



SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular



Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas

Promovente:

Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado
y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPASLC)



La Paz, Baja California Sur, México

Junio de 2019

Manifestación de Impacto Ambiental

Modalidad Particular



Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas

Promovente:

Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado
y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPASLC)



La Paz, B.C.S., Junio de 2019

Manifiesto de origen

El presente Estudio Ambiental fue elaborado por Ambios, Ecología y Asesoría Ambientales, S.A. de C.V. en servicio para el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPAS Los Cabos).

El contenido del presente documento es resultado del trabajo y opinión de los Asesores Ambientales, quienes también son responsables de las interpretaciones y veracidad de los datos aquí vertidos. El derecho de autor de este documento lo es por contrato y de común acuerdo de los autores, con el siguiente orden: Asdrúbal Gutiérrez Zamora, Miguel Ángel Aguilar Juárez e Israel Martínez Cedillo.

De ser consultado por terceras partes, el presente trabajo deberá ser citado como:

Gutiérrez Zamora, A., Aguilar Juárez, M. A. y Martínez Cedillo, I. 2019. Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas. Ambios Ecología y Desarrollo, S.A. de C.V. La Paz, B.C.S. 209p.

Cuadro de características

Clasificación: Documento Técnico.

Alcance: A discreción de OOMSAPAS Los Cabos.

Folio: 209p. + Anexos.

Tamaño: Carta (21.5 x 28 cm). Papel Bond.

Empastado: Encarpetado rústico manual.

Anexo electrónico: Disco Compacto.

A la vista de quienes participaron, se certifica la autenticidad, entrega y recepción:

Recibe

Entrega

[Redacted Signature]
[Redacted Name]

[Redacted Signature]
[Redacted Name]

[Redacted Signature]
[Redacted Name]

[Redacted Signature]
[Redacted Name]

Se firma en junio de 2019. La Paz, Baja California Sur.

Declaratoria

Los firmantes, bajo protesta de decir la verdad, manifiestan que la información contenida en este Estudio Ambiental para el Proyecto de construcción, operación, mantenimiento y puesta en marcha de una planta desaladora en Cabo San Lucas, bajo su leal saber y entender es real y fidedigna, y que saben de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante autoridad administrativa distinta de la justicia, tal y como lo establece el artículo 247 del código penal.

De acuerdo al artículo 35 bis 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y al artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los abajo firmantes declaran bajo protesta de decir verdad, que en este Manifiesto de Impacto Ambiental se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.



████████████████████
████████████████████

████████████████████
████████████████████

████████████████████
████████████████████

La Paz, B.C.S., Junio de 2019.



CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	1
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	3
I.1.1. Nombre del proyecto.....	3
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto	3
I.1.4. Presentación de la documentación legal.....	3
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	4
I.2.1. Nombre o razón social.	4
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.....	4
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.	4
I.2.4. Dirección del Promovente o de su Representante Legal.	4
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	4
I.3.1. Nombre o razón social.	4
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.	4
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.	4
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.....	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	7
II.1.2. Selección del sitio.....	8
II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización	8
II.1.4. Inversión requerida	10
II.1.5. Dimensiones del proyecto	11
II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	11
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	16
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	16
II.2.1. Programa General de Trabajo	20



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en
Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



II.2.2. Preparación del sitio	20
II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	21
II.2.4. Etapa de construcción.....	21
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.....	33
II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.....	44
II.2.7. Etapa de abandono del sitio.....	44
II.2.8. Utilización de explosivos.....	44
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	44
II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.....	45
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....	46
III.1. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN	46
III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.....	46
III.1.2. Plan Estatal de desarrollo 2015-2021.....	46
III.1.3. Plan de Desarrollo Municipal Los Cabos 2015-2018.....	47
III.1.4. Segunda Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo y Cabo San Lucas, B.C.S. 2040 (PDU SJC-CSL 2040).....	48
III.1.5. Programa Nacional Hídrico 2013-2018.....	48
III.1.6. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	49
III.1.7. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).....	50
III.1.8. Plan de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S., 1995.....	51
III.2. INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....	57
III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).....	57
III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	58



III.2.3. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM).	59
III.2.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN)	59
III.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS	65
III.3.1. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.	65
III.3.2. NOM-080-SEMARNAT-1994.	67
III.3.3. NOM-081-SEMARNAT-1994.	67
III.3.4. NOM-001-SEMARNAT-1996.	68
III.3.5. PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015.	69
III.3.6. NOM-041-SEMARNAT-2006.	71
III.3.7. NOM-045-SEMARNAT-2006.	72
III.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).	72
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	73
IV.1. Delimitación del área de estudio	77
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental	79
IV.2.1. Aspectos abióticos	79
IV.2.2. Aspectos bióticos	111
IV.2.3. Paisaje	155
IV.2.4. Medio Socioeconómico.	155
IV.2.5. Diagnóstico ambiental	161
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	163
V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	163
V.1.1. Indicadores de impacto	164
V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto	164
V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación	167
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	179



VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	179
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS	180
VI.2. IMPACTOS RESIDUALES.....	190
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	191
VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	191
Pronósticos del SA con la realización del proyecto	194
Pronósticos del SA sin la realización del proyecto	195
El proyecto genera un beneficio significativamente alto a la población, el comercio y el desarrollo turístico al general el recurso agua para satisfacer la demanda actual.....	196
VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	196
VII.2.1. Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, de Manejo Especial y Peligrosos	196
VII.2.2. Programa de Atención a Contingencias.....	196
VII.2.3. Programa de Capacitación Ambiental	197
VII.2.4. Ejecución del Programa de Vigilancia.	198
VII.3. CONCLUSIONES.....	198
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.	199
VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.....	199
VIII.1.1. Fotografías	199
VIII.1.2. Listas de flora y fauna	199
VIII.2. OTROS ANEXOS	199
VIII.2.1. Documentos legales	199
VIII.2.2. Resultados de laboratorio	199
VIII.2.3. Programa de vigilancia ambiental	200
BIBLIOGRAFÍA.	201



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Acuífero de Cabo San Lucas.....	5
Tabla 2. Volúmenes históricos de las captaciones de agua en Cabo San Lucas (m ³ /año).....	6
Tabla 3. Cuadro de construcción del predio total conforme a la documentación legal.....	9
Tabla 4. Vegetación presente en el área del proyecto.....	14
Tabla 5. Dosificación de hipoclorito sódico.....	25
Tabla 6. Balance iónico sin ajustar del agua de mar bruta	33
Tabla 7. Límites permisibles de características microbiológicas.....	65
Tabla 8. Límites permisibles de características físicas y organolépticas.....	65
Tabla 9. Límites permisibles de características químicas.....	66
Tabla 10. Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores.....	67
Tabla 11. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas.....	67
Tabla 12. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos.....	68
Tabla 13. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros.....	68
Tabla 14. Calidad de agua de rechazo de una Planta Desaladora.....	71
Tabla 15. Registro histórico de los ciclones que entraron en B.C.S., 1973-2017.....	80
Tabla 16. Usos de suelo y/o vegetación presente en el área de influencia donde se ubica el proyecto.....	112
Tabla 17. Flora terrestre observada en el área del proyecto.....	113
Tabla 18. Reptiles presentes en Cabo San Lucas.....	117
Tabla 19. Aves presentes en Cabo San Lucas.....	119
Tabla 20. Mamíferos presentes en Cabo San Lucas.....	120
Tabla 21. Reptiles marinos reportados en literatura en el área del proyecto.....	121
Tabla 22. Coordenadas de los puntos de muestreos.....	123
Tabla 23. Sitio de muestro D-1.....	131
Tabla 24. Sitio de muestro D-8.....	131
Tabla 25. Sitio de muestro D-6.....	132



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en
Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Tabla 26. Especies presentes en los sitios de muestreos.	132
Tabla 27. Fauna presente en el área de protección de flora y fauna Cabo San Lucas.	136
Tabla 28. Especies de mamíferos marinos reportadas en el Norte del Golfo de California.	146
Tabla 29. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 para B.C.S. ...	155
Tabla 30. Población de CONAPO 2010 – 2030.	157
Tabla 31. Evaluación de impactos en la etapa de preparación del sitio.	176
Tabla 32. Evaluación de impactos en etapa de construcción de la planta desaladora.	177
Tabla 33. Evaluación de impactos en etapa de operación de la planta desaladora.	178
34. Evaluación del proyecto.	179



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de agua potable.....	6
Figura 2. Esquema de desalinización del agua marina. Fuente: OOMSAPASLC.	7
Figura 3. Localización del proyecto.....	9
Figura 4. Superficie de dunas modificada por la instalación de las obras del proyecto.....	12
Figura 5. Área del proyecto.....	13
Figura 6. Planta Desaladora en operación, se observan los pozos de absorción de donde se extrae el agua para ser desalada.	16
Figura 7. Ubicación de inmisor y emisor submarino.	18
Figura 8. Inmisor y emisor submarino en Zona Federal Marítimo Terrestre ..	19
Figura 9. Cárcamo de captación.....	23
Figura 10. Zona de aspiración de las bombas.	24
Figura 11. Filtro de cartucho.	26
Figura 12. Esquema de funcionamiento semi-bastidor.	37
Figura 13. Línea de almacenamiento de la Planta Desaladora de Cabo San Lucas.....	41
Figura 14. Planta Desaladora en uso.....	42
Figura 15. Unidades Ambientales Biofísicas 4.32. Fuente: POEGT, 2012.	50
Figura 16. Unidad de Gestión Ambiental Costera 1. Fuente: POEMGC, 2006.	51
Figura 17. Áreas Naturales Protegidas de Los Cabos.	73
Figura 18. Ubicación del área donde se pretende construir el proyecto.	74
Figura 19. Acuífero Cabo San Lucas (0317).....	75
Figura 20. Ubicación de microcuenca el al Región Hidrográfica 2.....	76
Figura 21. Ubicación del proyecto con su área de influencia.	76
Figura 22. Regiones Prioritarias Hidrológicas. Fuente: Arriaga, 1998.....	78
Figura 23. Clima y régimen de lluvias.....	79
Figura 24. Caracterización cronoestratigráfica del área de influencia donde se ubica el proyecto.	81
Figura 25. Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Fuente: CFE, 1993.....	83



Figura 26. Sismos en Baja California Sur en 2017. Fuente: CICESE, 2018. ...	83
Figura 27. Grupo de suelos en Baja California Sur.....	85
Figura 28. Clasificación hidrológica del área de influencia donde se ubica el proyecto.....	86
Figura 29. Hidrología superficial del área de influencia definida para el proyecto.	87
Figura 30. Acuíferos en Baja California Sur. Fuente: Conagua, 2012. Escala 1:250,000.....	88
Figura 31. Patrón de vientos. Fuente: windfinder.com.	91
Figura 32. Ecorregiones de Norteamérica para México. Fuente: CONABIO- CONANP-TNC-PRONATURA, 2007.	92
Figura 33. Batimetría de los mares mexicanos. Fuente: CONABIO-CONANP- TNC-PRONATURA, 2007.	93
Figura 34. Batimetría Cabo San Lucas.....	94
Figura 35. Batimetría playa El Faro.....	94
Figura 36. Pronóstico de la pluma de salmuera descargada por un emisor submarino con difusor vénturi.	102
Figura 37. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso A.	103
Figura 38. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso B.	104
Figura 39. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso C.	105
Figura 40. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso D.	106
Figura 41. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso E.	107
Figura 42. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso F.....	108
Figura 43. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso G.	109
Figura 44. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 De Cabo San Lucas caso H.	110
Figura 45. Tipo de vegetación que se reporta en el área de influencia del proyecto.	112



Figura 46. Zonas de muestreos marinos.	124
Figura 47. a) Transectos lineales utilizando la técnica de censos visuales y b) tablas de acrílico con lápiz de grafito para el registro.	124
Figura 48. Esquema de la técnica de muestreo.	125
Figura 49. Cuadrantes realizados para determinar el tipo de sustrato en los sitios de muestreo mediante buceo SCUBA.	127
Figura 50. Profundidades que presentaron los sitios de muestreos.	127
Figura 51. El tipo de sustrato que se encuentra en el área de estudio fue representado por sustratos finos y arenosos.	128
Figura 52. Se muestran exoesqueletos de diferentes Bivalvos.	131
Figura 53. Slender Sea Pen (pluma de lápiz) se encontraron en el área de estudio.	131
Figura 54. Concha de bivalvo encontrado en las áreas de muestreos.	132
Figura 55. Número de especies que se registraron en el sitio.	133
Figura 56. Variación de la abundancia relativa de las especies más importantes presente en los 8 sitios de muestreo.	133
Figura 57. Variación de abundancia relativa entre los sitios de muestreos. ...	134
Figura 58. Diversidad de peces en los sitios muestreados.	135
Figura 59. Esquemas de las tortugas marinas. 1 = <i>Eretmochelys imbricata</i> , 2 = <i>Caretta caretta</i> , 3 = <i>Chelonia mydas</i> , 4 <i>Lepidochelys olivacea</i> , 5 = <i>Dermochelys coriacea</i> . Fuente: Zubi, T. 2006.	137
Figura 60. Mapa de distribución conocida de <i>Caretta caretta</i> en México. Fuente: CONABIO, 2010.	139
Figura 61. Mapa de distribución de <i>Eretmochelys imbricata</i> en México. Fuente: http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm	140
Figura 62. Mapa de distribución de <i>Dermochelys coriacea</i> en México. Fuente: http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm	141
Figura 63. Número de nidos hechos por la tortuga Laúd en la Playa Mexiquillo (Michoacán). Fuente: Sarti <i>et al.</i> 1996.	142
Figura 64. Mapa de distribución de <i>Chelonia mydas</i> en México. (1. Colola y Maruata, Michoacán; 2. Clarion y Socorro, Archipiélago Revillagigedo, Col.; 3. Rancho Nuevo, Tamaulipas; 4. Lechuguillas, Veracruz; 5. Isla Aguada, Campeche; 6. Chenkan, Campeche; 7. Holbox, Quintana Roo; 8. Isla Contoy, Quintana Roo; 9. Isla Mujeres, Quintana Roo; 10. Akumal, Quintana Roo; 11.	



Isla Cozumel, Quintana Roo; 12. Xcacel, Quintana Roo). Fuente: http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm	143
Figura 65. Tendencia histórica en la anidación en la playa La Escotilla, Oaxaca. Fuente: Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas/CMT/CONANP, 2008.....	144
Figura 66. Mapa de distribución de <i>Lepidochelys olivacea</i> en México. (1. Playa La Escobilla, Oaxaca; 2. Playa Morro Ayuta, Oaxaca; 3. Playa Ixtapilla, Michoacán). Fuente: http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm	145
Figura 67. Esquema de misticeto.....	147
Figura 68. Esquema de odontocetos.....	150
Figura 69. Mapa que muestra los límites de las cuatro regiones ambientales del Golfo de California, como lo propuesto por Lluch-Cota y Arias-Aréchiga (2000), y la regionalización general de las colonias reproductivas del lobo marino de California: grupo 1. Golfo Norte (de norte a sur: Consag, Isla San Jorge, Isla Lobos). 2. Grupo Ángel de la Guarda (de norte a sur: Granito, Los Cantiles, Los Machos, El Partido), grupo Golfo Central 3 (de norte a sur: El Rasito, San Esteban, San Pedro Mártir, Nolasco) y grupo Golfo Sur 4 (de norte a sur: Farallón de San Ignacio, Los Islotes).....	154
Figura 70. Localidades urbanas del Municipio de Los Cabos. Fuente: IMPLAN Los Cabos.....	156
Figura 71. Estructura poblacional por sexo y edad. Fuente: INEGI, 2016.	157
Figura 72. Sector de actividad económica en B.C.S. Fuente: INEGI, 2010. ...	158
Figura 73. Porcentaje de impactos mitigables y no mitigables.	175
Figura 74. Aéreas Impactadas alrededor del área propuesta para el proyecto.	185
Figura 75. Aéreas Impactadas alrededor del área propuesta para el proyecto.	193



I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”.

El agua es un compuesto esencial para la vida y las actividades que se efectúan en pro del sustento del ser humano, como los procesos industriales, y la producción agrícola y ganadera, entre otros; este líquido también es un factor influyente para impulsar la economía de un país; sin embargo, ya se están presentando problemas en la actualidad por el déficit del vital líquido, ya que el crecimiento poblacional está aumentando considerablemente y esto origina grandes esfuerzos para abastecer de agua a toda la población, incluyendo a los sectores productivos. Por ello la preocupación mundial por la escasez de agua es inobjetable, cada día se incrementan los problemas por la escasez de agua dulce para consumo humano, para la gran demanda de los procesos productivos e industriales y por los procesos que contaminan e impactan al medio ambiente incluyendo las reservas de agua (Valencia, 2000).

Las proporciones de agua en la Tierra, según Al-Sofi (2001), indican que solamente el 2.5% representa agua dulce y de ésta, el 68.7% corresponde a los glaciares, los cuales no pueden ser utilizados para obtener agua dulce, ya que son parte fundamental de los ecosistemas de la hidrósfera; en las aguas superficiales y atmosféricas los lagos de agua dulce representan el 67.4%, pero la mayor parte está contaminada; el consumo de agua dulce se utiliza para la agricultura y la industria, y sólo el 10% es de uso doméstico (Lechuga, *et al.*, 2007). Actualmente de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la población mundial oscila entre los 7 300 millones de personas.

Una de las principales problemáticas del crecimiento de la población mundial, es el incremento acelerado de la tasa poblacional, la cual crece a un ritmo de 78 millones de personas al año. Inclusive, de mantenerse las tasas de natalidad invariables, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) calcula que la población mundial para el año 2050 será de 11 900 millones de personas en todo el mundo. En México, la escasez de agua también ha limitado el desarrollo económico y social del país (Sánchez *et al.*, 2008). Cada vez es menor la proporción de agua que pueden poseer los mexicanos.

En México la disponibilidad natural media de agua per cápita, que resulta de dividir el valor nacional entre el número de habitantes, ha disminuido de 9 880 m³/hab/año en 1970 a tan sólo 4 312 en el 2007, y una proyección a 3 822 m³/hab/año para el año 2025 (Dévora *et al.*, 2012).

En este panorama, instancias gubernamentales buscando alternativas de solución a esta problemática del déficit de agua, una de ellas es la desalinización.



Así, se han buscado soluciones para aportar agua en el corto y mediano plazo. Si bien no se puede obtener agua de forma directa, sí por medio de distintas tecnologías (Medina, 2000).

La desalinización se vislumbra como una tecnología viable que aporta agua al ciclo hidrológico y que no compite con otros sistemas, como los trasvases. Los registros históricos contemplan que en el siglo pasado se empezaron a utilizar algunos destiladores pequeños en barcos. Las primeras unidades para producir agua para consumo humano en gran escala usaban la tecnología de destilación en múltiples efectos con tubos sumergidos, donde la seguridad de funcionamiento era más importante que el costo del agua producida. En la década de 1940, aparecen en Kuwait, Aruba y las Antillas Holandesas, los primeros destiladores de 1 o 2 m³ /d para uso en barcos. En la década de 1950 se inician las primeras investigaciones sobre desalinización, con el objeto de construir grandes instalaciones de producción de agua dulce, y se obtienen resultados importantes, como el sistema de destilación súbita en 1957, lo que permite construir la primera planta comercial en 1960 (Custodio, 1976). Hoy día, el agua desalinizada se utiliza para consumo humano, en procesos industriales y, en forma muy limitada, para riego agrícola, pues los costos de desalinizar agua son relativamente altos para usar este líquido con los métodos tradicionales de riego; resulta más económico importar los productos agrícolas de aquellos países que cuentan con las condiciones climatológicas adecuadas para producirlos. Medina (2000) menciona que la desalinización consiste en un proceso de separación de sales disueltas de aguas salobres o de mar para convertirlas en aguas adecuadas para consumo humano, industrial o de riego.

Existen diversas tecnologías desarrolladas en la actualidad para desalinizar el agua de mar y aunque tienen características distintas de acuerdo con el tipo de energía, diseño y producción que requiere cada una, todas tienen el mismo objetivo: reducir la concentración de sales disueltas del agua de mar; ello permite distinguir entre los procesos que separan el agua de las sales y los que realmente efectúan la separación de las sales de la solución.

La disponibilidad de agua no implica que su calidad permita el uso. La contaminación natural y por el hombre han provocado que sea necesario tratarla antes de destinarla a consumo humano, agrícola o industrial. La calidad del agua varía de acuerdo con la región y el tipo de subsuelo de los contaminantes.

Debido a la gran importancia que ha despertado el proceso de la desalinización de agua de mar para poder hacerla apta para consumo humano y como una solución al desabasto de agua en el mundo, existen varios proyectos que ya se encuentran en operación, el sistema de desalinización consiste en alimentar agua salobre o marina a una planta desaladora, que tiene como función acondicionar y eliminar sales al agua para obtener un producto, y un rechazo o salmuera. La desalinización de agua salobre y de mar se realiza con dos sistemas



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



principalmente: los que utilizan el uso de combustibles fósiles, como los sistemas térmicos, y por otro lado, los que utilizan membranas y alta presión.

El municipio de Los Cabos al igual que otras zonas del estado y del país han optado por estas alternativas con el propósito de satisfacer la creciente demanda, por ello el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Los Cabos (OOMSAPAS Los Cabos), presentan la presente Manifestación de Impacto Ambiental del “Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”.

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la localidad de Cabo San Lucas, municipio de Los Cabos, Baja California Sur, en la playa conocida como el Faro en el Océano Pacífico.

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto considera una vida útil de la planta desaladora de 50 años, considerando que esta será construida con insumos y materiales de buena calidad y resistencia a los efectos físicos (intemperie, corrosión, etc.), como parte de las estrategias de mantenimiento, el proyecto implementará programas de mantenimiento preventivo y correctivo lo cual incrementará la vida útil del proyecto.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Se presenta la siguiente documentación:

- Copia del oficio de autorización de Cambio de Uso de Suelo no. 197/DGPDU/2017; de fecha 16 de agosto de 2017; emitido por la Dirección General de Planeación y Desarrollo Urbano del H. XII Ayuntamiento de Los Cabos, B.C.S.
- Copia de contrato de Promesa de Afectación en Fideicomiso Traslato de Dominio con cláusula de revisión y constitución de servidumbres. Celebrado entre el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPALC) y la Sociedad Mercantil Diamante Cabo San Lucas S. de R.L. de C.V.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social.

Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPALC).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente.

OOM910830RC4

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.

Daniel Hernando Ayala Beltrán, Director General del Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos.

I.2.4. Dirección del Promoviente o de su Representante Legal.

Calle Coronado y Guerrero 1327, Col. Centro, C.P. 23400, San José del Cabo, B.C.S., teléfono (624) 163 77 00 Ext. 6005, correo daniel.ayala@oomsapalc.gob.mx.

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. Nombre o razón social.

Ambios Ecología y Asesoría Ambientales, S.A. de C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

AEA100615FX7

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.

Biol. Asdrúbal Aarón Gutiérrez Zamora García, Cédula profesional No. 6082044

Ecol. Miguel Ángel Aguilar Juárez, Cédula profesional No. 4802568

Biol. Mar. Israel Martínez Cedillo, Cédula profesional No. 5248679

I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio.

Prolongación Padre Kino No. 221, Colonia Burocrática Las Garzas, C.P. 23076, La Paz B.C.S., Tel. 123-59-82

Correo electrónico ambios.bcs@gmail.com.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El municipio de Los Cabos se abastece de agua dulce primordialmente de pozos profundos, cuyas extracciones se conducen a través de dos acueductos



denominados: Acueducto I y Acueducto II, ambos inician en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Los Cabos; tienen un desarrollo sensiblemente paralelo a la costa de marina con un trazo contiguo a la Carretera Transpeninsular en el tramo Santa Anita-Cabo San Lucas. En su trayecto, el agua que se conduce a través de dichos Acueductos abastece a las zonas urbanas de la localidad, posteriormente a la zona centro de San José del Cabo, para continuar en la zona conocida como el Corredor turístico, y finalmente el gasto remanente llega a la localidad de Cabo San Lucas.

Las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua para Cabo San Lucas se encuentran actualmente sobreexplotadas de conformidad con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 20 de abril de 2015, el cual establece que el acuífero Cabo San Lucas tiene una recarga media anual de 2.7 m³/s, mientras que el volumen comprometido y concesionado es de 7.31 m³/s, es decir, se extrae un volumen mayor a la recarga media anual por una cantidad de 4.61 m³/s, mismos que representan una sobre explotación de dicho acuífero del 63.07%, por lo que se requiere que el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Los Cabos (OOMSAPAS Los Cabos) cuente a corto plazo con una fuente adicional de abastecimiento segura, que contribuya a reducir la sobre explotación de los acuíferos y mejore la calidad del servicio, por ello la construcción y operación de una nueva planta desaladora es un proyecto fundamental para el desarrollo de esta zona y la conservación de los acuíferos (Tabla 1).

Tabla 1. Acuífero de Cabo San Lucas.

