%C3%A1quez-Lee-Rita-Janitzia-MAGIA.pdf>

Villegas, J. et al. (2004). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27 (4), 333-338. <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/5a.pdf>

World Bank. (2018). *Opportunities and Challenges For Scaling Up Geothermal Development in LAC*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/173681539626591426/pdf/128045-ESMAP-REVISED-PUBLIC.pdf>

World Meteorological Organization. (2012). *Glosario Hidrológico Internacional*. [UNESDOC - Biblioteca Digital de la UNESCO]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862>

Zanellato, G. (2021). *Clasificación de los recursos geotérmicos según Bendoricic y Cormy (1990). Generación de energía a través del aprovechamiento del gradiente geotérmico de la corteza terrestre. Posibilidades de la Geotermia de bajas temperaturas*. <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/8736/1/ZANELLATO.pdf>

Zarza, E. (1997). *Desalinización de Agua del Mar Mediante Energías Renovables*. Plataforma Solar de Almería - CIEMAT. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=566687>

Zhonghe, Dr. Pang. (2017). *China - Renewable Future*. [Geothermal Research Centre, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China].