SOBREEXPLORACIÓN DEL ACUÍFERO DE CABO SAN LUCAS	
Recarga media anual	2.7
Volumen comprometido y concesionado	7.311382
Sobreexplotación	4.611382
% Sobreexplotación	63.071 %

Fuente: D.O.F. 2015

Subsistema Cabo San Lucas.

Se encuentra conformado principalmente de re bombeos y tanques mediante los cuales se busca distribuir el caudal que llega a través de los Acueductos I y II de San José del Cabo, por la Planta Desaladora de Cabo San Lucas y las estaciones de bombeo que sirven para abastecer la zona norte y poniente de Cabo San Lucas (Tabla 2; Figura 1).

Cabo San Lucas es abastecido de agua potable por medio de los remanentes que aportan los Acueductos I y II provenientes de San José del Cabo, los cuales en promedio tuvieron un flujo de 120.10 l/s en 2015. Esto como consecuencia de que la mayor parte del caudal extraído de dichos pozos que se encuentran en San José del Cabo, se distribuye a lo largo de su recorrido, con lo que resulta insuficiente para dotar del servicio a la zona conurbada de Cabo San Lucas. Esta



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



situación ha ocasionado que el servicio de suministro de agua en dicha localidad sea mediante un esquema de tandeos en la mayor parte de la población.

Otra fuente de abastecimiento actual es la planta desaladora de Cabo San Lucas, cuyo inicio de operaciones fue en el año 2006, la cual fue diseñada para un gasto promedio de 200 l/s. El proceso base para la desalinización del agua de mar es la ósmosis inversa, mediante un pre tratamiento a través de filtros de arena y filtros cartucho. La obra de toma se encuentra conformada por 8 pozos playeros con profundidad media de 40 m. Al final del tren de tratamiento, el agua producto es re-mineralizada y desinfectada para cumplir con la normatividad aplicable vigente, y posteriormente conducida a través de una línea de impulsión al Tanque 1, ubicado a una cota de 140 msnm. La planta desaladora de Cabo San Lucas permite beneficiar principalmente a la colonia Los Cangrejos y a la parte poniente y norte de Cabo San Lucas, donde se encuentran las colonias Mesa Colorada, Las Palmas, Caribe Alto, Caribe Bajo, etc. El agua de rechazo (salmuera) que se genera del proceso de osmosis inversa, es regresada al mar mediante un emisor submarino que termina a una distancia de 300 metros de la playa.

Tabla 2. Volúmenes históricos de las captaciones de agua en Cabo San Lucas (m³/año)

Cabo San Lucas	2011	2012	2013	2014	2015
Planta Desaladora	5,622,611	5,738,768	5,351,586	4,435,954	5,344,699
Pozo No. 4 Villas del Palmar	1,679,340	1,486,707	1,708,863	1,527,660	1,719,775
Acueducto I y II (gasto remanente)	4,983,319	4,582,496	4,231,185	4,261,775	3,787,474

Producción total para CSL

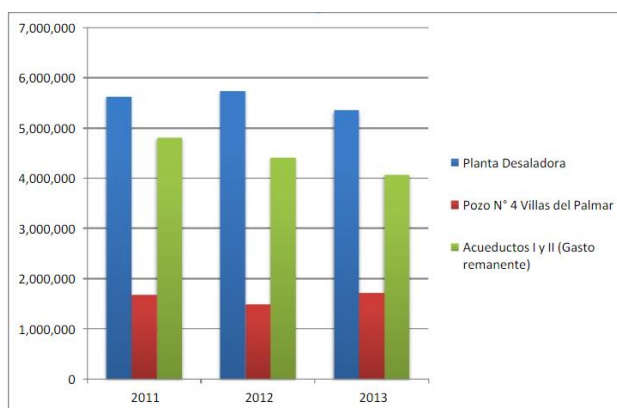


Figura 1. Producción de agua potable.

Esta situación representa que una de las principales problemáticas de la zona sea el déficit de agua potable, ya que la producción de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de la población, lo que ha provocado que dicho déficit para el 2016 fuera de 232 l/s.



Derivado de esta situación, se propone la construcción y operación de una segunda planta desaladora que servirá para satisfacer la demanda actual, suministrando el agua necesaria para la población y los servicios turísticos de esta zona.

El proyecto consiste en la Construcción, Operación, Mantenimiento y puesta en marcha de una planta desaladora en Cabo San Lucas, mediante el método de ósmosis inversa. La ósmosis es un proceso natural por el cual dos soluciones en contacto separadas por una membrana semipermeable (que permite el paso de agua, pero no de sales), el agua fluye de la solución menos concentrada a la más concentrada para igualar las presiones (osmóticas o potenciales). Tal y como se esquematiza en la figura siguiente, el proceso de ósmosis inversa consiste en utilizar este fenómeno para, aplicando una presión a la solución más concentrada, conseguir que el agua fluya hacia la solución no salada, creando el gradiente de presión deseado (Figura 2).

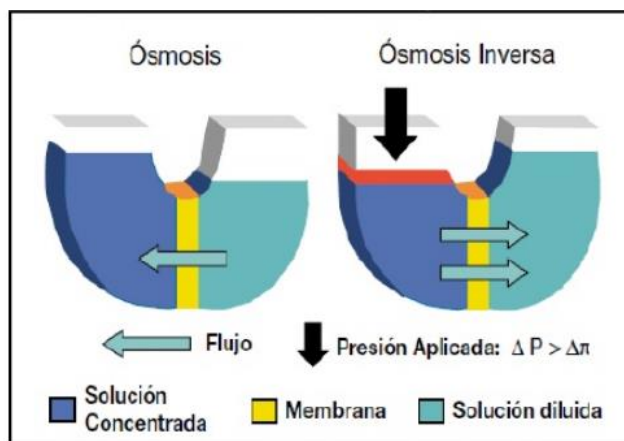


Figura 2. Esquema de desalinización del agua marina. Fuente: OOMSAPASLC.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción, operación, mantenimiento y puesta en marcha de una planta desaladora de carácter público para el beneficio de la localidad de Cabo San Lucas, el proyecto es promovido por OOMSAPAS Los Cabos. En este sentido el proyecto se enmarca como infraestructura urbana de utilidad pública, la cual dará servicio a la población de Cabo San Lucas, contribuyendo a atender la creciente demanda de agua potable para esta localidad.

Como parte de la construcción de la planta desaladora se requiere de la remoción de la capa vegetal aun presente en el predio, el cual actualmente está en una zona altamente impactada; durante la evaluación ambiental se consideró como parte de los trabajos de gabinete la elaboración del estudio Técnico Justificativo para el cambio de uso de suelo (desmonte), el cual se elabora de manera simultánea a la presente Manifestación de Impacto Ambiental.



La superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo incluye la totalidad del polígono que corresponde a una superficie de 15,000.00 m²; como ya se ha indicado el predio está impactado, posee escasa vegetación y es además seccionado por caminos de acceso de terracería, el tipo de vegetación a afectar es vegetación de tipo halófilo.

II.1.2. Selección del sitio

El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto es una zona impactada que actualmente se está desarrollando, en esta zona existe infraestructura similar (Plantas desaladoras), tanto públicas como privadas y Desarrollos Turísticos incluyendo un Campo de Golf, el área es a su vez segmentada por caminos de acceso algunos de ellos irregulares, se localiza aproximadamente a 700 metros de la playa denominada El Faro.

La selección del área se realizó en función de diversos criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos, entre ellos, la disponibilidad del terreno, la cercanía con la playa ya que el abastecimiento (extracción) de agua se realizará a través de una toma de agua marina, por medio de una torre de captación en el mar. Los costos de operación, la accesibilidad del lugar y finalmente a que en la zona existen proyectos similares.

Un factor decisivo para la selección del sitio es la adquisición del predio, ya que en esta zona el costo de las propiedades se ha incrementado debido a la gran demanda turística en la región.

Desde el punto de vista ambiental, los terrenos se consideran apropiados dado que la construcción de la planta se ubica en la zona con menor cobertura vegetal y que como se ha venido mencionando está previamente impactada; por otra parte en la zona marina no hay presentes componentes relevantes o de interés para la conservación, de la misma forma las tuberías tanto del emisor como de la conducción tienen un recorrido por la zona en donde se presenta la menor densidad de cobertura vegetal halófila.

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se localiza frente al Océano Pacífico en la playa conocida como “El Faro”, Cabo San Lucas, municipio de Los Cabos B.C.S. (Figura 3; Tabla 3).

El proyecto colinda con un Desarrollo Turístico y Campo de Golf denominado “Cabo Pacífica”.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Tabla 3. Cuadro de construcción del predio total conforme a la documentación legal.

Vértice	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 12Q	
	X	Y
1	603531.3995	2532254.1691
2	603611.4496	2532234.3619
3	603593.3245	2532157.4493
4	603631.6716	2532111.1162
5	603578.4577	2532085.2033
6	603491.2985	2532098.2465

Superficie total: 15,000.00 m²

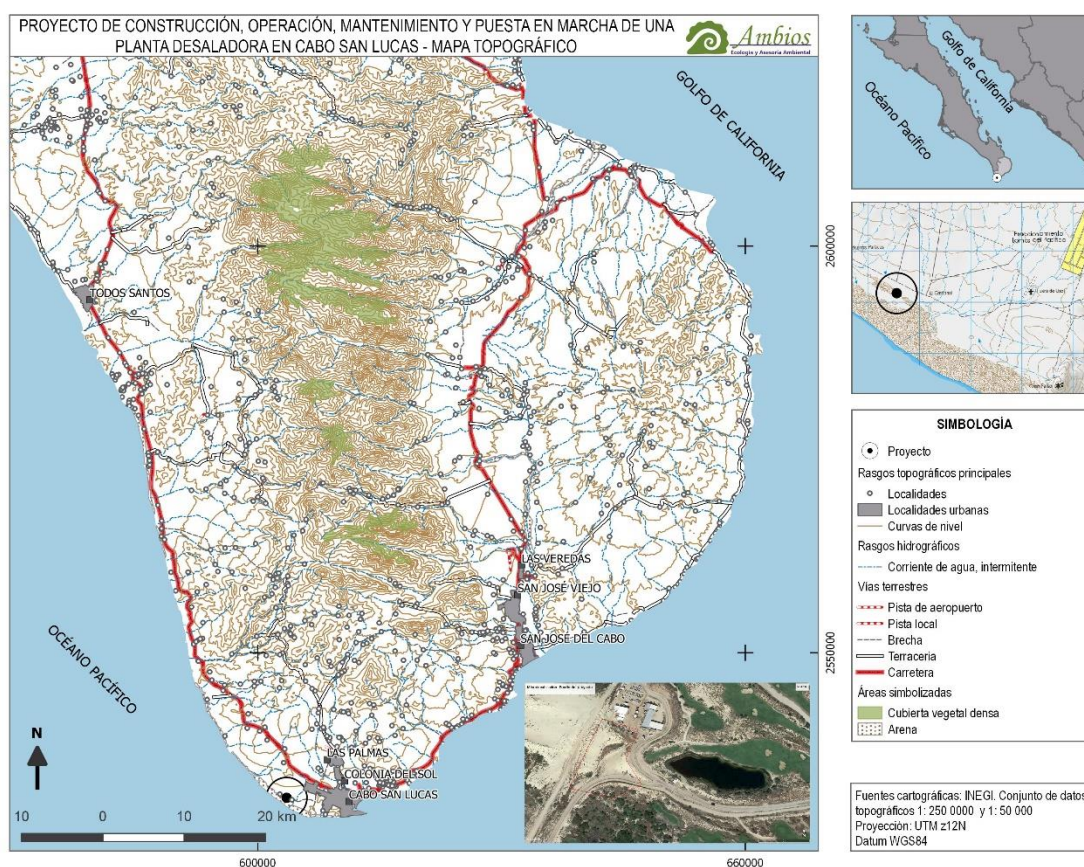


Figura 3. Localización del proyecto.

El acceso al predio pretendido para el desarrollo del proyecto es a través de la Carretera Transpeninsular tramo Cabo San Lucas – Todos Santos, se ingresa por el camino de acceso a Diamante, para tomar después el Paseo Cabo San Lucas hasta donde termina la pavimentación, de ahí en dirección a la costa se recorre aproximadamente un kilómetro y medio de camino de terracería.



II.1.4. Inversión requerida

La inversión requerida para implementación del proyecto es aproximada de \$ 1'160,464,508.00 (Son: Un Mil Ciento Sesenta Millones Cuatrocientos Sesenta y Cuatro Mil Quinientos Ocho Pesos 00/100 m.n.) más el I.V.A.

Este monto incluye estudios técnicos, trámites, permisos y la elaboración y construcción del proyecto y su equipamiento.

Se calculó el pago de derechos por concepto de evaluación de impacto ambiental del proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas.

De acuerdo al Artículo 194-H. Por los servicios que a continuación se señalan, se pagará el derecho de impacto ambiental de obras o actividades cuya evaluación corresponda al Gobierno Federal, conforme a las siguientes cuotas:

TABLA A			
No.	CRITERIOS AMBIENTALES	RESPUESTA	VALOR
1	¿Se trata de obras o actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación?	No	1
		Sí	3
2	¿Para el desarrollo del proyecto se requiere la autorización de impacto ambiental por el cambio de uso del suelo de áreas forestales, en selvas o zonas áridas?	No	1
		Sí	3
3	¿El proyecto implica el uso o manejo de al menos una sustancia considerada dentro de las actividades consideradas altamente riesgosas?	No	1
		Sí	3

Para determinar la cuota que le corresponde pagar, se debe calificar cada uno de los criterios anteriores y su clasificación será de acuerdo a la suma de los valores obtenidos.

TABLA B		
GRADO	CUOTA A PAGAR SEGÚN EL INCISO CORRESPONDIENTE A LAS FRACCIONES II Y III DE ESTE ARTÍCULO	RANGO
		(CLASIFICACIÓN)
Mínimo	a)	3
Medio	b)	De 5 a 7
Alto	c)	9

De acuerdo a la tabla A la sumatoria corresponde a siete puntos por lo tanto el grado de acuerdo a la tabla B es medio (b)

- 1.- El proyecto no se localiza dentro de ninguna área natural protegida (1).
- 2.- El proyecto si requiere la autorización de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo toda vez que existe vegetación en la zona (3).
- 3.- El proyecto contempla el uso de sustancias consideradas como peligrosas (3)



Por lo anterior de acuerdo a la Ley Federal de derechos de acuerdo a lo establecido en el artículo 194-H, el grado corresponde a medio (b) con una puntuación de siete.

II.1.5. Dimensiones del proyecto

El proyecto se realizará en una superficie de 15,000.00 m².

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Actualmente el sitio del proyecto es un predio abandonado de una superficie de 15,000.00 m², el predio se localiza en una zona que está en pleno desarrollo y por tanto impactada, el predio es atravesado por caminos de terracería.

El uso del suelo en esta zona es de tipo “**residencial turístico**”, en las colindancias del predio se observan construcciones de infraestructura de un desarrollo localizado de manera contigua, también se observa un campo de golf y construcciones de tipo hotel o condominio.

En el área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra una duna modificada, siendo parte de un sistema de dunas costeras de tipo parabólica originadas por viento. La duna se encuentra fragmentada y aislada del resto del sistema por medio de una reja la cual limita la propiedad y un camino de terracería el cual es el acceso a la planta desaladora que ya esta en operación y hacia otras zonas desarrolladas recientemente. Igualmente, la duna se encuentra fragmentada al interior de la propiedad, al norte una planta desaladora y el área de mantenimiento del complejo y al oriente y sur por un camino de terracería que reodea la duna y la separa del campo de golf.

Toda la extensión de dunas parabólicas tiene una altura promedio de 30 m, parte de las dunas están siendo usadas de manera recreativa por cuatrimotos, las cuales separan la vegetación. Sin embargo, las plantas se abren camino a pesar de la actividad de cuatrimoto. Las dunas han perdido año con año su cobertura vegetal, lo cual indica que las actividades de cuatrimotos han sido un factor importante en la reducción de la cubierta vegetal, lo que resulta en una mayor inestabilidad del campo de dunas dentro del área recreativa.

Los perfiles de dunas y playas durante verano e invierno muestran un pequeño cambio vertical correspondiente a la erosión de 0.5 a 1 m de la mitad superior de la duna a lo largo de una distancia alrededor de 125 m entre las dos encuestas. La parte media del perfil de la duna se mantiene estable. Por otro lado, la superficie de la playa retrocede aproximadamente 70 m durante el período de junio a diciembre, pero el perfil recupera casi 20 m de esta pérdida en febrero.

Entre junio y septiembre de 2001, el 78% de los vientos fueron del noroeste, y las velocidades fueron con mayor frecuencia de 2 a 10 m/s. De acuerdo con Bagnold (1941), se requiere una velocidad mínima del viento de 4.5 m/s para iniciar el



movimiento de las partículas del tamaño de arena. A partir de esto, se sugiere que los vientos locales, pueden mover la arena en el área durante el 67% del registro del viento desde Cabo Falso.

El predio Cardonal donde se realizará la obra, se encuentra autorizado para hacer uso y aprovechamiento del suelo en el oficio S.G.P.A./DGIDA/DG/1242/07 del 1 de junio de 2007. El sistema ECARTO de la Dirección Municipal de Catastro y en el plano de Zonificación Secundaria PDU2040-ET-403 de la Segunda Actualización de Plan Director de Desarrollo Urbano para San José del Cabo y Cabo San Lucas 2040, que de las 1.5 ha seleccionada para la construcción 1.44 ha se encuentra dentro de la zona de dunas (Figura 4), la cual se encuentra totalmente impactada y modificada por lo que no esta realizando servicios ecosistémicos. Adicional a esto, el Cabildo estableció el acuerdo No. 0154, Acta de Sesión 19 del 06 de abril de 2009 que otorga autorización condicionada del cambio de uso de suelo, con aprovechamiento, siempre y cuando se cumpla entre otros aspectos con lo siguiente:

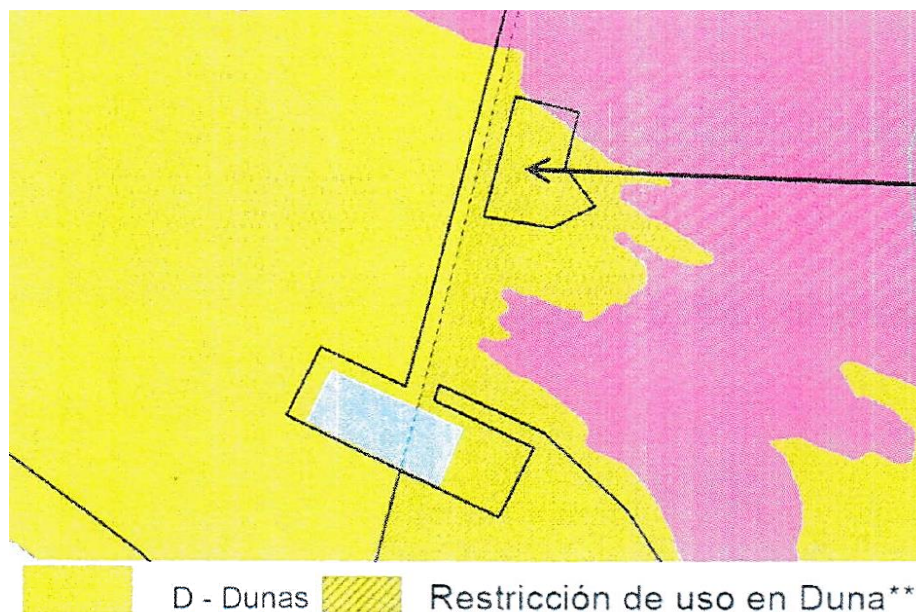


Figura 4. Superficie de dunas modificada por la instalación de las obras del proyecto.

- a) Mantener una franja de 100 m de estricta protección la cual deberá ser medida a partir de la zona Federal Marítima Terrestre.
- b) Seguidamente a la franja de protección establecer una zona de transición de al menos 40 m la cual deberá ser destinada preferentemente a usos recreativos. Se permitirán obras e instalaciones de apoyo congruentes a los usos colindantes inmediatos.



Dando cumplimiento a lo anterior, el área del proyecto se encuentra ubicada a 700 m aproximadamente de la Zona Federal Marítimo Terrestre, quedando fuera de la zona de protección y de transición requeridas.

En la zona además se localiza otra planta desaladora municipal que está en operación actualmente.

Se observa en la Figura 5 las construcciones existentes y parte del Campo de Golf del predio que colinda con el área del proyecto, así como los caminos existentes que atraviesan el polígono de interés.



Figura 5. Área del proyecto.

La vegetación presente en el área propuesta para el desarrollo del proyecto es de tipo Halófila, la cual está constituida por comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales siendo común en las partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas.

Durante las visitas a campo se identificaron nueve especies de las cuales *Ebenopsis ébano* (Ébano) se encuentra catalogada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) como *Riesgo bajo (LR): Preocupación menor (lc)* y la especie *Dactyloctenium aegyptium* (Pata de pollo) tiene una distribución *Exótica Invasora*. Sin embargo, ninguna de las especies identificadas en el área del proyecto se encuentra categorizada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Tabla 4).



Tabla 4. Vegetación presente en el área del proyecto.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNA T-2010	Propuesta de rescate
1	Huizapol	<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae	No	22
2	Pasto costero	<i>Sporobolus virginicus</i>	Poaceae	No	74
3	Margarita	<i>Bahiopsis laciniata</i>	Asteraceae	No	9
4	Frijolito	<i>Phaseolus filiformis</i>	Fabaceae	No	5
5	Pata de pollo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Poaceae	Exótica Invasora	2
6	Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Burseraceae	No	3
7	Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	No	2
8	Bledo	<i>Celosia floribunda</i>	Amaranthaceae	No	2
9	Ébano	<i>Pithecellobium confine</i>	Fabaceae	No	1
TOTAL					120

Registro fotográfico



Cenchrus echinatus



Sporobolus virginicus



Bahiopsis laciniata



Phaseolus filiformis



Dactyloctenium Aegyptium



Bursera hindsiana



Jatropha cinerea



Celosia floribunda



Pithecellobium confine

En la Figura 6 se observa la planta desaladora que se encuentra actualmente en operación, al igual que los pozos de absorción de donde se extrae el agua para ser desalada.



Figura 6. Planta Desaladora en operación, se observan los pozos de absorción de donde se extrae el agua para ser desalada.

Planta Desaladora de Cabo San Lucas.

Una fuente de abastecimiento actual es la planta desaladora de Cabo San Lucas, cuyo inicio de operaciones fue en el año 2006, con un gasto de diseño de 200 l/s. El proceso base para la desalinización del agua de mar es la ósmosis inversa, mediante un pre tratamiento a través de filtros de arena y filtros cartucho. La obra de toma se encuentra conformada por 8 pozos playeros con profundidad media de 40 m. Al final del tren de tratamiento, el agua producto es remineralizada y desinfectada para cumplir con la normatividad aplicable vigente, y posteriormente conducida a través de una línea de impulsión al Tanque 1, ubicado a una cota de 140 msnm. La planta desaladora de Cabo San Lucas permite beneficiar principalmente a la colonia Los Cangrejos y a la parte poniente y norte de Cabo San Lucas, donde se encuentran las colonias Mesa Colorada, Las Palmas, Caribe Alto, Caribe Bajo, etc. El agua de rechazo (salmuera), que se genera del proceso de osmosis inversa, es regresada al mar mediante un emisor submarino que termina a una distancia de 300 metros de la playa.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se localiza el presente proyecto se encuentra semi-urbanizada, como ya se indicó existen desarrollos turísticos e instalaciones de infraestructura (desaladora) por lo que ya existen los servicios básico necesarios, los caminos de acceso desde la carretera se encuentran pavimentados, sin embargo, para acceder al sitio del proyecto los caminos son de terracería.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto consta de una planta desaladora de agua de mar, que tiene como objetivo disminuir la presión sobre el acuífero de Cabo San Lucas y la



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



dependencia de los emisores I y II, así como garantizar el abasto de agua potable para los 174,180 habitantes de la localidad de Cabo San Lucas.

El proyecto se realizará en un terreno de 15,000.00 m² propiedad de Diamante Cabo San Lucas y donado a OOMSAPASLC para el desarrollo del proyecto (ver anexo VI).

Se espera producir un flujo de 21,600 m³/día (250 l/s), con una producción anual (365 días) de 7,884,000 m³/año. El proceso inicia con la captación del agua de mar la cual será por medio de una torre de captación instalada en el fondo marino. Se conectará a la planta desaladora por medio de un tubo de 36” de diámetro nominal hecho en PEAD con una longitud de 240 m mar adentro medidos a partir de la línea de ZOFEMAT, la parte terrestre tendrá un diámetro nominal de 24” con una longitud de 770 m (Figura 7). La torreta de captación tendrá una forma hexagonal ejecutada en concreto con 6 tomas en PRFV con las siguientes dimensiones:

Alto 1 m x Largo 2 m x Fondo 1 m

La torre será fondeada a una profundidad de -20,39 m. El criterio de diseño ha sido una velocidad máxima de paso de flujo horizontal de menos de 0,1 m/s en la hipótesis pésima de un 30% de colmatación debida al posible crecimiento de algas u otras incrustaciones.

Este tipo de sistema tiene como ventajas tener un caudal asegurado incluso para posibles ampliaciones y bajo mantenimiento, pues normalmente solamente se requiere una inspección y limpieza de las rejas anualmente. Su construcción se ejecuta en dique seco y posteriormente se transporta a su ubicación mediante remolcador.

En el diseño del cabezal de la toma se debe considerar un área transversal suficiente y una combinación de mecanismos que minimicen la entrada y/o permitan el escape de la fauna marina, de tal manera que se asegure que la velocidad de la succión en el punto de entrada sea menor a 0.15 m/s.



Figura 7. Ubicación de inmisor y emisor submarino.

El cárcamo de captación incluye tamices que permitirán el desbaste del agua de mar y el bombeo de agua bruta a la nueva planta desaladora. El caudal de agua del proyecto será tratado en tres líneas de ósmosis, con un rango de temperaturas entre 19 °C y 28 °C. Posteriormente, el agua pasará por bombas verticales y será transportada a la planta por medio de tubos de PRFV mientras se le aplica hipoclorito sódico de forma automática dependiendo del caudal para el control del crecimiento biológico, mejorar la oxidación y precipitación de metales disueltos, principalmente hierro y manganeso y mejora del proceso de coagulación.

La planta desaladora se ubica paralela al litoral de la costa del pacifico, al noroeste de Cabo San Lucas buscando evitar se afecte infraestructura o bienes de áreas urbanas o rurales o de atractivo turístico.

La ocupación de la Zona Federal Marítimo Terrestre corresponde únicamente al área que se utilizara para la colocación de la tubería de emisor submarino (salmuera) y la tubería para la toma de agua, esta tubería tiene un diámetro nominal de 18” (457.2 mm) y 24” (609.6 mm) respectivamente, estas tuberías estarán enterradas por lo que no habrá una ocupación permanente de la ZFMT únicamente durante las obras de excavación y colocación de la tubería respectiva. En total el proyecto ocupará un área de 80 m² durante la construcción e instalación del Inmisor y Emisor. Durante la etapa de operación ambos tubos se encontraran bajo tierra ocupando un área de 30 m² (Figura 8).



Figura 8. Inmisor y emisor submarino en Zona Federal Marítimo Terrestre

El agua captada pasa por un pre-tratamiento químico con dosificación de hipoclorito sódico, ácido sulfúrico y coagulante (cloruro férrico Cl_3Fe). Terminado este proceso el agua pasa por filtros de arena y cartucho donde el 95% de las partículas de tamaño superior a las 5 micras quedarán retenidas. A continuación, el agua pasa por una membrana semipermeable, proceso denominado como osmosis invertida en donde se le separan y eliminan los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirogénicos, la materia coloidal, microorganismos, virus, y bacterias del agua. Obteniéndose por una parte agua de baja salinidad y, por otra, una salmuera concentrada.

El agua dulce obtenida es analizada para corroborar que se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la Norma- 127- SSA1- 1994, Salud Ambiental, agua para uso de consumo humano- Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización. Igualmente se corregirán los parámetros de pH e índice de saturación de Langelier (LSI). Para mejorar su palatización se adicionará dióxido de carbono y calcio en el permeado. Finalmente, el agua dulce se desinfectará una última vez con hipoclorito sódico y se almacenará hasta el momento de su distribución.

El agua de salmuera que no contiene cantidades apreciables de reactivos es enviada a un depósito de descarga de salmuera para su vertido directo al mar, junto con la salmuera y enjuagues con agua de las membranas de osmosis. El resto de residuos de los lavados químicos de membranas de ósmosis y reboses de depósitos, son conducidos al depósito de neutralización de efluentes de 125 m^3 donde serán reutilizados o almacenados en dicha área.

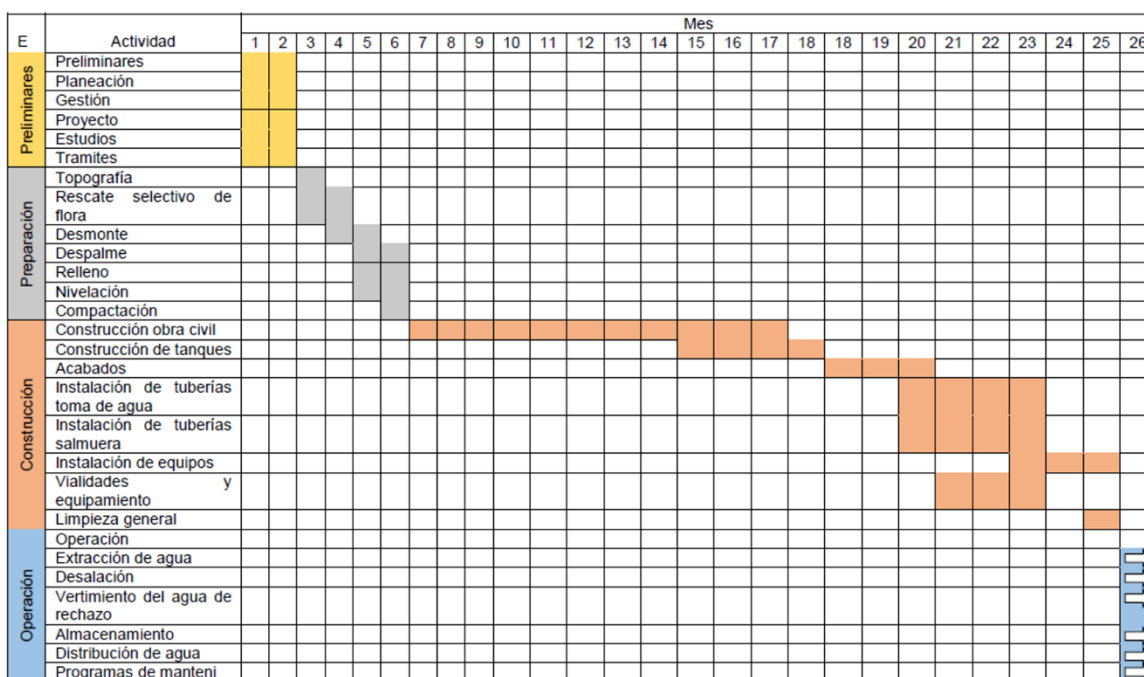


II.2.1. Programa General de Trabajo

Plazo de ejecución del proyecto incluyendo el desmonte (cambio de uso del suelo).

El periodo de construcción del proyecto tendrá una duración de 24 meses; que comprende desde la planeación y el proceso de licitación pública, el trazado topográfico y preparación del área incluyendo la remoción de la capa vegetal aún presente en el predio hasta la puesta en operación de la planta, donde el periodo el desmonte y despalde se haría en un mes, como se muestra en el Diagrama de Gantt.

Diagrama de Grantt



La etapa de operación se considera como mínimo de un periodo de 50 años implementando los programas de mantenimiento preventivo y correctivo y la operación optima de la planta y las instalaciones.

La operación de la planta desaladora estará a cargo del OOMSAPAS Los Cabos para brindar servicio a la población.

II.2.2. Preparación del sitio

La única actividad de esta etapa es el desmonte y despalde de las áreas que ocupara el sitio del proyecto, considerando que el área que conforma el polígono propuesto es una zona altamente impactada incluso es atravesada por caminos de terracería, de igual forma en esta etapa se considera la nivelación y compactación del terreno.



II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Las obras provisionales asociadas al proyecto se ejecutaran en la fase de construcción y consisten en un almacén para materiales y herramientas de 120 m², una zona de 20 m² para manejo de combustibles y lubricantes que consumen la maquinaria y equipo, 200 m² como estacionamiento y maniobras de maquinaria ligera y pesada, así como servicios sanitarios portátiles para los trabajadores que se considera estarán instalados dentro del predio y en las áreas que ocuparan los estacionamientos de la planta por lo que no se utilizan áreas adicionales, la ocupación de esta área tiene una temporalidad similar a la etapa de construcción, es decir 24 meses aproximadamente, la cercanía con la ciudad de Cabo San Lucas permite evitar la construcción de campamentos temporales y el abastecimiento de materiales y combustibles por lo que en la medida de lo posible se evitara el almacenamiento de grandes cantidades de estos insumos.

II.2.4. Etapa de construcción

A continuación, se presentan las obras e instalaciones requeridas para desarrollar el proyecto:

- Torre de captación
- Inmisor submarino
- Cárcamo de captación
- Filtro de arena
- Filtros de cartucho
- Ósmosis inversa
- Remineralización.
- Almacenamiento de agua producto
- Bombeo de agua producto a tanque
- Emisor submarino.
- Equipos auxiliares
- Instalación de ventilación y climatización
- Instalación contra incendios
- Subestación eléctrica

Torre de captación

Se ha diseñado una torreta de captación de forma hexagonal ejecutada en concreto con 6 tomas en PRFV con 1 m de altura, 2 m de largo y 1 m de profundidad. La cual se ubicará a una profundidad de 20,39 m.

El criterio de diseño ha sido una velocidad máxima de paso de flujo horizontal de menos de 0,1 m/s en la hipótesis pésima de un 30% de colmatación debida al posible crecimiento de algas u otras incrustaciones.

A la torre de captación se le enviará aire proveniente de dos compresores 2 (1+1R) de tipo tornillo con un caudal unitario de 1.5 m³/min, una presión de



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



trabajo de 10 bar y una potencia de 11kW, comunicándose con la torre por medio de tubería de PEAD de diámetro nominal 20 mm PN 6.

El método para el suministro de agua será definido en el proyecto ejecutivo que el licitante que se adjudicó el proyecto deberá presentar para su evaluación y aprobación, considerando los elementos técnicos aquí plasmados y los estudios específicos que se realicen para tal efecto.

Inmisor

El inmisor consta de un tramo submarino y uno terrestre. Para la parte submarina, se extenderán 240 m de tubo hecho de PEAD el cual tiene un diámetro nominal de 36”, para la parte terrestre el tubo presentará un diámetro nominal de 24” con una longitud de 529 m.

Cárcamo de captación

El cárcamo de captación consta de tres canales de tamizado de los cuales se equiparán dos, los canales de desbaste se aislarán mediante ataguías. Los dos tamices 2 (1+1) disponen de una luz de malla de 10 mm con una profundidad del canal de 9.6 m y una potencia de 0.55 kW. Los filtros son limpiados por un tornillo transportador compacto con un caudal de 2 m³/h, una longitud de transporte de 5 m y una potencia de 0.55kW (Figura 9).

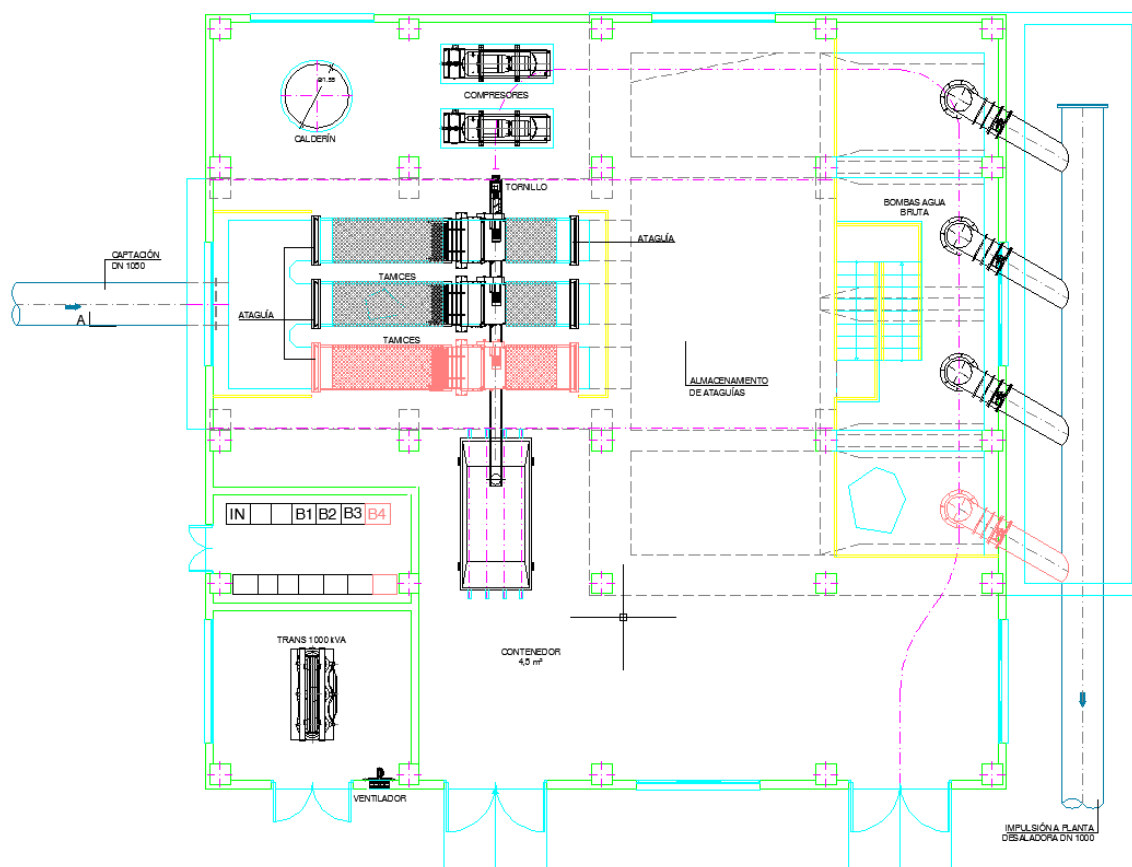


Figura 9. Cárcamo de captación.

El agua procedente de los tamices de desbaste ingresa al cárcamo donde se encuentran instaladas tres (2+1R) bombas verticales sumergibles con caudal unitario de 1,380 m³/h y altura manométrica de 68 mca hecho de superduplex. La zona de bombeo se ha dimensionado conforme a la ANSI/HI 9.8- 1998 para el diseño de obras de bombeo (Figura 10).

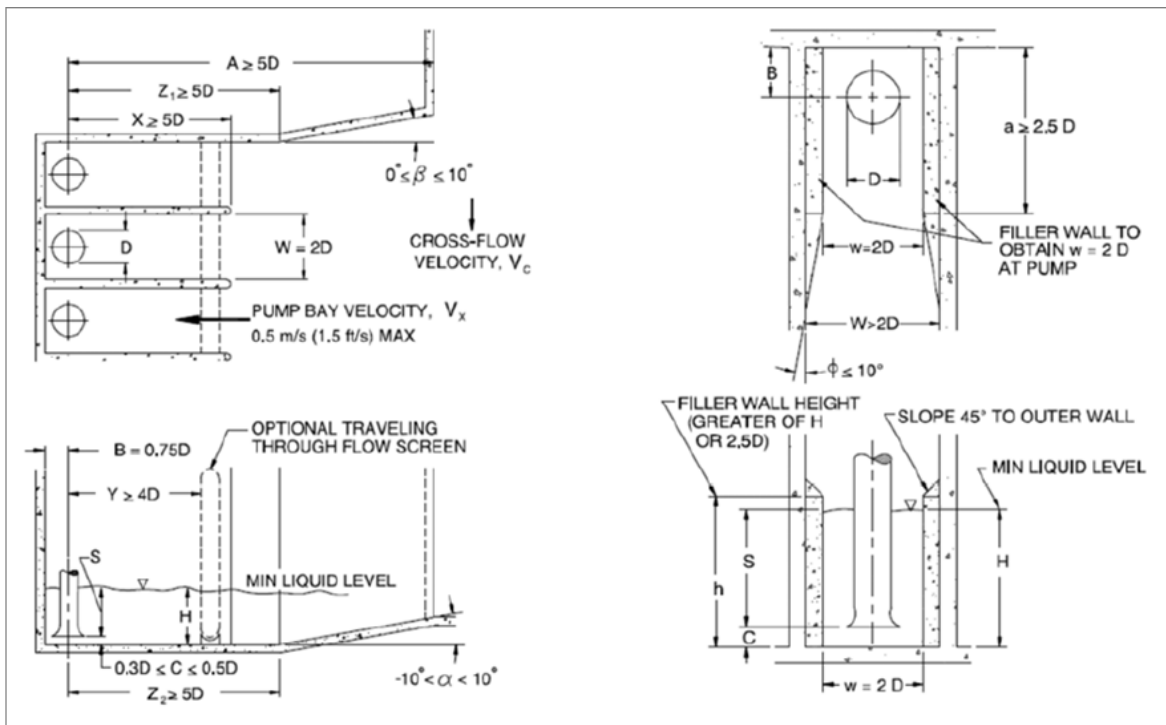


Figura 10. Zona de aspiración de las bombas.

Donde:

Dimensión	Descripción	Valor
A	Distancia desde el eje de la bomba hasta la entrada al cárcamo	$A = 5D$ (mínimo)
a	Longitud de la bahía restringida	$a = 2,5D$ (mínimo)
B	Distancia desde el eje de la bomba al muro posterior	$B = 0,75D$
C	Distancia entre la bomba y el suelo	$C = 0,3D - 0,5D$
D	Diámetro de la bomba	variable
H	Nivel mínimo de líquido	$H = S + C$
h	Altura mínima de la bahía restringida	$h = 2,5D$ o $> H$
S	Sumergencia mínima de la bomba	$S = D(1,0 + 2,3FD)$
W	Ancho de la bahía	$W > 2D$ (mínimo)
w	Ancho de la bahía restringida	$w = 2D$
X	Longitud de la bahía	$X = 5D$ (mínimo)
Z1	Distancia del eje de la bomba a los muros divergentes	$Z1 > 5D$
α	Ángulo de la pendiente del suelo	$-10 < \alpha < 10$
β	Ángulo del muro divergente	0° a 10°
Φ	Ángulo de convergencia de la bahía restringida	Máx. 10°

Se realiza una medida de caudal a la salida del cárcamo de captación mediante caudalímetro electromagnético de DN 600. Mientras que es transportada a la



planta desaladora, el agua recibe un pre-tratamiento químico por medio de tubería de PRFV de diámetro nominal 600 mm PN- 10.

Tanto en la torre de captación como en la zona de bombeo se dosifica hipoclorito sódico como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5. Dosificación de hipoclorito sódico.

DOSIS	HIPOCLORITO SÓDICO
Modo continuo	2.0 mg/l
Media del producto puro	5.0 mg/l
Máxima del producto puro	7.0 mg/l

El dosificador de hipoclorito sódico se almacena en la captación en un depósito de 10 m³, el cual tiene una autonomía de almacenamiento de 20.5 días con un régimen de dosificación de choque y continuo, presenta dos 2 (1+1R) bombas de caudal medio de 69 l/h y caudal unitario adoptado de 9 – 90 l/h con una presión de 5 bar.

A medida que se transporta el agua de mar por tubería de PVC entre el cárcamo y la planta desaladora se adiciona de manera automática y dependiendo del caudal el pre-tratamiento químico. El primer compuesto que ingresa es el hipoclorito sódico, el cual comparte el sistema de almacenamiento entre el pre y pos tratamiento. El sistema de dosificación funciona para el pre y pos tratamiento de acuerdo a los parámetros de la Tabla 5. Se almacena en una unidad de 22 m³, la cual tiene 18 días de autonomía con un régimen de dosificación intermitente. El compuesto se dosifica por medio de dos bombas 2 (1+1R), con 69 l/h de caudal en punto de funcionamiento y un caudal adoptado de 9 a 90 l/h con presión de 5 bar.

De ser necesario ajustar el pH, se adicionará de forma automática ácido sulfúrico el cual se transporta mediante tubería de PVDF. El depósito del ácido se ubicará en un depósito de seguridad para retener las posibles fugas o roturas y se construirá en acero al carbono con capacidad unitaria de 14 m³, autonomía de almacenamiento para 21.1 días y un régimen de dosificación de 24 h/d. La distribución es por medio de dos bombas 2 (1+1R) con 52.1 l/h de caudal en punto de funcionamiento, 5.8 a 58 l/h de caudal unitario y 5 bar de presión.

En la tubería de ingreso a planta se adicionará Cloruro férrico como anticoagulante, el cual se almacenará en un depósito con capacidad de 14 m³ ubicado en depósito de seguridad para retener posibles fugas o rupturas. El depósito presenta una autonomía de almacenamiento de 40.2 días con régimen de dosificación de 24 h/d. La distribución es por medio de dos bombas dosificadoras 2 (1+1R) con 53.4 l/h de caudal en punto de funcionamiento, 5.8 a 58 l/h de caudal unitario y 5 bar de presión.



Filtro de arena

La impulsión del agua bruta hacia los filtros de arena se realizará utilizando una tubería de PRFV. Los filtros presentan un diámetro de 4 m con longitud de 18 m de tipo cerrado, teniendo una superficie por filtro de 49 m². Se encuentran rellenos de una doble etapa, en la primera se presenta una bicapa arena silíceas con diámetro particular de 0.7 mm con 1.5 de coeficiente de uniformidad y 0.6 m de espesor de capa. La segunda etapa presenta antracita con diámetro particular de 1.4 mm con 1.5 de coeficiente de uniformidad y 0.5 m de espesor de capa.

Para el lavado de los filtros se utilizan dos bombas centrifugas horizontales 2 (1+1R) con caudal en punto de funcionamiento de 2150 m³/h y altura manométrica de 12 mca para el agua y dos soplantes de embolo rotativo con caudal unitario de 3125Nm³/h y altura manométrica de 6 mca para el aire.

Filtro de cartucho

Los filtros instalados se diseñan según configuración del sistema espada. Los cartuchos instalados son de tipo DOE (double open end) colocándose como velas de forma que el paquete filtrante compuesto por placa de falso fondo, "espadas" y parrilla inferior puede ser extraído de forma completa de una sola vez (Figura 11).



Figura 11. Filtro de cartucho.

El agua de mar filtrada ingresará a 3 unidades compuestas por 270 cartuchos de filtros de polipropileno bobinado recubiertas por PRFV con selectividad nominal de 5 µm, caudal de 1100 m³/h y presión de 6 bar. Las tuberías principales de entrada y salida de los filtros serán de PRFV, diseñadas para una presión de trabajo de 6 kg/cm². Las válvulas de aislamiento son de mariposa, de accionamiento neumático.



La medida de caudal se realiza mediante caudalímetro electromagnético en la tubería de impulsión a los filtros de cartucho. Así mismo se instala un medidor de presión diferencial entre la entrada y a la salida de los filtros de cartucho con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento del filtro cuando se detecta que alcanzan su presión máxima de 1,2 bar.

También se dispondrá, en la tubería de salida, de sendos medidores de conductividad, turbidez, potencial REDOX, SDI y pH para conocer las características del agua de mar previamente a su ingreso en las membranas de ósmosis inversa.

El depósito de almacenamiento del dispersante que se aplica antes y después del filtro de cartuchos se ubicará en el interior del edificio de ósmosis. Con capacidad unitaria de 1 m³ con 30 días de autonomía de almacenamiento con 24 h/d de régimen de dosificación. La conducción de éste se realizará mediante tubería de PVC adecuada para el transporte de este reactivo, con ayuda de tres bombas 3 (2+1R) de 2.5 l/h de caudal unitario y 5 bar de presión.

Ósmosis inversa

Se plantea un edificio con dos zonas diferenciadas, un edificio que contiene en su interior el depósito de agua tratada, depósito de salmuera, RACKS y ERIS y otro destinado a oficinas.

El edificio de los RACKS presenta unas dimensiones en planta con una altura de 14 m. Su estructura está formada por trece pórticos formados cada uno de ellos por pilares HEB 500, vigas IPE 600, correas HEB 200, dinteles HEB 600 y tensores de 6 mm. Sobre estos se sitúa una cubierta a dos aguas.

La parte destinada a las oficinas está dispuesta en dos plantas, más una cubierta a un agua, con pilares metálicos de HEB 300 con un forjado losa maciza de espesor 30 cm.

La cubierta estará formada por vigas IPE 300 y correas UPE 160.

El metabisulfito sódico será almacenado en dos depósitos con capacidad de 2 m³ cada uno, teniendo 2.56 días de autonomía de almacenamiento con un régimen de dosificación de 24 h/d. La distribución se hará con tres bombas dosificadoras 2 (1+1R) de tipo membrana con caudal de diseño de 106 l/h, un caudal unitario de 10 a 120 l/h y una presión de 5 bar.

El sistema de osmosis inversa está compuesto por tres bastidores y un subbastidor de reserva con 504 unidades de membranas por semibastidor y 72 unidades de tubos de presión por semibastidor con capacidad unitaria de siete membranas. Siendo una sola etapa, se espera una producción de permeado por semibastidor de 4500 m³/día con un flujo específico de 11.9 lmh.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Se instalarán 3 líneas de ósmosis de las cuales 2.5 estarán en funcionamiento, con 5 unidades de semibastidores en funcionamiento, compuestas por 504 unidades de membranas por semibastidor. El modelo de membrana propuesto será SWC5 o similar. Los tubos de presión donde se alojarán estas membranas, con 7 ud por tubo, de alimentación lateral y con cajas de 4 y 2 puertos a una presión de trabajo de 1.000 psi.

A la hora de diseñar los bastidores, se deben tomar en cuenta una serie de consideraciones que son necesarias para asegurar su correcto funcionamiento:

- Los colectores principales de salida del permeado salen por el lateral de los bastidores y conectan con una tubería de diámetro 400 mm por cada línea. A su vez esta tubería conecta con una tubería de diámetro nominal 600 mm de PRFV para que, en los momentos de parada, esta tubería también pueda ejercer de depósito de almacenamiento sin afectar al funcionamiento normal de la planta.
- Se han incluido venteos en los puntos más elevados de los colectores para permitir extraer el aire de su interior en los procesos de arranque.
- Las conexiones entre los tubos de presión serán de tipo victaulic ó similar para facilitar su mantenimiento.
- Se ha cuidado el dejar suficiente espacio en las zonas frontal y posterior de los bastidores para permitir la fácil colocación o extracción de las membranas cuando sea necesario.
- Se han colocado tes en la salida de permeado para permitir el tubing (sondeos). La salida del tubing está dotada de una válvula de bola para su aislamiento.
- Se incluyen puntos toma muestras en la salida del permeado de cada tubo de presión, así como en los colectores generales del semibastidor. Dichos puntos se llevan hasta un panel central para facilitar la monitorización de todo el bastidor.

Se instala una bomba de recirculación en cada uno de los semibastidores por línea de proceso, esto permite la modulación de caudal de la planta, permitiendo a cada línea funcionar al 50% de su capacidad total. Las bombas de recirculación se han calculado considerando la operación normal y operación en lavado de un semi-bastidor. La presión viene determinada en función de la temperatura y la edad media de las membranas. En el caso de lavado se tiene 1 semi-bastidor en reserva por tanto no se alteraría la operación normal de la planta.

Las membranas propuestas inicialmente están construidas con poliamida aromática y de configuración “espiral”, las cuales se colocarán 7 en cada uno de los 58 tubos de presión. Se colocarán 55 tubos de presión por cada semi-bastidor y tendrá el espacio suficiente para añadir una (1) fila más en caso de que sea necesario pudiendo ampliar así a 58 tubos de presión. Las tuberías de alta presión de los bastidores serán de acero inoxidable calidad SAF2507. Las



válvulas de alta presión serán de tipo macho y fabricadas en acero inoxidable calidad ASTM A890 Gr 5A.

Para controlar el correcto funcionamiento de los semi-bastidores se ha previsto, en cada uno de ellos, la siguiente instrumentación:

- 1 Válvula servomotorizada tipo macho en la llegada de agua a fin de incrementar de forma gradual la presión de entrada a las membranas durante los arranques.
- 1 Válvula tipo macho en la salida del rechazo de los recuperadores de energía.
- 1 Caudalímetro electromagnético en la entrada de agua de mar a la bomba de alta presión.
- 1 Caudalímetro electromagnético en la entrada de agua de mar a los recuperadores de energía.
- 1 Caudalímetro electromagnético a la salida del permeado.
- 1 Caudalímetro electromagnético en la entrada de agua de mar a la bomba booster.
- 1 Caudalímetro electromagnético a la salida del rechazo.
- 1 Transmisor electrónico de presión en la entrada de agua de mar para medir la presión de trabajo de las membranas.
- 1 Transmisor electrónico de presión en la salida del permeado para medir la presión de salida de las membranas.
- 1 Transmisor electrónico de presión en la salida del rechazo para medir la pérdida de carga de las membranas.
- 1 Transmisor electrónico de conductividad para controlar la calidad del agua desalada producida por las membranas.
- 1 Transmisor electrónico de conductividad para controlar la calidad del rechazo de las membranas.
- 1 Transmisor electrónico de presión diferencial para medir con precisión la pérdida de carga de las membranas y controlar así su grado de ensuciamiento.
- 1 Conjunto de presostatos para disparo de las bombas y alarma en caso de sobrepresiones accidentales.
- 1 Conjunto de manómetros indicadores para la comprobación “in situ” de las distintas presiones de los circuitos.

Se han colocado tres en la salida de permeado para permitir el tubing (sondeos). La salida del tubing está dotada de una válvula de bola para su aislamiento. Finalmente, cada bastidor va provisto de un panel de muestreo, construido en acero inoxidable calidad AISI- 316L, provisto de válvulas de enchufe rápido del mismo material para controlar la calidad del agua desalada producida por cada tubo de presión.

El depósito de limpieza de las membranas tendrá una capacidad de 125 m³ y de dimensiones 5 x 5 m, con un calado de 5 m. Para facilitar la preparación de los reactivos, se ha previsto la agitación mediante un agitador vertical. El depósito



irá equipado, igualmente, con 2 resistencias de 150 kW y un termostato para calentar los reactivos de limpieza hasta la temperatura óptima de utilización de los mismos.

La impulsión de los reactivos de limpieza se efectuará mediante dos (2) bombas centrífugas horizontales en AISI 316, una de ellas en reserva. Con objeto de desmontar fácilmente el motor o extraer el cierre, las dos bombas irán provistas de acoplamiento elástico con espaciadores y sus correspondientes protectores. Cada bomba tendrá un caudal de 790 m³/h y presión de 5,65 bar. La aspiración de las bombas se conectará tanto con el depósito de preparación como con el depósito de desplazamiento, ya que se utilizan los mismos equipos para realizar el desplazamiento.

Para retener la materia en suspensión extraída de las membranas durante las limpiezas, y la que pueda introducirse en el circuito a través de los reactivos de limpieza, se ha previsto filtrar estos a través de un filtro de cartucho. El tipo de filtro es similar a los del pretratamiento con un caudal de tratamiento de 786 m³/h, una presión de diseño de 6 kg/cm², 180 unidades de cartuchos con una longitud de 1.250 mm y selectividad de 5 µm hechos en polipropileno.

Remineralización

En el presente proyecto se ha previsto almacenar el CO₂ en un depósito en forma líquida a 25 °C y 20,68 kg/cm² de presión, siendo vaporizado posteriormente para, una vez transformado en gas, mezclarlo con agua e introducirlo en el agua desalada. Una vez inyectado se formará Ca(HCO₃)₂, consiguiéndose así la dureza y el TAC deseados en el agua.

El bombeo de agua al sistema de dosificación de CO₂ se realiza mediante (1+1) bombas horizontales.

Almacenamiento de agua producto

Se realizará la desinfección mediante hipoclorito sódico. La conducción de hipoclorito sódico se realiza mediante tubería de PP adecuada para el transporte de este reactivo. Se utilizan las instalaciones de almacenamiento de hipoclorito sódico tanto para el pre-tratamiento como para el pos-tratamiento, teniendo una capacidad de 10 m³ y un régimen de dosificación continuo. Como cámara de cloración se utilizará el depósito de agua tratada, compuesto por 1 cámaras de 430 m³ de capacidad, garantizando una completa mezcla del hipoclorito sódico y el agua tratada. El volumen total del depósito, 430 m³, garantiza tiempos de retención.

La adición del hipoclorito sódico se usarán dos bombas de membrana 2 (1+1R) con un caudal medio de 12.5 l/h y caudal unitario de 1.4 a 14 l/h con presión de 1 bar.

Bombeo de agua producto a tanque



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Finalizados los procesos de remineralización y desinfección el agua pasa a un reservorio rectangular de 18 m de longitud y 5 m de ancho, el depósito dispone de un calado de 5 m lo que proporciona un volumen de 450 m³. De este depósito aspiran las bombas de distribución de agua producto.

Tres bombas de centrífuga horizontal 3 (2+1R) de agua potable se encuentra anexa al tanque, transporta el agua hasta el tanque de distribución. Con caudal unitario de 490 m³/h, altura manométrica de 135 mca y construidas en superduplex. Para evitar daños en la tubería de impulsión y en las bombas ante una parada de planta, se ha previsto incorporar un calderín antiarriete de 35.000 l de capacidad, sobre todo para las depresiones que se puedan generar en la conducción.

Previo a la descarga del agua se instalará un caudalímetro electromagnético para medir el caudal en la tubería que descarga a un depósito con un vertedero a la salida que garantizará en todo momento que el caudalímetro siempre funcionará a sección llena.

Emisor submarino

La salmuera que salga del proceso de osmosis inversa será conducida a un tanque de descarga que conecta con el emisor para el vertido. Los efluentes líquidos que no contienen cantidades apreciables de reactivos, son enviados al depósito de descarga de salmuera para su vertido directo al mar, junto con la salmuera y enjuagues con agua de las membranas de osmosis. El resto de residuos de los lavados químicos de membranas de ósmosis, reboses de depósitos, son conducidos al depósito de neutralización de efluentes de 125 m³. El bombeo de estos vertidos a la arqueta de descarga de salmuera se realiza mediante las propias bombas de neutralización de efluentes de caudal de 120 m³/h y una altura de 10 mca, que permitirán alternativamente o bien recircular la solución de limpieza o bien enviarla a dicha arqueta.

Para evitar la contaminación al mar por el vertido de la salmuera, esta será previamente diluida con agua de mar y vertida en la zona especificada, las corrientes y mareas realizaran una rápida dilución eliminando afectaciones al medio marino.

El emisor contará con una parte terrestre y otra marina, el tubo tendrá un diámetro nominal de 18” y estará hecho de PEAD, presentando una longitud de 259,5 m en la parte terrestre y 520,0 m en la parte submarina.

Equipos auxiliares

Se contará con una unidad de compresores que dará servicio a las válvulas neumáticas de la planta. Los cuales son un grupo moto- compresor rotativo de 300 l/min 6 bar, con motor de 2,4 kW, un secador frigorífico de 0,28 kW, un pre



filtro con presión de trabajo 7 bar y un conjunto de tuberías, válvulas, cajas de electroválvulas, etc., para distribución.

Se ha previsto que el agua de servicios de la planta sea suministrada por un grupo

Hidroneumático, provisto de dos bombas, una de reserva, con caudal 17 m³/h, presión de 1,6 kg/cm² hecha en acero inoxidable.

Se ha previsto que el agua para dilución de reactivos sea suministrada por un grupo hidroneumático, provisto de dos bombas, una de reserva con caudal 80 m³/h, presión de 5 kg/cm² hecha en acero inoxidable.

Para la manipulación de las cargas de la desaladora se han previsto dos grúas viajeras edificio de ósmosis con carga máxima de 10 Toneladas, una grúa viajera en la captación de 6 toneladas carga máxima, dos polipastos de 5.000 kg en filtros de arena y cartucho y un polipasto de 5.000 kg en tamizado en la captación.

Instalación de ventilación y climatización

Ventilación:

Edificio de Ósmosis: Se instalan 14 ventiladores de 10.720 m³/h.

Sala de cuadros y transformadores: Se instalan 6 ventiladores de 10950 m³/h.

Climatización:

Se instalarán en la zona de administración y oficinas 4 sistemas de climatización de aire acondicionado con la capacidad de 2752 kcal/h.

Instalación contraincendios

Se han distribuido los extintores situándolos a 75 pies (23 m) máximo de cualquier punto origen de evacuación cumpliéndose además la condición de que cada uno de ellos cubra, al menos, una superficie no superior a 3,000 pies (278,7 m²). Los extintores serán FM- 200 de 7 kg y en salas que contengan equipos sensibles, tales como equipos electrónicos, eléctricos, cuadros eléctricos, etc. se dispondrán de extintores de CO₂ de 5 kg de eficacia mínima 89B cuyo uso en primer lugar será para evitar el daño al equipo. Siempre irá acompañado de otro de FM- 200.

Para las salas con dos accesos, se colocarán dos extintores a las puertas de acceso a la sala.

Se instalará un sistema de detección de incendios proyectado es del tipo analógico, el cual permite identificar en la central el punto que ha generado la alarma. Se instalarán detectores ópticos de incendio óptico- acústico y pulsadores de incendios. El sistema de detección de incendios, además de realizar las funciones propias de recoger las alarmas procedentes de detectores y pulsadores.



Subestación eléctrica

La subestación eléctrica tendrá una relación de transformación de Alta Tensión (115 kV) a Media Tensión (13,2 kV) equipada con dos transformadores de relación de transformación 115/13,2 kV quedando uno de ellos en reserva. Todas las protecciones, seccionamiento y medida de similares características al presente en la subestación existente, pero adaptado a la nueva potencia y número de transformadores. También contará con un tablero eléctrico de distribución en Media Tensión a la salida de los transformadores secundarios, y desde la acometida a los Centros de Transformación existentes como a los previstos para la nueva desaladora.

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

En la Tabla 6 se enlistan las características del agua de mar utilizada para el diseño de la planta desaladora son las siguientes:

Tabla 6. Balance iónico sin ajustar del agua de mar bruta

CATIONES		
Ca ⁺⁺	(mg/l)	410,00
Mg ⁺⁺	(mg/l)	1.310,00
Na ⁺	(mg/l)	10.900,00
K ⁺	(mg/l)	390,00
Sr ⁺⁺	(mg/l)	13,00
Ba ⁺⁺	(mg/l)	0,00
Fe ⁺⁺	(mg/l)	0,02
Mn ⁺⁺	(mg/l)	0,01
NH ₄ ⁺	(mg/l)	0,00
Total	(mg/l)	13.023,03
ANIONES		
CO ₃ ⁼	(mg/l)	13,05
HCO ₃ ⁻	(mg/l)	152,00
SO ₄ ⁼	(mg/l)	2.740,00
Cl ⁻	(mg/l)	19.700,00
Br ⁻	(mg/l)	0,00
NO ₃ ⁻	(mg/l)	0,70
PO ₄ ³⁻	(mg/l)	0,00
F ⁻	(mg/l)	1,40
SiO ₂	(mg/l)	0,00
B ³⁻	(mg/l)	4,50
Total	(mg/l)	22.611,65
Salinidad(TDS)	(mg/l)	35.634,68

Una vez el agua de mar pase por los bastidores la concentración del agua de rechazo (salmuera) será de 65 mg/l, concentración que serán diluida un 30% con agua de dársena obteniendo una concentración de 36.58194839 mg/l antes de llegar al emisor submarino y ser vertida al mar.



El agua de mar entra a la torre donde se le aplicará de forma automática hipoclorito sódico al igual que en la zona de bombeo. La dosificación se diseña para una dosis de choque de 5mg/l que se realiza durante 6 horas. Así mismo, el volumen del depósito ha sido diseñado para dosificar en continuo (24 h) la dosis de 2 mg/l.

Una vez establecida la dosis, el sistema de control actuará sobre el variador de frecuencia de las bombas dosificadoras, haciendo que la dosificación sea proporcional al caudal de agua de mar bombeada. El indicador de nivel del depósito irá provisto de interruptor por bajo nivel que hará aparecer una alarma en las pantallas de la sala de control, indicando que es preciso llenar el depósito de almacenamiento de nuevo.

Además del hipoclorito sódico, se disponen dos compresores que conducirán aire a la torre de captación inyectando burbujas. El aire inyectado eliminará los posibles residuos depositados en las cajas de toma, evitando las obstrucciones las rejillas. La inyección de aire también evita que se introduzcan en las cajas de toma animales como peces o medusas. Los compresores dispondrán de un depósito de acumulación de 1,5 m³ y una presión de trabajo de 10 bar.

Una vez ingresa el agua de mar al cárcamo pasa por filtros los cuales son limpiados de forma automática por un tornillo transportador compacto que realiza la disposición final de los residuos en un contenedor de 5m³. El agua será transportada con ayuda de bombas las cuales estarán dotadas con variador de frecuencia para poder ajustar el caudal a las necesidades de la planta en todo momento y con la mayor precisión.

Pre tratamiento químico

Las bombas verticales instaladas en el cárcamo, bombean el agua de mar a la planta desaladora donde se realiza una medida de caudal mediante caudalímetro electromagnético. Entre el cárcamo y la planta desaladora se realiza el pre tratamiento químico, se adiciona de forma automática hipoclorito sódico. Una vez establecida la dosis, el sistema de control actuará sobre variador de frecuencia de las bombas dosificadoras, haciendo que la dosificación sea proporcional al caudal de agua de mar bombeada. En la impulsión de la dosificación se instala un caudalímetro electromagnético. El indicador de nivel del depósito irá provisto de interruptor por bajo nivel que hará aparecer una alarma en las pantallas de la sala de control, indicando que es preciso llenar el depósito de almacenamiento de nuevo. La carga de reactivo al depósito se realiza mediante bomba centrífuga horizontal, el caudal de la bomba es de 15 m³/h y una altura de 10 mca. El depósito de almacenamiento de coagulante se ubicará en un depósito de seguridad para retener las posibles fugas o roturas.

En ocasiones, es necesario ajustar el pH para obtener una coagulación de calidad. Por esto, se ha previsto la instalación de un sistema de dosificación de ácido



sulfúrico que se utilizará en función de la necesidad. La dosificación se realiza en la tubería de ingreso a planta siendo media (15 mg/l) o alta (36 mg/l) con una riqueza del producto comercial de 98%. Para garantizar la correcta mezcla de los reactivos se instalará un mezclador estático, construido en PRFV. La carga de reactivo al depósito se realizará mediante bomba centrífuga horizontal de trasvase, el caudal de la bomba es de 15 m³/h y una altura de 10 mca.

En previsión de que el agua de mar captada tenga un alto índice de atascamiento (SDI), se ha previsto instalar un sistema para dosificar un coagulante inorgánico Cloruro férrico. La mezcla del reactivo se realizará mediante un mezclador estático construido en PRFV en la tubería de ingreso a planta. El coagulante se ha previsto dosificarlo en el mezclador estático a la entrada a los filtros de arena. La dosificación mínima es de 2 mg/l Cl₃Fe, media es de 5 mg/l Cl₃Fe y máxima es de 8 mg/l Cl₃Fe.

El caudal de coagulante dosificado será también proporcional al caudal de agua de mar bombeado, habiéndose previsto para ello variadores de frecuencia en las bombas dosificadoras. Los indicadores de nivel del depósito irán provistos de interruptores por bajo nivel, que harán aparecer una alarma en las pantallas de la sala de control indicando que es preciso llenarlos de nuevo. La carga de reactivo al depósito se realiza mediante bomba centrífuga horizontal, el caudal de la bomba es de 15m³/h y una altura de 10 mca.

Filtros de arena

La impulsión del agua bruta hacia los filtros de arena se realizará utilizando una tubería de PRFV. La filtración se realizará mediante presión a través de filtros cerrados de doble etapa en la primera mediante relleno bicapa arena- antracita y la segunda mediante filtros monocapa de arena, durando 5.5 min con una velocidad de filtración de 7 m³/m²/h en la primera etapa y 5 min con una velocidad de filtración de 9 m³/m²/h en la segunda etapa. Por lo cual es necesario 189.35 m³ de volumen de medio filtrante y 295.11 m² de superficie total.

El lavado de filtros se realiza de forma automática para ello se instalará un medidor de presión diferencial en la entrada y salida del agua del filtro, el descenso de la presión indica el inicio del proceso de lavado. A la salida del agua filtrada se instalarán medidores de turbidez en tubería que permiten medir la calidad del agua filtrada. El agua de lavado de filtros es conducida al depósito de salida mediante una tubería de PRFV.

Los filtros se lavan mediante un sistema de agua y aire. Primero se hace un esponjamiento durante 240 s con aire a 50 m³/m²/h, después se lava con agua a 35 m³/m²/h durante 18 min y finalmente se hace un aclarado con agua a 7 m³/m²/h durante 36 min. Los filtros se lavan con salmuera procedente del rechazo de la osmosis. La salmuera se almacena en un tanque de concreto de volumen 250 m³ ubicado en el edificio de ósmosis.



Filtros de cartucho

El agua procedente de los filtros de arena ingresa en los filtros de cartucho. El 95% de las partículas de tamaño superior a las 5 micras quedarán retenidas por la masa filtrante. Una parte de las partículas de tamaño inferior quedarán igualmente retenidas, en función del ciclo de filtración, por efecto “barrera”. Como la materia en suspensión del agua de mar a la salida de las membranas de filtración será muy escasa, la duración esperada de los cartuchos filtrantes rondará los dos meses aproximadamente.

La misión de estos filtros es la de actuar como barrera de seguridad, a fin de proteger las membranas de ósmosis inversa en el caso de que se produjese un fallo o una rotura en el proceso previo.

Se ha previsto dosificar un dispersante orgánico para prevenir la posible precipitación de SrSO_4 , CaO_4 , BaSO_4 y CaF_2 , sales muy poco solubles que podrían atascar las membranas si el agua de mar presentase contenidos elevados de las mismas, por lo cual se administra una dosis media de 1 mg/l o máxima de 2 mg/l del dispersante antes y después de los filtros de cartucho.

El caudal se calculará por caudalímetro electromagnético y de esta forma se dosificará el dispersante, el cual será proporcional al caudal de agua de mar bombeado, habiéndose previsto para ello variadores de frecuencia en las bombas dosificadoras. Los indicadores de nivel del depósito irán provistos de interruptores por bajo nivel, que harán aparecer una alarma en las pantallas de la sala de control indicando que es preciso llenarlos de nuevo. La carga de reactivo al depósito se realiza mediante bomba centrífuga horizontal, el caudal de la bomba es de $15\text{m}^3/\text{h}$ y una altura de 10 mca.

Ósmosis inversa

Con el fin de prevenir la oxidación de las membranas por el cloro libre se adiciona metabisulfito sódico en el agua de alimentación de la ósmosis inversa. La dosis puede ser media de 3 mg/l o máxima de 5mg/l.

El proceso ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar y eliminar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirogénicos, la materia coloidal, microorganismos, virus, y bacterias del agua. El proceso se denomina ósmosis "inversa" puesto que requiere la presión para forzar el agua pura a través de una membrana, saliendo las impurezas por la parte posterior. La ósmosis inversa es capaz de eliminar la mayoría de los aniones y cationes disueltos en el agua, así como los metales disueltos en el agua. También elimina la mayor parte de los componentes orgánicos disueltos en el agua, exceptuando todos aquellos que tienen pesos moleculares bajos o una alta polaridad.

Por tanto, en esta parte de la planta se realiza la desalación del agua de mar, obteniéndose por una parte agua de baja salinidad y, por otra, una salmuera



concentrada. Se contempla un funcionamiento del bastidor en una etapa con una conversión de trabajo del sistema del 45%.

Con el objetivo de flexibilizar las labores de operación y mantenimiento se ha diseñado el funcionamiento de la planta para modular los caudales incorporando una bomba de recirculación en cada semibastidor lo que permite funcionar con líneas completas o con líneas a un 50% de funcionamiento. El bombeo de alta presión se ha diseñado para que permita la modulación de caudal de ingreso a cada bastidor y semibastidor.

El agua procedente de los filtros de cartucho ingresa en el grupo de alta presión compuesto por 3 (2+1) bombas. Paralelamente el agua de los filtros de cartucho ingresa en el recuperador de energía. El rechazo de las membranas, la salmuera concentrada, ingresa en el recuperador de energía, y la salmuera de baja presión a la salida del recuperador es conducida hacia la arqueta de salida de planta. El agua de mar de alta presión procedente del recuperador de energía es bombeada mediante bombas de recirculación a cada semibastidor. Este tipo de configuración permite modular la producción de agua permeada (Figura 12).

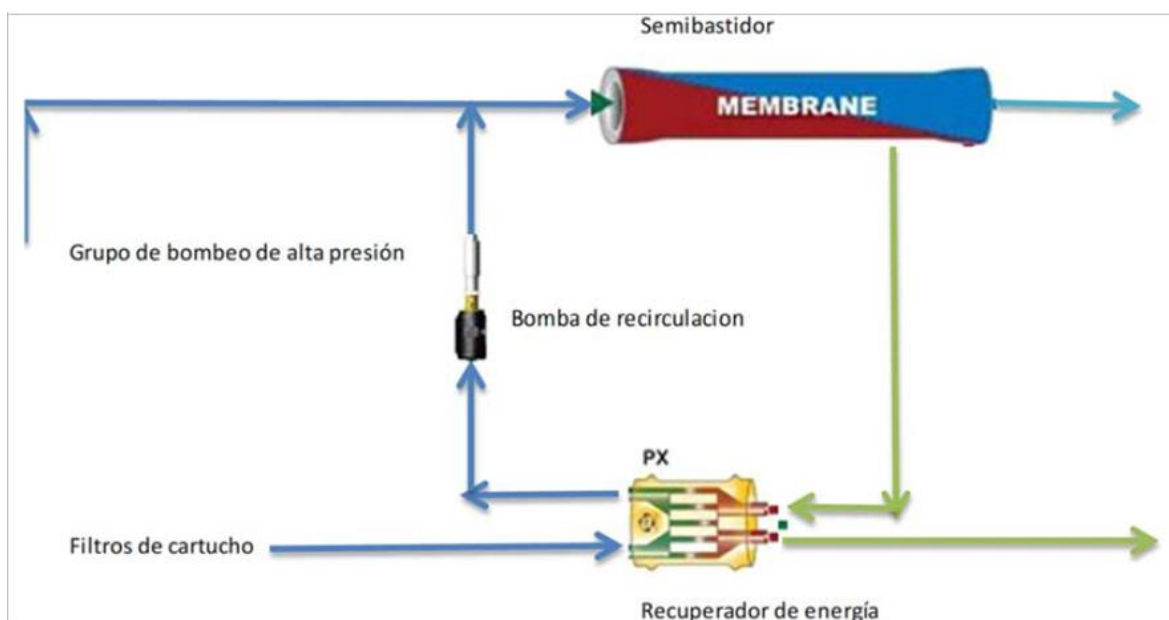


Figura 12. Esquema de funcionamiento semi-bastidor.

Membranas osmosis inversa

Se han considerado membranas de nueva generación, gracias a su mayor superficie de filtración permite obtener un mayor caudal de permeado con alto rechazo para desalación de agua de mar. Las membranas SWC5 o similares permiten trabajar a una presión máxima de 1.200 psi, montadas en una etapa y trabajando con una conversión del 45%. En función de esta conversión de operación también se fija el número de membranas por tubo (7 unidades), que



además permite una correcta distribución para las dimensiones del edificio de osmosis. La planta desaladora operará en una única etapa, ya que con esa configuración se puede alcanzar la conversión de operación requerida (45%) sin necesidad de emplear etapas posteriores, ya que con un único paso se pueden alcanzar ampliamente las calidades de agua producto requeridas. Para la conversión de operación del 45% el número de membranas más adecuado por tubo de presión es de 7 unidades. Todas las tuberías involucradas en el circuito de alta presión son en material superduplex PREN 40.

Asimismo, se han diseñado las líneas teniendo en cuenta la siguiente configuración:

- Seis (6) semi-bastidores de ósmosis inversa, con una capacidad unitaria bruta de 188 m³/h de permeado, lo que supone una producción diaria de 4500 m³/d por semi-bastidor para un período de funcionamiento diario de 24 horas.
- Los seis (6) semi-bastidores instalados se han considerado para un funcionamiento de cinco (5) semi-bastidores considerando un (1) semi-bastidor para hacer frente a la parada de una de las líneas de producción debido a una limpieza química con una duración prevista de un máximo de 24 horas y poder llevar a cabo labores de mantenimiento. Lo anterior podría suplir la falta de producción de esa línea.

El caudal de permeado del 1º paso por semi-bastidor será de 4500 m³/día (188 m³/h) y un caudal total de permeado de 1º de 22500 m³/día con un caudal de alimentación total de 41316.67 m³/día (1722 m³/día).

El agua ingresa en las membranas mediante las bombas de alta presión que bombean el agua a través de un colector a cada semi bastidores de ósmosis. Las bombas de alta presión se regulan mediante variadores de frecuencia permitiendo ajustarse a las necesidades de bombeo del sistema de osmosis tanto en la situación de operación normal como en la situación de lavado de un semi bastidor. Se cuenta con tres bombas de alta presión 3 (2+1R). El caudal que aporta cada una de las bombas de alta presión a cada bastidor es de 494 m³/h y la presión diferencia varía en función de la temperatura y edad media de las membranas.

En el caso de lavado se tiene 1 semi bastidor en reserva por tanto no se alteraría la operación normal de la planta. La bomba seleccionada permite alcanzar los caudales indicados tanto en la fase de operación normal, como en la de lavado, esta regulación se realiza mediante el variador de frecuencia se regulará los caudales de trabajo en cada momento de la operación de la planta.

Las membranas en espiral se disponen en conjuntos de siete unidades en “serie”, dentro de un mismo tubo de presión. De esta manera, el agua bruta penetra por uno de los extremos del tubo de presión, atravesando axialmente la membrana situada en primer lugar. El agua permeada pasa al colector central que ocupa el



eje geométrico del tubo, por el que es evacuada al exterior. El agua de rechazo pasa a la siguiente membrana donde se produce el mismo fenómeno y así sucesivamente hasta la séptima membrana. El agua de rechazo de este séptimo elemento se recogerá en el otro extremo del tubo de presión, saliendo a continuación al exterior.

El caudal específico de permeado por unidad de superficie de la membrana, mayor será el riesgo de ensuciamiento de éstas, ya que aumenta en la misma proporción la corriente de arrastre que fluye perpendicularmente a la superficie de las membranas y que tiende a depositar sobre ellas las sustancias que, en forma de micro coloides o micro partículas, pueda contener el agua de mar. Se adopta un flux de permeado máximo de diseño de 11,9 l/m²/h, para ello ha previsto instalar en cada semi bastidor de producción.

Durante la parada de un semi bastidor, tras haber transcurrido un tiempo no se reanuda su funcionamiento, arrancarán automáticamente dos (2) bombas de desplazamiento (Flushing) previstas con 790 m³/h de caudal y 5.65 bar de presión, proceden a desplazar el agua de mar existente en el interior de los módulos, tuberías, bombas y tuberías de acero inoxidable. Para la maniobra de desplazamiento se utilizan las bombas de lavado de membranas, aspirando del depósito de almacenamiento de permeado, cuyo volumen unitario es de 125 m³. El agua de mar de las tuberías de alta presión y membranas, pasando previamente por la bomba de alta presión.

Recuperación de energía

La recuperación de la energía del rechazo se realizará con el sistema conocido como Intercambiador Cerámico de Presión. Este dispositivo consiste en un rotor cerámico que recibe la presión de la salmuera de rechazo y mediante unos canales paralelos al eje de rotación transmite dicha presión al agua de aporte. Debido a este hecho, y a que el cilindro “flota” sobre una lámina líquida, existe una pequeña fuga del agua de rechazo hacia el agua de mar de aporte, lo que incrementa ligeramente su salinidad.

Cada semi bastidor de ósmosis inversa presenta 2 líneas con 0,8 bar de pérdida de carga en el circuito de alta y 2,1 m³/h de fuga de salmuera hacia el agua de mar por línea fase I.

Lavado de las membranas

A medida que avanza la vida operacional de las membranas, éstas van sufriendo el ensuciamiento que provoca el descenso de la producción de agua tratada. El atascamiento puede deberse a materias coloidales, a pequeñas precipitaciones, etc. Con objeto de mantener bajo control estos atascamientos y restituir a las membranas una parte de las propiedades perdidas, habrá que lavarlas periódicamente.



La frecuencia de los lavados depende de la naturaleza del agua. El lavado es sencillo, y su duración de 4 - 8 horas si se efectúa un lavado secuencial completo. A efectos de cálculo de caudales de producción se ha considerado una duración del lavado de 6 horas.

Para lavar las membranas, se preparará en un depósito una serie de reactivos (ácido cítrico, NaOH, AEDT, etc.), en función de la naturaleza de las sustancias atascantes. El lavado se realizará abriendo una serie de válvulas y poniendo la bomba de lavado en circuito cerrado durante varias horas. Transcurrido este tiempo, se vaciará el depósito de reactivos y se pondrá en marcha el bastidor, procediéndose a comprobar la eficacia del lavado.

Postratamiento

Para dar cumplimiento a la NOM- 127- SSA1- 1994, se corregirá el pH del agua desalada y el índice de saturación de Langelier (LSI), ya que tal y como sale de la ósmosis inversa es altamente corrosiva y agresiva. El Agua Producto deberá ser ligeramente incrustante ($LSI \pm 0,05$) y para ello es necesario dosificar dióxido de carbono y calcio en el permeado.

Al tener el permeado un TAC muy pequeño, su pH de saturación será elevado. Para reducirlo y palatalizar al mismo tiempo el agua y hacer que su sabor sea agradable, se ha previsto carbonatarla, de forma que su TAC total sea como mínimo de 60 mg/l como $CaCO_3$.

El CO_2 presente en el permeado, en general no es suficiente para reaccionar con toda la calcita necesaria. Por tanto, es necesario introducir en la línea de tratamiento CO_2 en forma de gas, esto permitirá elevar los parámetros para alcanzar los niveles necesarios CO_2 en el permeado. La dosis prevista de diseño es de 60 mg/l para todas las temperaturas, pudiendo añadir con los equipos previstos, cantidades superiores si fuese necesario.

La dosificación de CO_2 al agua producto se hará de forma totalmente automática y proporcional al caudal, mediante el control del pH del agua a tratar e inyectando la solución CO_2/H_2O , que se genera en regulando la dosificación desde el panel de control.

La desinfección final se hará con hipoclorito sódico, por medio de un dosificador automático. Se adicionará de modo continuo 0.5 mg/l; 1 mg/l de dosis media y 2 mg/l de dosis máxima.

El proyecto considera únicamente la construcción, operación y mantenimiento de la planta desaladora. Para la distribución del agua producto se utilizará las obras de distribución que ya existen de una planta desaladora que está en operación por el mismo Organismo Operador (Figura 13), ésta planta se localiza a aproximadamente de 400 metros de la planta propuesta, por lo que las obras necesarias son mínimas únicamente consideran la conexión a la línea de



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



distribución existente, la planta en mención se puso en operación en 2007, y consideró la construcción de una línea de distribución misma que será utilizada para la nueva planta, esta planta incluye la instalación de 9 kilómetros de tuberías principales para el abastecimiento de agua potable a las colonias cercanas misma red que será utilizada por la planta desaladora propuesta.

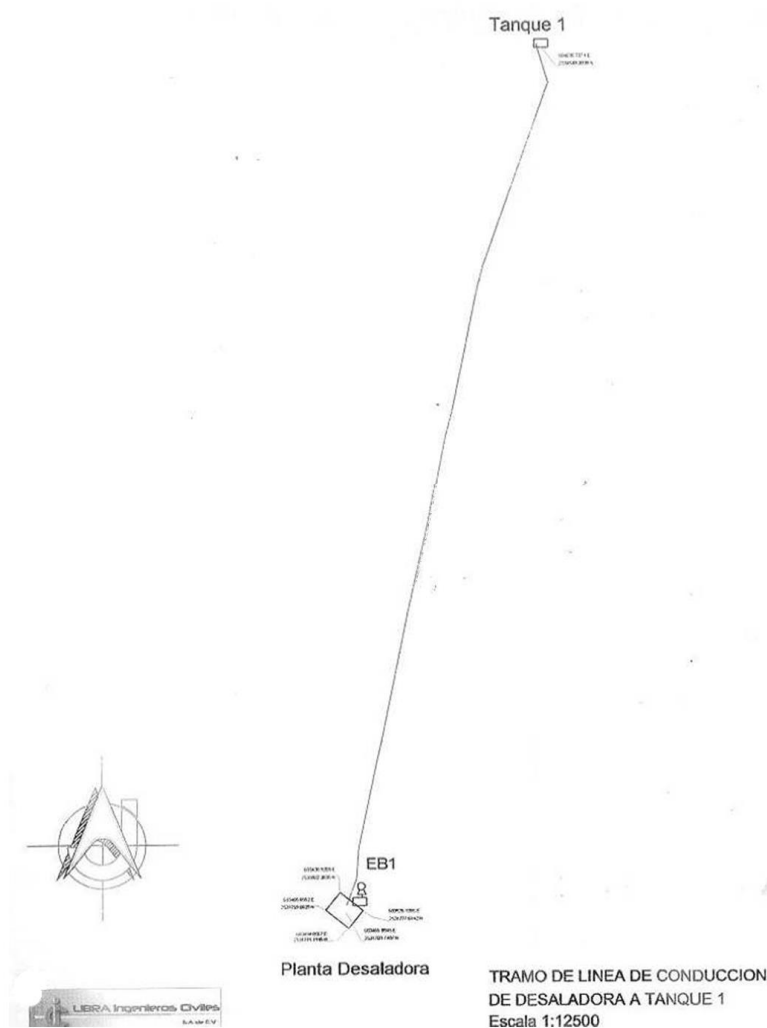


Figura 13. Línea de almacenamiento de la Planta Desaladora de Cabo San Lucas.

La Planta Desaladora de Agua de Mar “Los Cabos” se terminó de construir el 16 de noviembre de 2006, pero tras las pruebas de capacidad se encuentra en operación desde el día 1 de marzo del año 2007 y la inauguración se realizó en abril de 2007 (Figura 14).



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Figura 14. Planta Desaladora en uso.

Niveles de control

A continuación, se describen los niveles de supervisión y operación de la desaladora:

- Se implementa en la Sala del Sistema de Monitoreo, Telemetría y Control Central SIMTECC, está en el Edificio Administrativo situado en la nave de ósmosis inversa.
- Un servidor a instalar en rack para alojar el SCADA.
- Una estación de operación para supervisión y operación de toda la planta. Cuenta con su impresora de inyección para informes, y su impresora matricial para alarmas.
- Esta estación de operación funciona además como estación de ingeniería, con lo que se podrán realizar las modificaciones necesarias en los parámetros de control y gestión del proceso.
- Las licencias de usuario y visualización pertinentes.
- Un sistema de presentación tipo video wall.
- Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, para emergencias en caso de caída de la tensión.
- El bus de comunicaciones entre estos puestos es del tipo Ethernet Ofimática.

A continuación, se describen los niveles de proceso de la desaladora:

- Dos controladores lógicos PLC, asociados al Centro de Control de Motores, para gestión de los equipos asociados: PLC- 2 correspondiente al CCM- 2, a los equipos de pre tratamiento y servicios auxiliares, y PLC- 3 correspondiente a los procesos de ósmosis inversa y re mineralización del mismo CCM- 2.
- Cada controlador lógico cuenta además con un modem datalogger GPRS/GSM y GPRS/SMS para poder tele controlar y monitorear el sistema, enviando la información al servidor por TCP/IP vía GPRS y SMS a un operador dotado de terminal.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



- Los controladores lógicos tienen memoria suficiente de reserva para poder ser ampliados en la Fase 2 sin tener que realizar modificación alguna.
- Pantallas táctiles para permitir la operación a nivel local, instaladas junto a cada uno de los PLC proyectados.
- Cada controlador lógico cuenta además con un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, que además de alimentar al propio controlador, lo hará a los paneles de operador, fuentes de alimentación e instrumentación analógica, en caso de emergencia.
- El bus de comunicación entre los procesadores y el nivel de supervisión es de tipo Ethernet Industrial, y se ejecuta en un anillo de fibra óptica.

A continuación, se describen los niveles de campo de la desaladora:

- El controlador lógico tiene asociadas tantas estaciones remotas como sean necesarias.
- Cada estación remota se encarga de la adquisición de las señales de entrada y salida correspondientes.
- El bus de comunicación entre los controladores lógicos y las estaciones remotas es de tipo Profibus, sobre fibra óptica.
- Todas las estaciones remotas tienen espacio suficiente en el armario, y con los bastidores de capacidad suficiente para asimilar tarjetas adicionales

A continuación, se describen los niveles de supervisión y operación del cárcamo:

- Las licencias de usuario y visualización del PLC.
- Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, para emergencias en caso de caída de la tensión.

A continuación, se describen los niveles de proceso del cárcamo:

- Un controlador lógico PLC, asociados al Centro de Control de Motores- 1, para gestión de los equipos asociados.
- El controlador lógico cuenta además con un modem datalogger GPRS/GSM y GPRS/SMS para poder telecontrolar y monitorear el sistema, enviando la información al servidor de la desaladora por TCP/IP vía GPRS y SMS a un operador dotado de terminal.
- Una pantalla táctil para permitir la operación a nivel local, instalada junto al PLC proyectado.
- El controlador lógico cuenta además con un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, que además de alimentar al propio controlador, lo hará a los paneles de operador, fuentes de alimentación e instrumentación analógica, en caso de emergencia.

A continuación, se describen los niveles de campo del cárcamo:

- El controlador lógico tiene asociadas tantas estaciones remotas como sean necesarias.



- Cada estación remota se encarga de la adquisición de las señales de entrada y salida correspondientes.
- El bus de comunicación entre los controladores lógicos y las estaciones remotas es de tipo Profibus, sobre fibra óptica.
- Todas las estaciones remotas tienen espacio suficiente en el armario, y con los bastidores de capacidad suficiente para asimilar las tarjetas a instalar en la ampliación futura.

Software

Todos los elementos de visualización podrán ser publicados mediante un sistema de servidor web propio, y se implementarán todas las alarmas de manera que puedan ser enviadas vía SMS a celulares. Los variadores de frecuencia se conectan al sistema de control distribuido de la planta a través de una red Profibus, de manera que desde el control se puede visualizar, regular y programar todos sus parámetros. Además, disponen de un panel de control en la puerta de su CCM, para su visualización, control y programación. Parte de la instrumentación se conectará también vía Profibus al sistema de control distribuido.

II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.

No existen obras asociadas a este proyecto, los caminos de acceso existentes serán utilizados para acceder al proyecto al igual que la infraestructura que ya se encuentra en la zona.

II.2.7. Etapa de abandono del sitio.

Ya que el proyecto considera una vida útil de la planta desaladora de 50 años y haciendo buen uso de ésta; dando cumplimiento al mantenimiento preventivos y correctivos, se espera tener un funcionamiento indefinido y por lo tanto no existe una etapa de abandono del sitio.

II.2.8. Utilización de explosivos.

No se requieren en ninguna etapa del proyecto el uso de explosivos.

II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Residuos sólidos

De manera habitual, los trabajadores generan residuos sólidos domésticos los cuales podrán ser almacenados en tambos de 200 litros ubicados en sitios estratégicos a lo largo de toda la obra, los cuales serán dispuestos en el lugar y tiempo que indiquen las autoridades municipales.

En la etapa de preparación del terreno, los residuos sólidos que se generarán será la vegetación y los residuos de excavación, los cuales serán recuperados y



reutilizados, el resto de los residuos serán retirados, transportados y dispuestos en el sitio autorizado por el municipio. En la etapa de construcción (pozos playeros o torre de captación, emisor y planta) se generarán residuos de concreto y grava principalmente, los cuales serán dispuestos en el relleno sanitario más cercano por medio de camiones. Para la etapa de operación, los residuos serán por las áreas de mantenimiento y administración, limitándose a materiales como el papel, vidrio y plástico, los cuales serán dispuestos en botes de basura con tapa y finalmente en el relleno sanitario más cercano, los restos de comida (basura orgánica) serán colocados en botes con la leyenda (basura orgánica) y dispuestos conforme las indicaciones de la autoridad municipal o a través del sistema de recolección.

Residuos líquidos

En la etapa de operación se generará salmuera, la cual será disuelta y se dispondrá en el emisario submarino. Durante la etapa de construcción, se generarán residuos sanitarios por los trabajadores, por lo cual se mantendrán baños portátiles, siendo la empresa prestadora del servicio la responsable del mantenimiento y disposición de los residuos. En la etapa de operación se contará con sanitarios para el personal encargado de la operación de la planta.

Emisiones a la atmósfera

En la etapa de operación no se generarán emisiones a la atmósfera. En las etapas de preparación del terreno y construcción se generarán emisiones mínimas por las emisiones propias de la maquinaria, vehículos y equipo de combustión interna.

Emisiones de ruido

En las etapas de preparación del terreno y construcción se generarán emisiones de ruido, éstas serán durante un período de tiempo corto y solamente a ciertas horas del día, dando cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994. En la etapa de operación y mantenimiento, la desaladora presenta emisiones muy bajas, además será colocada dentro de un área con protección para que las emisiones de ruidos no sobrepasen los niveles permitidos, conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994.

II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Residuos no peligrosos

Los residuos sólidos se almacenarán en tambos de 200 litros durante cortos periodos de tiempo, periódicamente serán unificados, transportados y depositados por parte del H. Ayuntamiento de los Cabos en un relleno sanitario al norte de Cabo San Lucas, con capacidad para manejar la demanda actual y futura de desechos sólidos. En este relleno no se cuenta con sistemas de separación de basura y confinamiento de residuos.



Residuos peligrosos

En la etapa de preparación de terreno y construcción no se generarán residuos peligrosos de ningún tipo. La maquinaria pesada y vehículos empleados serán llevados a mantenimiento a talleres especializados de forma regular. En la etapa de operación y mantenimiento se podrían obtener grasas y/o aceites, así como embaces de los mismos, los cuales serán almacenados temporalmente en un almacén que cumpla con las características expuestas en la norma y finalmente serán puestos a disposición de una empresa autorizada por las autoridades ambientales, la cual deberá estar inscrita en el padrón de empresas generadoras de residuos peligrosos, cumpliendo a cabalidad con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO

III.1. INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Con el fin de aminorar el contraste entre las zonas con hoteles de gran lujo, desarrollos urbanos exclusivos y colonias marginadas, el estado inició un Programa de Mejoramiento Urbano y Vivienda, en el cual se realizaran obras de rehabilitación y/o mejoramiento de espacios públicos y se ampliaran, mejoraran o sustituirán viviendas en zonas fronterizas y turísticas como Los Cabos. Por lo que el presente proyecto solventara parte de la actual demanda de agua en el municipio de Cabo San Lucas, mejorando la calidad de vida de dichas comunidades.

III.1.2. Plan Estatal de desarrollo 2015-2021.

El estado de Baja California Sur es consciente de la escasez de agua, por lo cual hace un llamado al buen uso del recurso. En el estado existen 39 acuíferos de los cuales la mayoría se encuentran en desequilibrio, el agua es usada en un 80% por el Sector Agrícola, 12% para el abastecimiento público urbano y doméstico, 2% por el Sector Industrial y 1% por otros. Como medida para revertir la sobreexplotación y favorecer la recuperación de los acuíferos se han estado instalando plantas desaladoras.

El Plan Estatal de Desarrollo plantea una serie de Ejes, líneas de acción y metas para dar buen uso al recurso.

Eje I. Infraestructura de calidad

Componente: Agropecuario, Pesquero y Acuícola.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Línea de acción: Generar infraestructura estratégica, para el uso eficiente del agua, la energía eléctrica y/o renovable y la conservación del suelo y agua.

Metas: Tecnificar con sistemas de riego presurizados la totalidad de la superficie bajo riego por gravedad y mejorar en gran parte los pozos agrícolas electrificados y prever la Conservación del Suelo y Agua.

Eje IV. Calidad de Vida

Componente: Servicios básicos.

Línea de acción: Desarrollar la infraestructura necesaria para garantizar a la población el acceso a los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable y drenaje.

Metas: Ampliar la cobertura de las redes de agua potable y drenaje y tratamiento de aguas negras.

Ampliar la cobertura de los servicios básicos para la vivienda.

Componente: Cuidado y acceso al agua.

Línea de acción: Ampliar la cobertura del servicio de agua potable y saneamiento en comunidades urbanas y rurales.

Metas: Ampliar la cobertura de agua potable y el tratamiento y disposición de las aguas residuales.

III.1.3. Plan de Desarrollo Municipal Los Cabos 2015-2018.

El municipio de Los Cabos presenta alta demanda de agua potable por lo cual se cataloga en estado crítico. La falta del recurso genera en algunas colonias el racionamiento durante varios días de la semana mientras que en otras no se presenta el servicio.

En los últimos 10 años el crecimiento poblacional se estima alrededor del 126% mientras que la producción del agua aumentó un 87%, en consecuencia, actualmente el municipio de Los Cabos tiene un déficit de 300 litros por segundo. Para el caso de Cabo San Lucas el acuífero se encuentra sobreexplotado, generando una deuda de 3'871,599 m³ anuales, lo cual genera un déficit de 26.6% en el suministro del servicio de acuerdo al organismo operador en 2015.

Una de las seis prioridades del gobierno es (6.3) Un gobierno con calidad en el servicio: Especialmente importante es el cumplimiento de las obligaciones fundamentales de un Gobierno Municipal en materia de provisión de servicios públicos, destacando como tema esencial el abasto de agua potable para una población creciente que ya sufre severas carencias en el acceso a este derecho humano.

El municipio se plantea como objetivo para solventar la carencia del recurso (7.3.1.) Aumentar las capacidades de desalinización de agua, planteando como



estrategia el incrementar las capacidades del organismo operador de agua, para abastecer de agua potable a la población mediante la construcción de una nueva planta desalinizadora, colocando como actividades y metas: 7.3.1.1. Construir una nueva planta desalinizadora que amplíe las capacidades actuales de suministro de agua potable y 7.3.1.2. Asegurar el cumplimiento de las normas más estrictas en materia de impacto ambiental.

III.1.4. Segunda Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo y Cabo San Lucas, B.C.S. 2040 (PDU SJC-CSL 2040).

Con el fin de abastecer de agua potable a las localidades de Cabo San Lucas y San José del Cabo, así como, disminuir la explotación del recurso en el acuífero San José, se plantean las siguientes estrategias con respecto al mejoramiento de infraestructura:

e) alcanzar cobertura total del servicio continuo de agua potable: alcanzar una cobertura del 100% del suministro de agua potable mediante estrategias paralelas, por una parte, a través de la construcción de nuevas fuentes de abastecimiento, y por otra, por la reducción de fugas en la red, la utilización solamente de agua tratada para riego, la implementación de dispositivos de alta eficiencia en el consumo y rehusó del agua en la edificación.

Líneas de acción:

1. Ampliar la planta desaladora en Cabo San Lucas.

17. Creación de un fideicomiso en donde se reciban las cuotas de los desarrolladores por los requerimientos de agua de la población. Este fondo servirá para realizar los estudios, proyectos e infraestructura de abastecimiento de agua a la población, tales como la explotación de nuevas cuencas de abastecimiento o la construcción de plantas desalinizadoras públicas.

18. Los proyectos o desarrollos que contengan una planta desalinizadora deberán respetar los lineamientos del organismo operador y coordinarse para establecer un fideicomiso de servicio para su operación.

Dentro del área del proyecto se encuentra una zona con dunas, las cuales se establecen en éste plan como áreas de conservación. Sin embargo, dicha área se encuentra dentro del polígono del proyecto “Desarrollo Inmobiliario y Campo de Golf: Polígono 2, Predio El Cardonal, Cabo San Lucas, Baja California Sur” el cual cuenta con la autorización del uso total del suelo mediante el oficio NÚM. SEMARNAT-BCS.02.01.IA.748/12 de fecha 08 de agosto de 2012, después de haber hecho el estudio de impacto ambiental correspondiente.

III.1.5. Programa Nacional Hídrico 2013-2018.

El agua es uno de los recursos más importantes para el desarrollo social y económico de la nación, desde el siglo XX la Política Hídrica Nacional se ha



enfocado en la construcción de infraestructuras como presas, acueductos, pozos y sistemas de suministro de agua potable y riego agrícola, entre otras. Sin embargo, La disponibilidad de agua per cápita ha disminuido de 18.035 m³/hab/año en 1.950 a 3.982 m³/hab/año en 2013, por lo cual 35 millones de mexicanos se encuentran en situación de poca disponibilidad de agua en términos de cantidad y calidad.

La precipitación pluvial es escasa en el norte, noroeste del país y la península de Baja California, ocurriendo principalmente en invierno para esta última, mientras que es abundante en el sureste y en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico, al sur del Trópico de Cáncer.

El Programa Nacional Hídrico plantea los siguientes objetivos y estrategias:

Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.

Estrategia 1.1. Ordenar y regular los usos de agua en cuencas y acuíferos.

Línea de acción 1.1.3 Ajustar las concesiones y asignaciones a la oferta y disponibilidad real de agua y a las prioridades nacionales.

Estrategia 1.2 Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos.

Línea de acción 1.2.3 Establecer reservas de aguas nacionales superficiales para la protección ecológica.

Línea de acción 1.2.5 Establecer un sistema de gestión de proyectos del sector hídrico con visión de corto, mediano y largo plazo.

Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Estrategia 3.1 Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Línea de acción 3.1.4 Crear infraestructura para aprovechamiento de nuevas fuentes de abastecimiento.

Línea de acción 3.1.5 Ampliar y mejorar el uso de fuentes de agua, alternativas como la desalinización y cosecha de lluvia.

III.1.6. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Los Cabos se localizan en la región Ecológica 4.32 (Figura 15), la cual contiene dos Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 5. Sierras y Piedemontes El Cabo y 24. Serranía del Burro (al norte de Coahuila). Las Sierras y Piedemonte El Cabo cuenta con 7,428.10 m², sin presencia de población indígena. En el 2008 se diagnosticó con disponibilidad de agua superficial y déficit de agua subterránea, el escenario pronosticado para el año 2033 fue de inestable, siendo asignada una política ambiental de preservación y aprovechamiento sustentable con una



prioridad de atención baja. Se establece como estrategia el incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.

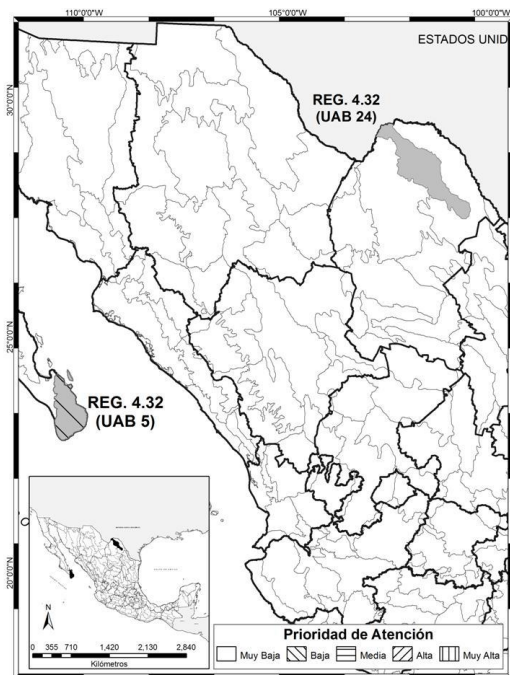


Figura 15. Unidades Ambientales Biofísicas 4.32. Fuente: POEGT, 2012.

III.1.7. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).

El emisor submarino se ubicará en la Unidad de Gestión Ambiental costera 1 (UGC1) Los Cabos – La Paz (Figura 16). Limita con el litoral del estado de Baja California Sur que va de Los Cabos al norte de la Bahía de La Paz, con 9,851 km² de superficie total. Se encuentra en un nivel medio de presión terrestre y vulnerabilidad, resaltándose que se deberá mantener los mismos niveles de presión terrestre (medio) y marina (medio).

La unidad ambiental particular del proyecto es 2.2.2.7.1.6a, presentando nivel alto de turismo, medio en conservación y pesca ribereña y bajo en pesca industrial, con un nivel medio de presión, fragilidad y vulnerabilidad.



Figura 16. Unidad de Gestión Ambiental Costera 1. Fuente: POEMGC, 2006.

III.1.8. Plan de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico del Municipio de Los Cabos, B.C.S., 1995.

El Plan de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Los Cabos (POEM-LC) instauro los parámetros para lograr el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y la preservación de la naturaleza, para lo cual estableció el mapa de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico de Los Cabos B.C.S. El proyecto se ubica en Unidad de Gestión Ambiental (UGA) T-18, que tiene una política ambiental de conservación, con una disposición de uso de suelo apta para el turismo de densidad baja bruta de hasta 10 cuartos/Ha. y usos conservacionistas de baja densidad y poca demanda al ambiente. A continuación, se enlistan los criterios y su vinculación con el proyecto:

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
ABASTO DE AGUA		
A1	Los desarrollos turísticos proyectados que contemplan la UGA T-1 a T-18, deberán asegurar su propio abasto de agua y el de los núcleos de población que generen, sin menoscabo del recurso para las localidades aledañas, preferentemente para ello el establecimiento de plantas desalinizadoras u otras tecnologías de aprovechamiento de agua.	El presente proyecto se establece para abastecer de agua a la localidad de Cabo San Lucas.
CONSUMO DE AGUA		



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
B1	Incluir dentro de las normas para los permisos de construcción del municipio, el requisito de utilizar técnicas de generación y ahorro de agua potable.	Criterio establecido para las autoridades municipales.
B2	Aplicar un sistema tarifario preferencial por categoría de usuario y volumen de consumo, que fomente el ahorro y el uso eficiente del recurso con base en la normatividad municipal.	Criterio establecido para las autoridades municipales.
B3	Arroyos, oasis y manantiales: Se deberá: a) Justificar la construcción de repesos en arroyos. b) Conservar los cauces de los arroyos sin asentamientos humanos, que puedan representar una amenaza de contaminación para los mantos de agua subterráneas. c) La explotación de los recursos hídricos superficiales deberá ser controlada en base a estudios que evalúen la extracción, bombeo o encauzamiento del flujo natural de manantiales u ojos de agua.	El proyecto no se encuentra cerca ni pretenden afectar arroyos, oasis ni manantiales.
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA		
C4	Se procurará la permanencia de las zonas de producción agrícola y su aprovechamiento agroindustrial, desalentando el cambio de uso del suelo y procurando el abasto de agua.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
C5	Se deberá evitar la conducción de agua de las zonas de producción agrícola de alto rendimiento para destinarlos a otros aprovechamientos, entre ellos a los asentamientos humanos y desarrollos turísticos.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
C6	En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso agrícola.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
C10	Se deberá fomentar entre los sectores turístico, agrícola, pecuario y forestal, el establecimiento de convenios para estimular la producción y el consumo local de productos del campo.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
C11	Se deberán implementar actividades y prácticas que protejan y mantengan la cubierta vegetal original, en beneficio de la recarga de acuíferos.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
C12	Los paisajes aptos para la actividad agrícola y áreas ya establecidas de este aprovechamiento, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
PRODUCCIÓN GANADERA		



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
D1	En zonas de desarrollo turístico y urbano, los predios ganaderos deberán estar cercados y los accesos deberán contar con “guardaganados”.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
D4	En todos los paisajes terrestres se deberán considerar las áreas actuales de uso pecuario.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
D8	Se fomentará el establecimiento de convenios entre el sector pecuario y los sectores agrícola y turístico, para estimular la producción y el consumo local de los productos del campo.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
D9	En los paisajes aptos para la actividad pecuaria y en las áreas ya establecidas de este aprovechamiento, deberán fomentar el uso de infraestructura que haga eficiente el uso del agua.	El proyecto no se ubica en una zona de producción agrícola.
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
F1	Las construcciones y obras de urbanización, deberán respetar los cauces de los arroyos y escurrimientos.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
F2	La vegetación nativa deberá conservarse selectivamente y usarse preferentemente en las áreas verdes de las construcciones.	Se realizará un programa de rescate de flora.
	Se deberá complementar la regularización de uso de la Zona Federal (principalmente en zonas de playa). Esta regularización deberá especificar tipo y ubicación de accesos bajo los siguientes criterios:	
	a) Se deberán prohibir las construcciones y divisiones físicas en los arroyos que se desemboquen al mar.	
F3	b) Se deberá respetar el derecho de vía de los caminos actuales hacia la Zona Federal de playa bajo la normatividad vigente.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
	c) Salvo justificación contraria, el ancho de vía de los accesos a la playa será de 7.0 m. mínimo.	
	d) Se deberán establecer áreas de estacionamiento adyacentes al derecho de vía y cercanas al acceso peatonal a la Zona Federal marítimo-terrestre y terrenos ganados al mar.	
	e) Se prohibirá todo tránsito vehicular.	
F5	El establecimiento de nuevos centros de población en la zona costera, quedará supeditado a que las zonas urbanas actuales, así como las reservas para su crecimiento alcancen su nivel de saturación.	El proyecto no considera la construcción de centros poblados.
F6	Se deberá regular y controlar la ubicación y calidad de los campamentos de los trabajadores de la construcción bajo los siguientes criterios: A) Se deberá consignar ante las autoridades municipales la siguiente información:	Dada la cercanía con la población de Cabo San Lucas, el personal



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>I) Responsable de la inversión y del proyecto</p> <p>II) Declaración de la localización del campamento</p> <p>III) Condiciones de habitabilidad</p> <p>IV) Número de trabajadores</p> <p>V) Tiempo de uso de las instalaciones</p> <p>VI) Programa de desmantelamiento del campamento</p> <p>B) Para la instalación de los campamentos se deberá observar el siguiente criterio de ubicación:</p> <p>I) No podrán establecerse en zonas cercanas a cañadas, rinconadas o similares.</p> <p>C) Las instalaciones deberán incorporar la siguiente infraestructura y servicios:</p> <p>I) Energía eléctrica</p> <p>II) Agua potable</p> <p>III) Sistema de tratamiento de aguas residuales de no existir una red cercana para su conexión</p> <p>IV) Disposición diaria de desechos sólidos en las instalaciones municipales autorizadas</p> <p>V) Sistema de seguridad contra incendios y aquellos que señalen los reglamentos respectivos.</p> <p>VI) Sistema de vigilancia</p> <p>VII) Sistema de señalización de usos y restricciones</p> <p>VIII) Vialidad</p> <p>XI) Transporte</p> <p>D) Características de los dormitorios</p> <p>I) La densidad de camas por cuarto será máxima de siete</p> <p>II) Las dimensiones de los cuartos deberán ser de acuerdo a la normatividad respectiva e incluir zona de guardado</p> <p>III) Se deberá contar con áreas ventiladas e higiénicas, así como iluminación en cuartos, pasillos y andadores.</p> <p>E) Servicios generales</p> <p>I) Se deberá contar con áreas para el lavado de ropa</p> <p>II) Se deberá contar con servicios sanitarios en el número y calidad requeridos por las legislaciones correspondientes</p> <p>III) Los servicios de comedor y cocina deberán respetar las condiciones de seguridad e higiene de las legislaciones correspondientes.</p> <p>IV) Se deberá dotar de un espacio para actividades recreativas.</p>	encargado del desarrollo de la obra será local.
CONURBACIÓN		
G1	Los criterios a aplicar en la zona del corredor Los Cabos, se definen en el Plan de Desarrollo Urbano de San José del Cabo-Cabo San Lucas.	El proyecto está elaborado considerando el Plan de Desarrollo de Los Cabos.
CONSERVACIÓN		
H1	Se deberá mantener el valor recreativo, cultural y biológico de las zonas de conservación y preservación, limitando los usos extractivos y de transformación como los forestales y mineros.	El proyecto no se ubica en una zona de conservación y preservación.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
H2	En las zonas de conservación y preservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan la captación del agua.	El proyecto no se ubica en una zona de conservación y preservación.
H3	En las zonas de preservación y conservación se deberá mantener o mejorar el funcionamiento de los procesos naturales que permitan mantener la calidad del agua marina.	El proyecto no se ubica en una zona de conservación y preservación.
H4	Se deberán tomar las medidas pertinentes para preservar la biodiversidad de las zonas de conservación y preservación.	El proyecto no se ubica en una zona de conservación y preservación.
H5	En las zonas de conservación y preservación se deberán realizar evaluaciones de impacto ambiental y evaluaciones de riesgo en las modalidades que establezcan las autoridades competentes y a las recomendaciones que establece este documento.	El proyecto no se ubica en una zona de conservación y preservación.
H6	Se deberá restringir nuevos aprovechamientos de agua subterránea en áreas de recarga.	El proyecto no realizara tomas de agua subterráneas en áreas de recarga
H7	No deberán permitirse actividades en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El proyecto no se encuentra en un corredor biológico.

DESARROLLO TURÍSTICO

I1	En el desarrollo de los proyectos turísticos se deberán mantener los ecosistemas excepcionales; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de los proyectos turísticos.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I2	En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con las áreas naturales protegidas, deberán establecerse gradientes de desarrollo entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I3	Todo tipo de desechos en desarrollos turísticos se deberán disponer en los sitios autorizados por el H. Ayuntamiento.	Se recolectaran y dispondrán los desechos en los sitios autorizados durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.
I4	En las áreas no construidas se deberá mantener la cubierta vegetal original y en los espacios abiertos construidos, la correspondiente a los estratos arbóreo y arbustivo.	Se mantendrán la cobertura vegetal nativa en las áreas no construidas y se hará reforestación con las plantas rescatadas.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
I5	Deberán evitarse construcciones que pongan en peligro el equilibrio ecológico de pantanos y esteros. Los cuerpos de agua no deberán ser desecados, debiéndose integrar al paisaje del área.	En el área del proyecto no se encuentran pantanos ni esteros.
I6	No deberá permitirse el desarrollo de áreas inundables o parcialmente inundables si causan un impacto negativo y si no cuentan con las obras de protección necesarias	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I8	Deberán mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I9	Se procurará que en el diseño de la pavimentación se permita la filtración del agua al subsuelo.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I10	No deberá permitirse ningún tipo de construcción en la zona de dunas costeras a lo largo del litoral.	El proyecto presenta una zona muy impactada por las construcciones aledañas.
I11	Todos los proyectos de desarrollo localizados en la zona costera deberán incluir accesos públicos a la zona federal marítimo-terrestre.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I12	Sólo podrán desmontarse las áreas necesarias para las construcciones y caminos de acceso, de conformidad al avance del proyecto.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I13	No se permitirá la desecación de cuerpos de agua	No se encuentran cuerpos de agua en el área del proyecto.
I14	No se permitirá sin justificación técnica la obstrucción de escurrimientos pluviales, para la construcción de puentes, bordos, carreteras, tercerías, veredas, puertos, muelles, canales y obras que puedan interrumpir el flujo de agua, deberán diseñarse alcantarillas (pasos de agua)	No se construirán puentes, bordos, carreteras, tercerías, veredas, puertos, muelles, canales ni obras que puedan interrumpir el flujo de agua
I16	Deberá procurarse que el drenaje pluvial y sanitario sea separado.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
I18	No se permitirá la instalación de infraestructura de comunicaciones (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico que estén incluidos en las unidades de desarrollo turístico.	El proyecto no contraviene el citado criterio.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
I19	En las actividades de desmonte no deberá hacerse uso del fuego	No se usará fuego para el desmonte
I20	Deberá prohibirse el uso de explosivos en zonas de anidación, refugio y reproducción de fauna silvestre.	No se usarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.

CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECIFICOS

K11	La franja costera se considera adecuada para aprovechamientos turísticos de baja densidad (10 a 15 cuartos/Ha).	El área del proyecto se encuentra fuera de la franja costera.
K17	No podrá realizarse ningún tipo de desarrollo en las zonas de desove de tortugas marinas y seguirán los lineamientos de la normatividad respectiva.	El proyecto no contraviene el citado criterio.
K18	Se deberá contemplar al Cerro del Vigía como zona de protección ecológica, bajo la modalidad de monumento natural.	El cerro del vigía se encuentra fuera del área de influencia del proyecto.
K19	La zona de la franja costera en las que haya desove de tortuga, la actividad turística se restringirá durante los meses comprendidos dentro de la época de desove. Para esta época, los propietarios de estos predios deberán establecerse programas de protección de la tortuga en coordinación con la autoridad competente.	El área del proyecto se encuentra fuera de la franja costera.

III.2. INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La LGEEPA publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 con última **reforma publicada en el D.O.F. 24-01-2017**, establece los siguientes lineamientos para el desarrollo de este tipo de proyectos:

Titulo primero: Disposición general.

Capítulo 1: Normas preliminares.

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entiende por:



Fracción XX: Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Fracción XXI: Manifestación del Impacto Ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Por lo anterior, éste manifiesto se elabora para dar cumplimiento los artículos 3 y 30, aclarando los posibles impactos y estrategias que se llevaran a cabo para su mitigación.

Capítulo 4: Instrumento de la Política Ambiental.

Sección V: Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Fracción I: Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

Dado que la instalación, operación y descarga de una desalinizadora está considerada como una obra hidráulica, se debe tener en cuenta la fracción I del artículo 28.

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

III.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El presente estudio se realiza para dar cumplimiento a la fracción XII, del inciso A, artículo 5, capítulo II divulgado en el Nuevo Reglamento publicado en el



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, con última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Capítulo II: De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de Impacto Ambiental:

A) Hidráulicas:

Fracción XII. Plantas desaladoras.

III.2.3. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM).

Teniendo en cuenta que el concentrado o salmuera será regresado a mar abierto por medio de un emisario submarino, la LVZMM establece en la Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de enero de 2014, los siguientes artículos y fracciones que la regulan:

Artículo 3. Es vertimiento en las Zonas Marinas Mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:

Fracción VI: La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura.

Fracción VII: La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación.

El artículo 5 establece que la Secretaría de Marina es la encargada de otorgar o cancelar los permisos de vertimiento, al igual que realizar inspección y vigilancia a los vertimientos otorgados e investigación y seguimiento en los casos que se requiera. El artículo 8 “La Secretaría evaluará el origen, las circunstancias y efectos del vertimiento considerando la justificación que para tal efecto presente el interesado”.

III.2.4. Ley de Aguas Nacionales (LAN)

La LAN ordena el uso o aprovechamiento del agua en la Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992, con última reforma publicada DOF 24-03-2016. A continuación, se enlistan los artículos y fracciones que regulan este proyecto:

Titulo primero: Disposiciones Preliminares

Capitulo único



Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Artículo 2. Las disposiciones de esta Ley son aplicables a todas las Aguas Nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente Ley señala.

Titulo cuarto: Derechos de Explotación, Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales

Capítulo I: Aguas Nacionales.

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las Aguas Nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Son Aguas Nacionales las que se enuncian en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El régimen de propiedad nacional de las Aguas subsistirá aun cuando las aguas, mediante la construcción de obras, sean desviadas del cauce o vaso originales, se impida su afluencia a ellos o sean objeto de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes del uso de las Aguas Nacionales, también tendrán el mismo carácter, cuando se descarguen en cuerpos receptores de propiedad nacional, aun cuando sean objeto de tratamiento.

Artículo 17. Es libre la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales superficiales por medios manuales para uso doméstico conforme a la fracción LVI del Artículo 3 de esta Ley, siempre que no se desvíen de su cauce ni se produzca una alteración en su calidad o una disminución significativa en su caudal, en los términos de la reglamentación aplicable.

No se requerirá concesión para la extracción de aguas marinas interiores y del mar territorial, para su explotación, uso o aprovechamiento, salvo aquellas que tengan como fin la desalinización, las cuales serán objeto de concesión.

Capítulo 2. Concesiones y asignaciones.

Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las Aguas Nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 21. La solicitud de concesión o asignación deberá contener al menos:

Fracción I. Nombre y domicilio del solicitante.

Fracción II. La cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere la solicitud.

Fracción III. El punto de extracción de las aguas nacionales que se soliciten.

Fracción IV. El volumen de extracción y consumo requeridos.

Fracción V. El uso inicial que se le dará al agua, sin perjuicio de lo dispuesto en el Párrafo Quinto del Artículo 25 de la presente Ley; cuando dicho volumen se pretenda destinar a diferentes usos, se efectuará el desglose correspondiente para cada uno de ellos.

Fracción VI. El punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad.

Fracción VII. El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para su extracción y aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración del recurso hídrico; en adición deberá presentarse el costo económico y ambiental de las obras proyectadas, esto último conforme a lo dispuesto en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Fracción VIII. La duración de la concesión o asignación que se solicita.

Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará el permiso de descarga de aguas residuales y el permiso para la realización de las obras que se requieran para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas y el tratamiento y descarga de las aguas residuales respectivas. La solicitud especificará la aceptación plena del beneficiario sobre su obligación de pagar regularmente y en su totalidad las contribuciones fiscales que se deriven de la expedición del título respectivo y que pudieren derivarse de la extracción, consumo y descarga de las aguas concesionadas o asignadas, así como los servicios ambientales que correspondan. El beneficiario conocerá y deberá aceptar en forma expresa las consecuencias fiscales y de vigencia del título respectivo que se expida en su caso, derivadas del incumplimiento de las obligaciones de pago referidas.

Artículo 21 BIS. El promovente deberá adjuntar a la solicitud a que se refiere el Artículo anterior, al menos los documentos siguientes:



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Fracción I. Los que acrediten la propiedad o posesión del inmueble en el que se localizará la extracción de aguas, así como los relativos a la propiedad o posesión de las superficies a beneficiar.

Fracción II. El documento que acredite la constitución de las servidumbres que se requieran.

Fracción III. La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Fracción IV. El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción, aprovechamiento y descarga de las aguas motivo de la solicitud.

Fracción V. La memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar, para efectuar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas a las cuales se refiere la solicitud, así como la disposición y tratamiento de las aguas residuales resultantes y las demás medidas para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores, a efecto de cumplir con lo dispuesto en la Ley.

Fracción VI. La documentación técnica que soporte la solicitud en términos del volumen de consumo requerido, el uso inicial que se le dará al agua y las condiciones de cantidad y calidad de la descarga de aguas residuales respectivas.

Fracción VII. Un croquis que indique la ubicación del predio, con los puntos de referencia que permitan su localización y la del sitio donde se realizará la extracción de las aguas nacionales; así como los puntos donde efectuará la descarga.

Los estudios y proyectos a que se refiere este Artículo, se sujetarán a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".

Artículo 23: El título de concesión o asignación que otorgue "la Autoridad del Agua" deberá expresar por lo menos: Nombre y domicilio del titular; la cuenca hidrológica, acuífero en su caso, región hidrológica, municipio y localidad a que se refiere; el punto de extracción de las aguas nacionales; el volumen de extracción y consumo autorizados; se referirán explícitamente el uso o usos, caudales y volúmenes correspondientes; el punto de descarga de las aguas residuales con las condiciones de cantidad y calidad; la duración de la concesión o asignación, y como anexo el proyecto aprobado de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción de las aguas y para su explotación, uso o aprovechamiento, así como las respectivas para su descarga, incluyendo tratamiento de las aguas residuales y los procesos y medidas para el reúso del agua, en su caso, y restauración del recurso hídrico.

Artículo 25: Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas



nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

Capítulo III: Derechos y Obligaciones de Concesionarios o Asignatarios

Artículo 28. Los concesionarios tendrán los siguientes derechos:

Fracción I: Explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales y los bienes a que se refiere el Artículo 113 de la presente Ley, en los términos de la presente Ley y del título respectivo.

Fracción II: Realizar a su costa las obras o trabajos para ejercitar el derecho de explotación, uso o aprovechamiento del agua, en los términos de la presente Ley y demás disposiciones reglamentarias aplicables.

Fracción III: Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como la de desagüe, de acueducto y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan.

Fracción IV: Cuando proceda en función de la reglamentación vigente, transmitir los derechos de los títulos que tengan, ajustándose a lo dispuesto por esta Ley.

Fracción V: Renunciar a las concesiones o asignaciones y a los derechos que de ellas se deriven.

Fracción VI: Solicitar correcciones administrativas o duplicados de sus títulos.

Fracción VII: Solicitar, y en su caso, obtener prórroga de los títulos que les hubiesen sido expedidos, hasta por igual término de vigencia por el que se hubieran emitido y bajo las condiciones del título vigente, de acuerdo con lo previsto en el Artículo 24 de la presente Ley.

Fracción VIII: Las demás que le otorguen esta Ley y el reglamento regional respectivo derivado de dicha Ley.

Artículo 29: Los concesionarios tendrán las siguientes obligaciones, en adición a las demás asentadas en el presente Título:

Fracción I: Ejecutar las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece esta Ley y sus reglamentos, y comprobar su ejecución para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hídrico de las fuentes de abastecimiento o de la cuenca hidrológica; así como comprobar su ejecución dentro de los treinta días siguientes a la fecha de la conclusión del plazo otorgado para su realización a través de la presentación del aviso correspondiente.

Fracción II: Instalar dentro de los cuarenta y cinco días siguientes a la recepción del título respectivo por parte del interesado, los medidores de agua respectivos o los demás dispositivos o procedimientos de medición directa o indirecta que



señalen las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, así como las Normas Oficiales Mexicanas.

Fracción III: Conservar y mantener en buen estado de operación los medidores u otros dispositivos de medición del volumen de agua explotada, usada o aprovechada.

Fracción IV: Pagar puntualmente conforme a los regímenes que al efecto establezca la Ley correspondiente, los derechos fiscales que se deriven de las extracciones, consumo y descargas volumétricas que realice en relación con la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que le hayan sido concesionadas o asignadas; los concesionarios quedarán en conocimiento que el incumplimiento de esta fracción por más de un ejercicio fiscal será motivo suficiente para la suspensión y, en caso de reincidencia, la revocación de la concesión o asignación correspondiente.

Fracción V: Cubrir los pagos que les correspondan de acuerdo con lo establecido en la Ley Fiscal vigente y en las demás disposiciones aplicables.

Artículo 29 BIS 1: Los asignatarios tendrán los siguientes derechos:

Fracción I: Explotar, usar, reusar o aprovechar las aguas nacionales, en los términos de la presente Ley y del título respectivo.

Fracción II: Obtener la constitución de las servidumbres legales en los terrenos indispensables para llevar a cabo el aprovechamiento de agua o su desalojo, tales como las de desagüe, acueductos y las demás establecidas en la legislación respectiva o que se convengan.

Fracción III: Solicitar correcciones administrativas o duplicados de sus títulos.

Fracción IV: Obtener prórroga de los títulos por igual término y condiciones, acorde con lo previsto en el Artículo 24 de esta Ley.

Fracción V: Las demás que le otorguen esta Ley y disposiciones reglamentarias aplicables.

Titulo quinto: Zonas reglamentadas, de Veda o de Reserva.

Capítulo único

Titulo sexto: Usos del agua.

Capítulo IV: Uso en otras actividades productivas.

Artículo 82. La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuicultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.



III.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.3.1. Modificación a la Norma Oficial Mexicana 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.

Con el objetivo de proveer agua potable a la localidad de cabo San Lucas en el municipio de Los Cabos, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros establecidos por la Secretaria de Salud (SSA):

4. Límites permisibles de calidad del agua

4.1. Límites permisibles de características microbiológicas.

4.1.1 El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 7.

Tabla 7. Límites permisibles de características microbiológicas.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

Fuente: NOM-127-SSA1-1994.

4.1.4 El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50,000 habitantes; estos organismos deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año.

4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

4.2.1 Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 8.

Tabla 8. Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométrica (UNT) o su equivalente en otro método.

Fuente: NOM-127-SSA1-1994.



4.3 Límites permisibles de características químicas.

4.3.1 El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 9. Los Límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

Tabla 9. Límites permisibles de características químicas.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico (Nota 2)	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuro (como CN ⁻)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl ⁻)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.3
Fierro	0.30
Fluoruros (como F ⁻)	1.50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10.00
Etilbenceno	300.00
Tolueno	700.00
Xileno (tres isómeros)	500.00
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l	
Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.2
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma_HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4-D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Sulfatos (como SO ₄ ⁻)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Yodo residual libre	0.2-0.5
Zinc	5.00

Fuente: NOM-127-SSA1-1994.

III.3.2. NOM-080-SEMARNAT-1994.

La norma establecida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

En las etapas de preparación, construcción y operación, los vehículos usados no sobrepasarán los niveles de dB (A) establecidos en la Tabla 10, siendo obligación del proveedor del servicio o el promovente (en caso de ser el propietario) realizar las verificaciones correspondientes que marque el Gobierno del Estado o la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Tabla 10. Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores.

PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Fuente: NOM-080-SEMARNAT-1994.

III.3.3. NOM-081-SEMARNAT-1994.

Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Esta norma oficial mexicana se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera, esto con el fin de evitar alterar el bienestar el ser humano o causarle algún daño.

En la Tabla 11 se establecen los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación dB (A) emitidos por fuentes fijas. Para minimizar la emisión de ruido al ambiente, la planta se instalará en un recinto cerrado. Igualmente, se realizarán las verificaciones para dar cumplimiento a la norma.

Tabla 11. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas.

HORARIO	LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES dB(A)
de 6:00 a 22:00	68
de 22:00 a 6:00	65

Fuente: NOM-081-SEMARNAT-1994.



III.3.4. NOM-001-SEMARNAT-1996.

Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Con el objetivo de establecer los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.

La Comisión Nacional del Agua es la encargada de realizar los análisis de las descargas de manera periódica o aleatoria, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Tabla 12 y Tabla 13. Por esta razón, el promovente deberá dar cumplimiento a esta NOM en todo momento, realizando los monitoreos correspondientes.

Tabla 12. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos.

Table with 20 columns: PARAMETROS, RIOS (Uso en riego agrícola, Uso público urbano, Protección de vida acuática), EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES (Uso en riego agrícola, Uso público urbano), AGUAS COSTERAS (Explotación pesquera, Recreación, Estuarios), and SUELO (Uso en riego agrícola, Humedales naturales). Rows include Temperature, Oils, Suspended Solids, etc.

Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996.

Tabla 13. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros.

Table with 20 columns: PARAMETROS, RIOS (Uso en riego agrícola, Uso público urbano, Protección de vida acuática), EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES (Uso en riego agrícola, Uso público urbano), AGUAS COSTERAS (Explotación pesquera, Recreación, Estuarios), and SUELO (Uso en riego agrícola, Humedales naturales). Rows include Arsenic, Cadmium, Cyanide, Copper, Chromium, Mercury, Nickel, Lead, Zinc.

P.D.= Promedio Diario; P.M.= Promedio Mensual; N.A.= No es aplicable (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996.

El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades. La contaminación por patógenos (Coliformes fecales) tiene un límite máximo



permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente. La demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales no deben ser mayores a 1.2 t/d (toneladas/día).

III.3.5. PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015.

Establece especificaciones y requisitos para las obras de toma y descarga que se deben cumplir en las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas. Las especificaciones y requisitos de ésta norma serán los ejes principales para el desarrollo del proyecto y de esta forma se encuentre dentro de los parámetros establecidos una vez que dicha norma entre en vigor como Norma Oficial Mexicana.

Especificaciones y requisitos generales

Selección del sitio

Se deben de elaborar los estudios específicos que se describen a continuación:

- Se deberá considerar las características de los ecosistemas en los cuales se hará la toma de agua y la descarga del agua de rechazo y anexar la siguiente información estableciendo las diferencias en las condiciones estacionales a lo largo del año (investigación documental o de campo):
- La caracterización fisicoquímica del agua del efluente, tomando en consideración los parámetros indicados en la Tabla 14, con base en el estudio hidrogeológico.
- Dependiendo del proceso a emplear, describir los productos que potencialmente pueden utilizarse.
- Caracterización de la columna de agua y sedimentos, considerando la productividad primaria y la materia orgánica.
- Caracterización de la flora y fauna bentónica, incluyendo su distribución geográfica y su resistencia a cambios de salinidad:
- Identificación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas y sensibles a cambios de salinidad y de temperatura.
- Identificación de ecosistemas únicos y de importancia prioritaria para la conservación por su productividad o biodiversidad o por ser áreas de alimentación o crianza con base en la clasificación de la CONABIO.
- En caso de descargas de aguas de rechazo, desarrollar un modelo de simulación dinámica de dispersión y mezcla de las descargas, bajo las diversas condiciones hidrodinámicas (espaciales y temporales). El modelo que se utilice deberá contemplar al menos los siguientes parámetros: a) variación de la temperatura y b) gradiente de salinidad.



Programa de Vigilancia Ambiental

Se debe diseñar e implementar un Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de evaluar la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y de las condicionantes establecidas en la Autorización en materia de Impacto Ambiental para, en su caso, tomar las medidas correctivas que permitan disminuir o evitar los daños en el ecosistema. Es importante señalar que dicho programa deberá integrarse a la Manifestación de Impacto Ambiental.

Obra de toma de agua

Si se realiza toma de agua directa del mar:

- En el diseño del cabezal de la toma se debe considerar un área transversal suficiente y una combinación de mecanismos que minimicen la entrada y/o permitan el escape de la fauna marina, de tal manera que se asegure que la velocidad de la succión en el punto de entrada sea menor a 0.15 m/s.

Si se realiza toma de agua a través de pozos en tierra

- Sólo se debe de contar con la concesión y permiso de CONAGUA.

Obra de descarga de aguas de rechazo

Descarga de agua de rechazo en el mar:

- Para definir el área de descarga se deben considerar los resultados de un modelo de simulación dinámica de dispersión y mezcla de las descargas bajo las diversas condiciones hidrodinámicas (espaciales y temporales). El modelo que se utilice deberá contemplar al menos los siguientes parámetros: a) La variación de la temperatura y b) Gradiente de salinidad.
- Las descargas en el mar deben realizarse a través de mecanismos o dispositivos que aseguren que los sólidos disueltos totales en un radio no mayor a 100 metros de cada punto de descarga sean ± 1.15 veces las condiciones naturales del cuerpo receptor y la temperatura $\pm 2^{\circ}\text{C}$, medidos en el borde del radio. En todos los casos se considerará el efecto acumulativo de las descargas existentes si las hubiera.

Calidad de las aguas de rechazo

El muestreo de las aguas de rechazo para fines de evaluación de la Conformidad, se realizará semestralmente a través de un laboratorio acreditado y aprobado.

La calidad de las aguas de rechazo de las plantas desalinizadoras deben cumplir con los parámetros señalados en la Tabla 14. Los cuales deberán ser medidos en la tubería de la descarga.



Tabla 14. Calidad de agua de rechazo de una Planta Desaladora.

PARÁMETRO	UNIDADES	CONCENTRACIÓN MÁXIMA	MÉTODO DE PRUEBA	TIPO DE MUESTRA
Turbidez	UNT	10	NMX-AA-038-SCFI-2001	Simple, compuesta
pH	Unidades	6 a 9	NMX-AA-008-SCFI-2011	Simple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	20	NMX-AA-034-SCFI-2001	Simple, compuesta
DQO	mg/L	100	NMX-AA-030/1-SCFI-2012	Simple, compuesta
Nitrógeno total	mg/L	15	NMX-AA-026-SCFI-2010 NMX-AA-079-SCFI-2001	Simple, compuesta
Fosforo Total	mg/L	5	NMX-AA-099-SCFI-2006 NMX-AA-029-SCFI-2001	Simple
Aluminio	mg/L	1.5		Simple
Cobre	mg/L	6	NMX-AA-051-SCFI-2001	Simple
Cadmio	mg/L	0.4		Simple
Cromo	mg/L	10		Simple

Fuente: PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015.

III.3.6. NOM-041-SEMARNAT-2006.

Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Estableciendo los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono; y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos. Esta es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor, de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.

En las etapas de preparación, construcción y operación, los vehículos usados deben contar con la certificación correspondiente, siendo obligación del dueño del vehículo realizar las verificaciones correspondientes que marque el Gobierno del Estado o la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



III.3.7. NOM-045-SEMARNAT-2006.

Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

El objetivo de la norma es asignar los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Durante todas las etapas del proyecto, los vehículos y maquinaria que utilicen diésel como combustible deben cumplir con los parámetros establecidos en esta norma, siendo responsabilidad del proveedor del servicio realizar las verificaciones correspondientes con el fin de no sobrepasar éstos límites establecidos.

III.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP).

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio nacional que requieren ser preservadas y restauradas por su valor ecosistémico y la diversidad que poseen. Se crean mediante un decreto presidencial con actividades reguladas por el acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Las ANP están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. En la región se encuentran tres áreas naturales protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, las cuales se encuentran fuera del área de influencia del proyecto al igual que los sitios RAMSAR (Figura 17).

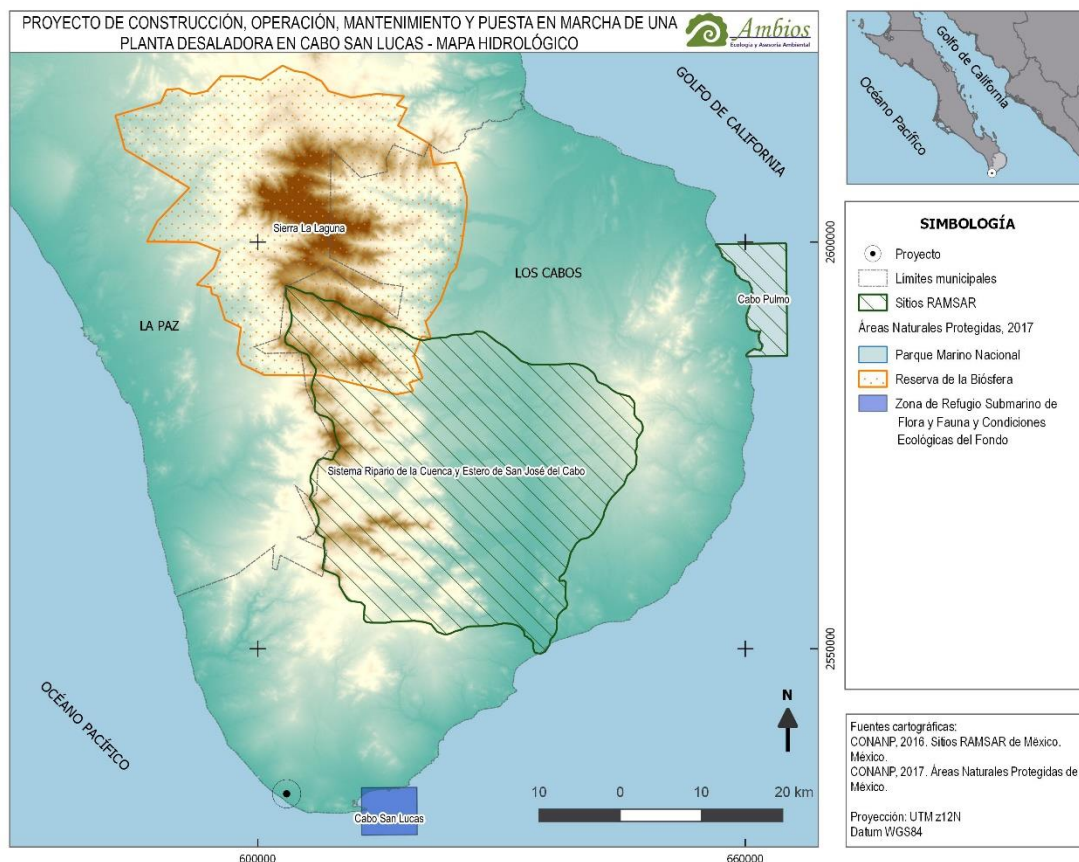


Figura 17. Áreas Naturales Protegidas de Los Cabos.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

INVENTARIO AMBIENTAL

La superficie que se pretende utilizar para el desarrollo del Proyecto de construcción, operación, mantenimiento y puesta en marcha de una planta desaladora en Cabo San Lucas se ubica en la parte Noroeste de la localidad de Cabo San Lucas, en el Municipio de Los Cabos, Baja California Sur (Figura 18).

Se seleccionó la unidad hidrológica como área de influencia del proyecto ya que constituye un ámbito biofísico y socioeconómico lógico para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar los impactos generados por las distintas actividades antropocéntricas, el manejo y uso de los recursos naturales, el análisis ambiental y el impacto global de las mismas actividades; en tanto que la unidad de producción o el sitio específico, puede ser el medio adecuado para implementar el manejo de los recursos; según la vocación de la cuenca y de



acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico (Jiménez y Faustino, 2003).

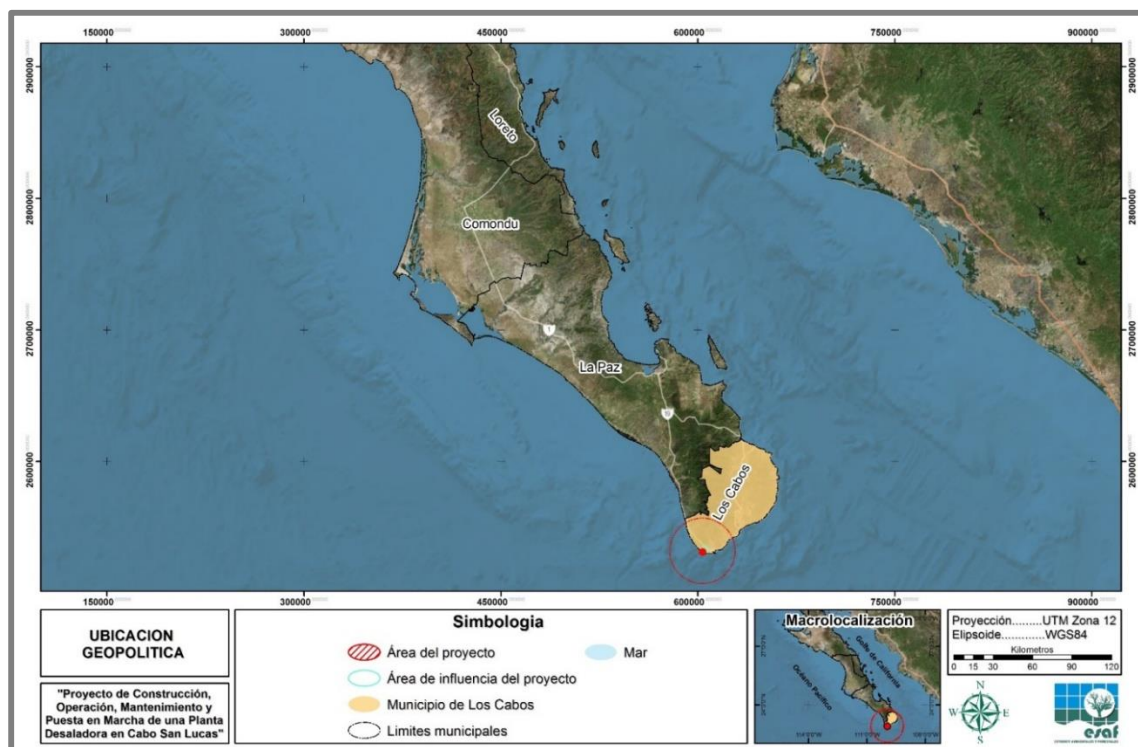


Figura 18. Ubicación del área donde se pretende construir el proyecto.

Con el tiempo el enfoque de manejo de cuencas se asocia a temas de gestión ambiental, de ordenación del territorio, de desarrollo regional y de gestión ambiental integrada y, por último, de todas las acciones orientadas al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una cuenca. En la mayoría de los casos es preferible iniciar el manejo de cuencas en unidades hidroterritoriales pequeñas como las subcuencas y microcuencas, sin perder de vista el entorno más amplio que es la cuenca. Las justificaciones se fundamentan en que es más fácil identificar proyectos de interés común, hay posibilidad de manejo inmediato por el interés de los actores locales, las condiciones más homogéneas de la población y de los problemas biofísicos, menor costo relativo de los proyectos, más facilidad para la organización, concertación y coordinación (Jiménez F. y J. Faustino, 2003).

El proyecto se desarrollará en el acuífero Cabo San Lucas (0317; Figura 19), el cual se encuentra al sur del estado con una superficie de 515 km². Limita al norte con los acuíferos San José del Cabo y Migriño y al este, sur y oeste con el Océano Pacífico. Geopolíticamente se encuentra ubicado en su totalidad en el municipio Los Cabos. El uso principal del agua subterránea es para brindar servicios. En el acuífero no existe Distrito o Unidad de Riego alguna.



Figura 19. Acuífero Cabo San Lucas (0317).

Dada la dimensión del proyecto se definió como área de influencia su microcuenca hidrográfica para realizar la caracterización biofísica (Figura 20), ya que esta representa una unidad con límites bien establecidos que es óptima para la interpretación y análisis de los componentes, bióticos, ambientales, sociales y económicos. Dicha microcuenca cuenta con una superficie de 1,706.523 ha. La delimitación marina se hace teniendo en cuenta el área máxima de afectación de la descarga de salmuera que en este caso es de 23.8 ha (Figura 21).



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”

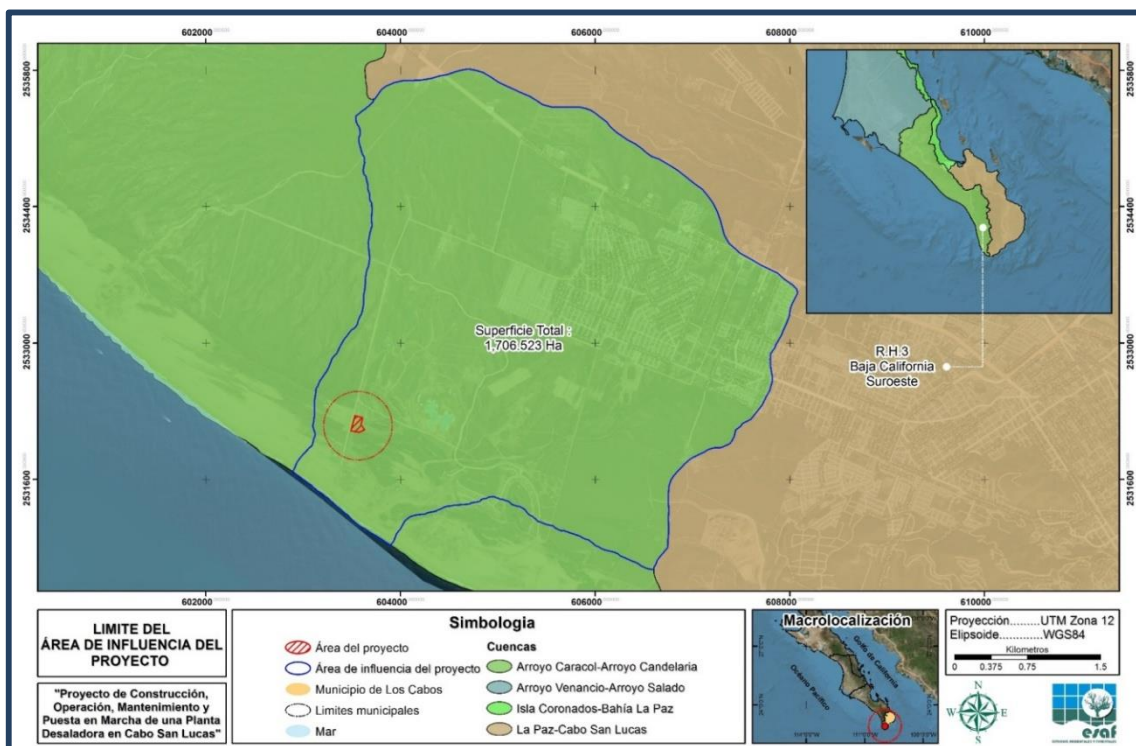


Figura 20. Ubicación de microcuenca el al Región Hidrográfica 2.



Figura 21. Ubicación del proyecto con su área de influencia.



IV.1. Delimitación del área de estudio

El proyecto se localiza en el estado de Baja California Sur (B.C.S.) al noreste de la República Mexicana, el cual está conformado por cinco municipios de los cuales Los Cabos es el más turístico, el cual abarca el 5.02% del total del estado, con un área de 3, 710 km², de la cual 0.015 Km², serán usada para desarrollar el proyecto.

El área del proyecto se encuentra en la localidad de Cabo San Lucas, **en la playa** conocida como **el Faro** en el Océano Pacífico. El área del proyecto se encuentra ubicada dentro área del predio El Cardonal perteneciente a la Sociedad Mercantil Diamante Cabo San Lucas (el cual cuenta con su MIA), colindando al norte con sus oficinas operativas, área de mantenimiento y planta desaladora, al este con una vía local sin pavimentar que rodea el área hacia el sur atravesando la duna, contiguo a la vía se encuentra vegetación de tipo halófilo, al oeste se encuentra una enrejada delimitando el Desarrollo de Diamante Cabo San Lucas, S. de R.L. de C.V.

El área seleccionada para la construcción de la Planta Desaladora no se encuentra dentro de ninguna área natural protegida ni tampoco está catalogada como región prioritaria para la conservación, de acuerdo a la CONABIO. Sin embargo, el emisor submarino se encuentra ubicado en la Región Marítima Prioritaria número 5 (Barra de Malva-Cabo Falso), ubicada en la costa occidental de la Península de B.C.S., entre la Latitud 24°21' a 22°30'36" y Longitud 111°51' a 109°54'36". El área se mantiene en buen estado con excepción de algunas obras costeras portuarias. De las problemáticas identificadas en esta zona se describen, la presión sobre la tortuga laúd debido al tipo de actividad que se presenta. Sin embargo, en la playa de influencia del proyecto, no se reportan avistamientos ni nidos de esta especie por la presencia de perros introducidos al área de playa y el manejo inadecuado de la pesca deportiva.

Igualmente, el emisor submarino se encontrará en la Región Hidrológica Prioritaria 10 (Sierra de la Laguna y Oasis Aledaños) con 5.398,63 km² (Figura 22), ubicado en la Latitud 23°47'34" a 22°52'12" N y Longitud 110°16'48" a 109°24'36" W. Ésta región presenta problemas de modificación del entorno por obras de ingeniería, asentamientos humanos, ganadería extensiva y deforestación; contaminación por turismo y descarga de efluentes domésticos; uso del oasis Santiago para proveer de agua a poblaciones aledañas y la tala de carrizo y palma de hoja para fines de paisaje.

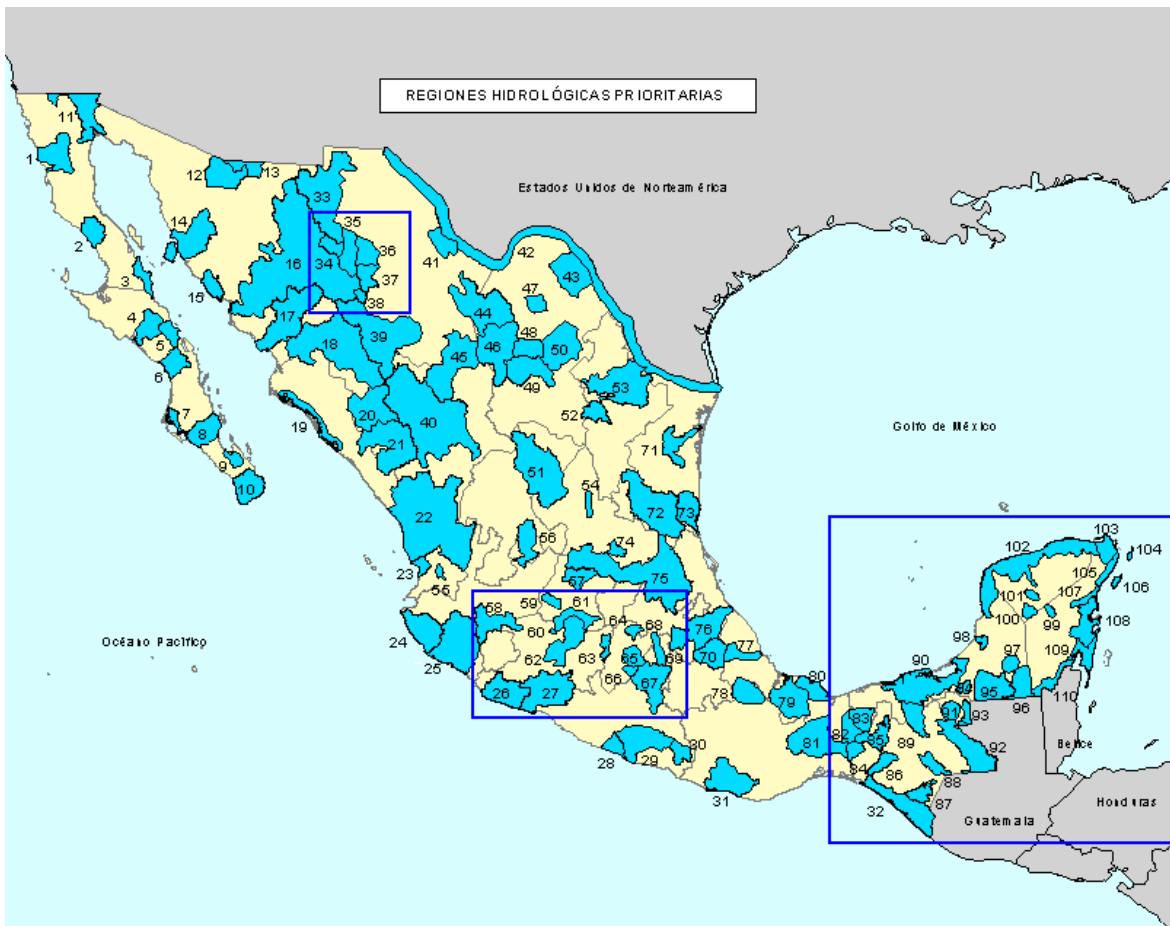


Figura 22. Regiones Prioritarias Hidrológicas. Fuente: Arriaga, 1998.

Igualmente, la flora y fauna encontrada en el área de influencia del proyecto no presenta importancia para la conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En términos generales, la desaladora toma agua marina a la cual se le extraen las sales mediante osmosis inversa, dejando el agua con menos de 1,000 ppm de TDS considerándose como agua dulce o potable (Fuentes, 2007). Una parte del líquido será remineralizada y desinfectada para abastecer a la localidad de Cabo San Lucas mientras que la otra diluirá la salmuera para retornar al mar por medio de un emisor submarino. Por lo cual, el proyecto no genera residuos tóxicos ni realiza vertimientos que impacten de manera negativa al ambiente.

A nivel social, las etapas de preparación y construcción generarán empleos para personas de la región mientras que la etapa de operación tiene como finalidad cubrir el déficit de agua potable que actualmente presenta el municipio, ayudando a reducir la presión actual que se presenta en el acuífero de Cabo San Lucas el cual se encuentra sobre explotado.



IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1. Aspectos abióticos

a) Clima

En el área de influencia del proyecto se reporta solamente la incidencia de un subtipo de clima, que corresponde a BW (h') hw (x'). Este tipo de clima corresponde al grupo de los secos seco; que caracteriza a un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura) presentan condiciones tales que la evaporación excede a la precipitación y se presenta una temperatura media anual mayor a 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor a 18°C (Figura 23).

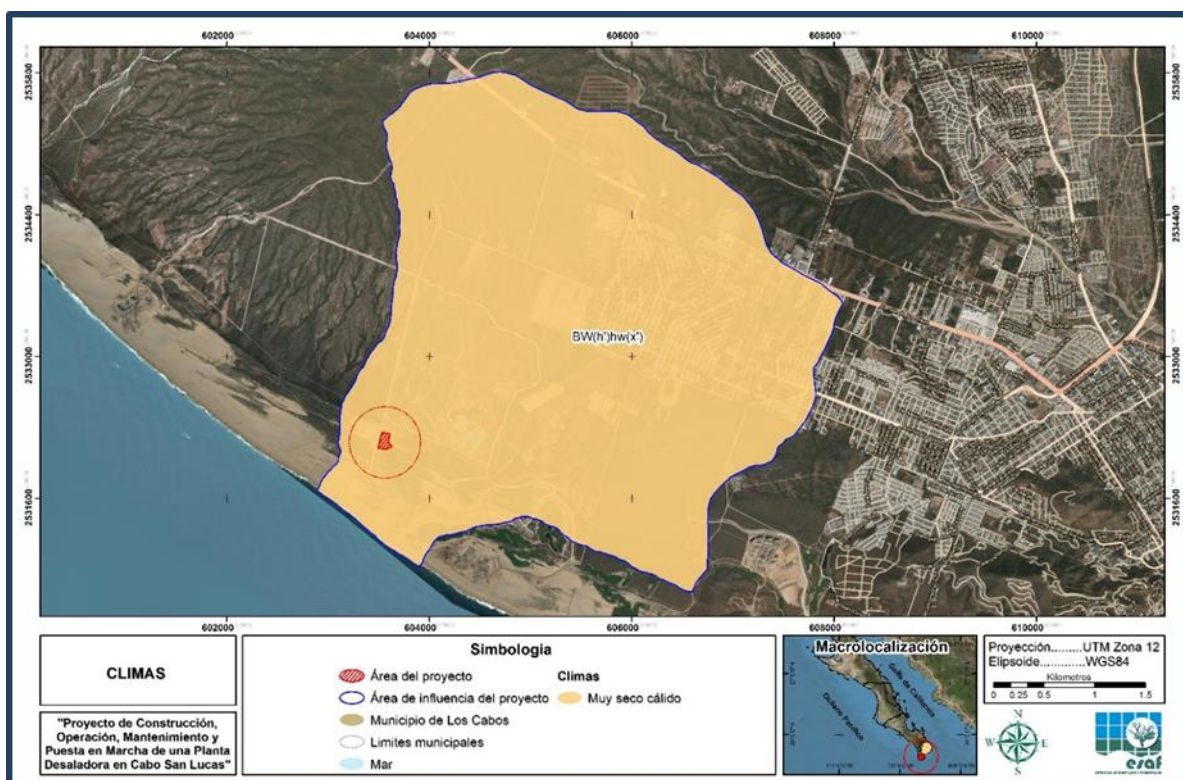


Figura 23. Clima y régimen de lluvias.

La estación climatológica de San José del Cabo (03-043) reporta desde 1984 a 2016 una **temperatura promedio de 24.3 °C**, dentro de este periodo de tiempo se registró el promedio de la temperatura más baja en 2011 con 22.7 °C y la más alta en 2003 con 25.9 °C. Durante estos 32 años, se presentó **un promedio de precipitación de 340.1 mm**, siendo el 2010 el año más seco (100 mm) y 1993 el año más lluvioso (956 mm).

Para el 2017 de enero a noviembre, la estación meteorológica de Cabo San Lucas ha registrado una **temperatura promedio de 25.9°C**, con una máxima de 36 °C



en junio y una mínima de 12 °C en enero y febrero. La velocidad media del viento fue de 14.7 Km/h con una máxima de 21.2 Km/h en mayo y mínima de 10 Km/h en noviembre. El promedio de presión máxima fue en enero con 1018 hPa y la mínima se dio en octubre con 1012.0 hPa.

En el 2018 la estación meteorológica de Cabo San Lucas registró una **temperatura promedio de 25.75 °C**, con una máxima de 36 °C en mayo y una mínima de 11 °C en enero. La velocidad media del viento fue de 12.5 Km/h con una máxima de 16.2 Km/h en junio y mínima de 9.3 Km/h en noviembre. El promedio de presión máxima fue en febrero con 1017.6 hPa y la mínima en septiembre con 1012.3 hPa.

Entre 1973 al 2017 han ingresado 24 ciclones a B.C.S., siendo en su mayoría tormentas tropicales o huracanes moderados (H1 y 2). Durante los años 2009, 2011 y 2012 ningún fenómeno meteorológico tocó tierra en B.C.S. Se han presentado cuatro entradas de ciclones en Cabo San Lucas, el primero fue en 1995 (Henriette) con vientos de 158 Km/h catalogado como H2 y el último fue en el 2014 (Odile) con vientos de 175 Km/h al momento de tocar tierra, el cual fue catalogado como H2 (Tabla 15).

Tabla 15. Registro histórico de los ciclones que entraron en B.C.S., 1973-2017.

AÑO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA	CICLÓN	VIENTO MÁXIMO (Km/h)	CATEGORÍA
1973	La Paz	Irah	130 (65)	H1 (TT)
1976	La Paz	Liza	220 (215)	H4
1982	Las Lagunas	Paul	158 (158)	H2 (H2)
1989	B. de Los Muertos	Kiko	195	H3
1992	Punta Abreojos	Lester	120 (85)	H1 (TT)
1993	Las Lagunas	Calvin	165 (75)	H2(TT)
1995	Cabo San Lucas B.C.S.	Henriette	158	H2
1996	Todos Santos	Fausto	130 (120)	H1 (H1)
1997	Bahía Tortugas	Nora	130 (120)	H1 (H1)
1998	Los Cabos	Isis	110 (120)	TT (H1)
1999	San José del Cabo	Greg	120	H1
2001	La Paz	Juliette	120 (55)	H1 (DT 3v)
2003	San José del Cabo	Marty	160	H2
2003	Cd. Constitución	Ignacio	165	H2
2006	El Saucito	John	175	H2
2007	San José del Cabo	Henriette	130	H1
2008	Puerto Cortés, B.C.S.	Norbert	165 (140)	H2 (H1)
2010	Cabo San Lucas, B.C.S.	Georgette	65	TT
2013	Cabo San Lucas, B.C.S.	Lorena	75/95	TT
2013	Bahía Magdalena	Octave	55/75	DT



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



AÑO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA	CICLÓN	VIENTO MÁXIMO (Km/h)	CATEGORÍA
2014	Cabo San Lucas, B.C.S.	Odile	175/95	H2
2015	Cd. Constitución	Blanca	65/85	TT
2015	Santa Rosalía	16-E	55/85	DT
2017	Cabo San Lucas, B.C.S.	Lidia	65/85	TT

Categoría: escala de Saffir-Simpson, se clasifican en: H1, 119-153 (km/h); H2, 154-177 (km/h); H3, 178-209 (km/h); H4, 210-249 (km/h) y H5, mayor de 250 (km/h). TT: Tormenta tropical. Fuente: Elaboración con base en: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

b) Geología y geomorfología

Las unidades litológicas se generaron por subducción debido a la colisión entre las placas Oceánica Pacífica y Continental Americana. El proyecto se ubica en la discontinuidad Del Cabo, la cual tiene principalmente rocas ígneas intrusivas provenientes del Cretácico y metamórficas del Triásico-Jurásico que son intrusionadas por las rocas anteriores.

Los afloramientos rocosos en el área de influencia donde se localiza el proyecto datan de la Era Cenozoica; están conformados por rocas sedimentarias intercaladas con ígneas intrusivas ácidas, además hay suelos derivados de las rocas preexistentes (INEGI, 2006; Figura 24).

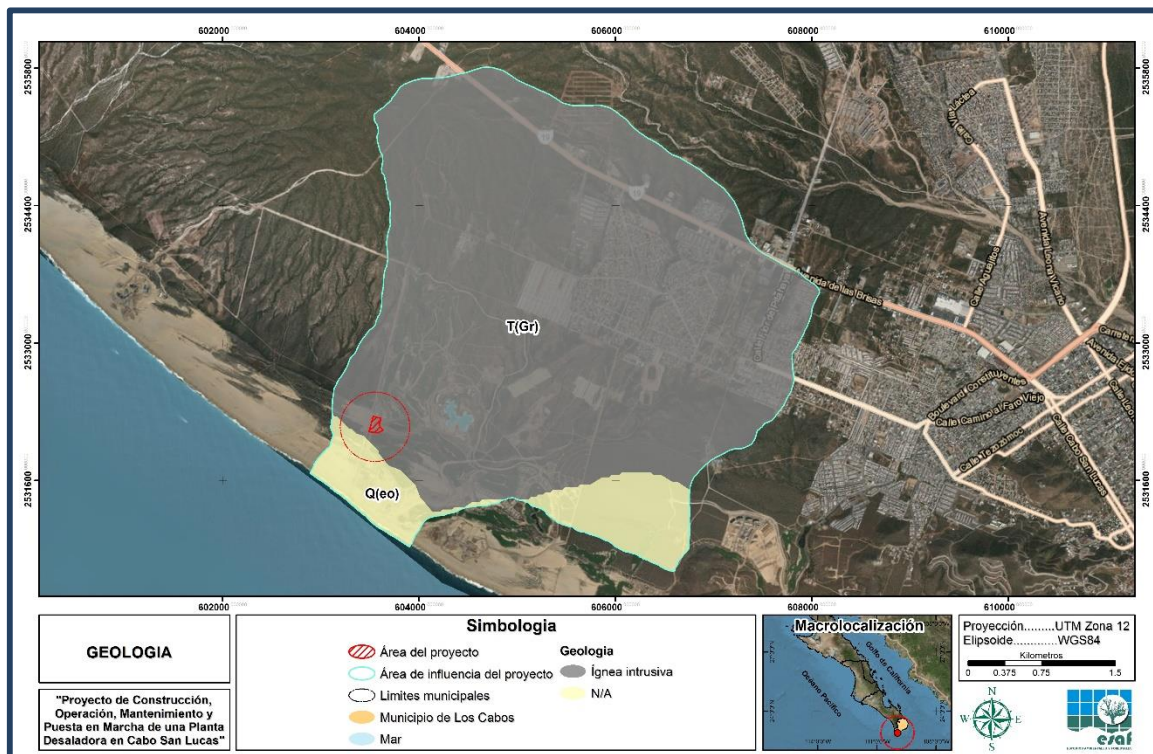


Figura 24. Caracterización cronoestratigráfica del área de influencia donde se ubica el proyecto.



La unidad geológica que encontramos mayormente representada en el área de influencia es la que está conformada por rocas ígneas intrusivas ácidas que presentan rocas del tipo Granodiorita-Tonalita. En segundo lugar de importancia y cubriendo una porción menor en la parte sur de la misma se distribuye la unidad geológica denominada Eólico. A continuación se describen los grupos de rocas que se encuentran representados en el área de influencia, en orden de importancia.

Ígnea intrusiva (T (Gr)): Estas rocas provenientes, en su mayoría de la era mesozoica, están representadas por unidades del período Cretácico; constituidas por granito principalmente; se encuentran intrusionando a las unidades metamórficas del Mesozoico; se hallan afectadas por procesos dinámicos y además están emplazadas por múltiples cuerpos y diques intrusivos del Terciario; su edad se ha calculado entre 70 y 109 millones de años (INEGI, 1995). Presenta: cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasa sódica y micas, su coloración varía de muy claro a tonos medios de gris, con sombras de rosa o rojo frecuentemente. A veces se encuentran tonos verdes. El mineral secundario más común es probablemente la biotita. También se encuentran con frecuencia la muscovita y la hornablenda. La textura de los granitos es sumamente variable, desde fina a muy gruesa. En general, tanto la textura como el color son uniformes en grandes volúmenes de roca. El granito es más resistente con clima seco.

Eólico, Q (eo). El pleistoceno está representado principalmente por arena fosilífera y eólica, con escaso cementante, poco compacto y sin consolidar. Estas rocas afloran en forma de terrazas escalonadas de depósito y erosión, que señalan antiguas líneas de costa, su edad se determinó a través de estudios paleoambientales de los litorales; y su origen se debe a fluctuaciones del nivel del mar, causados por fenómenos de glacioentatismo. Este tipo de rocas se presentan en la parte baja del área de influencia.

De acuerdo a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana establecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 1993, el presente proyecto se encuentra ubicado dentro de la zona B - zona con sismicidad intermedia (Figura 25), donde el registran de sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Teniendo en cuenta el origen de la península de Baja California, es común que se presenten sismos de magnitud 3 y de forma ocasional de magnitud 4 y 5. De acuerdo con el CICESE en el 2017 se han presentado 25 sismos de los cuales solamente uno ha sido de magnitud 5 y los demás han sido de magnitud 2 y 3 (Figura 26). Entre el 2009 y el 2017 solamente se presentó un sismo de magnitud 3 en Cabo San Lucas.

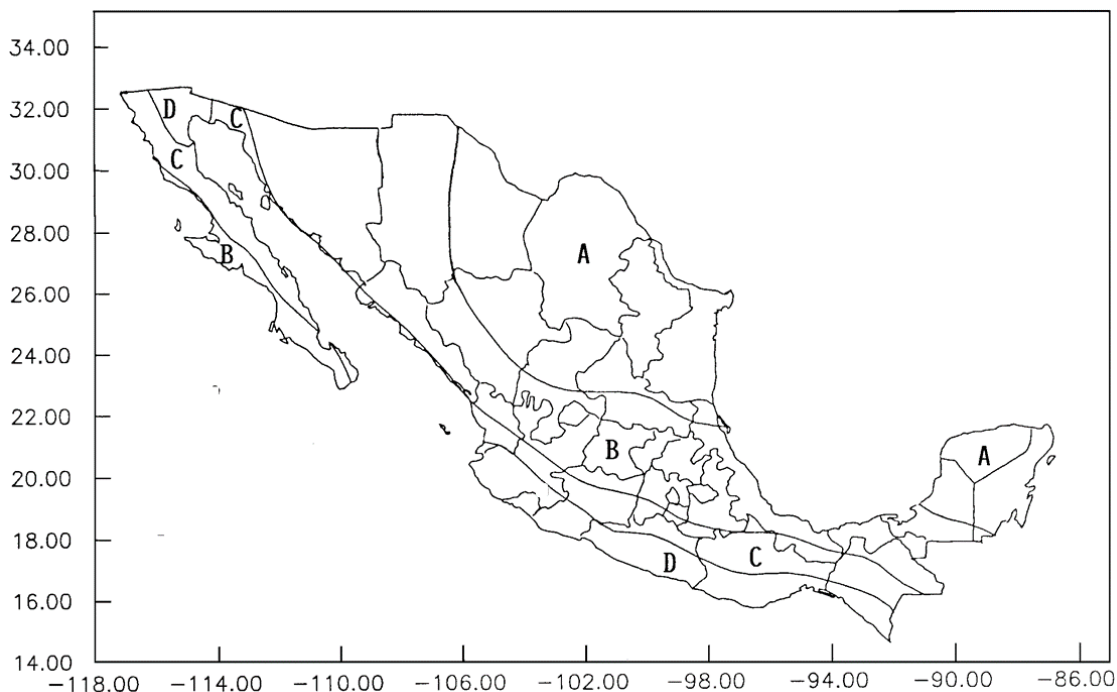


Figura 25. Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Fuente: CFE, 1993.

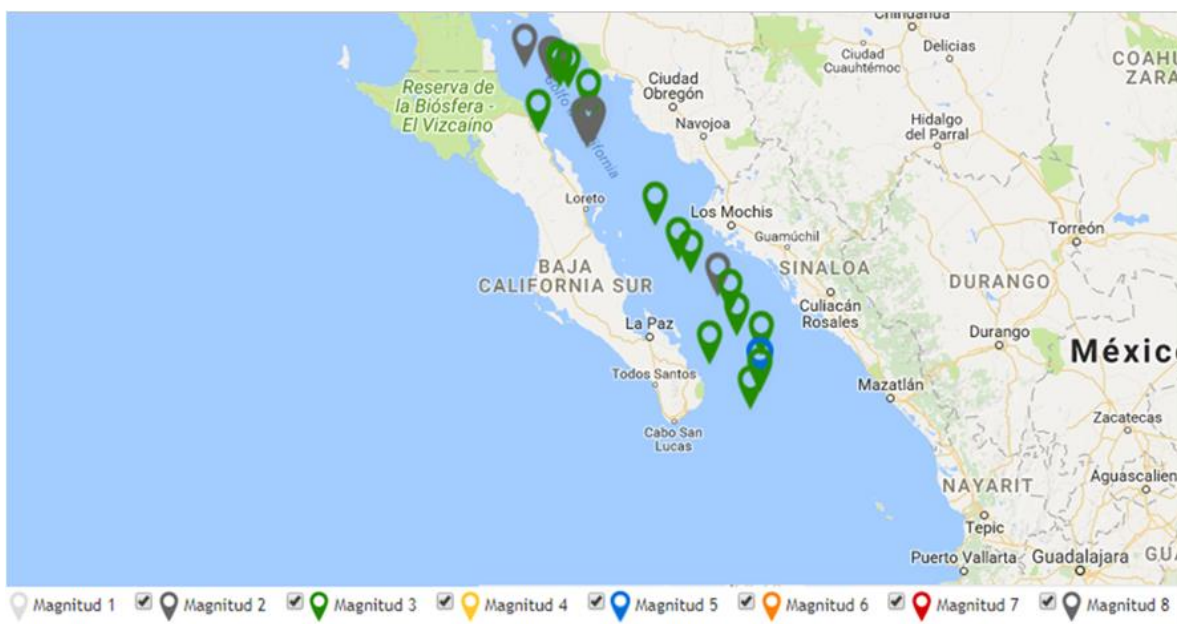


Figura 26. Sismos en Baja California Sur en 2017. Fuente: CICESE, 2018.

c) Suelos

En el área de influencia del proyecto se encuentran dos tipos de suelo Regosol eútrico y Arenosol sódico (Figura 27).

Regosol eútrico: Son suelos con un manto de material suelto, sobrepuesto a la capa dura de la tierra, principalmente compuesto por gravas. Proceden en gran



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



medida de la desintegración de los diferentes materiales litológicos que conforman a los sistemas montañosos. En la Llanura Costera los Regosoles están constituidos por depósitos litorales, originados en su mayoría por la acción del oleaje, que provoca la formación de largas y angostas barras paralelas; así como que estos suelos sean inestables y profundos; sin embargo, su textura con elevado contenido de arena, determina que el drenaje interno sea excesivo y su productividad agropecuaria casi nula, excepto algunas áreas que manifiestan estabilidad del suelo, pero aún con limitaciones moderadas por la presencia de salinidad que varía de 8 a 12 mmhos/cm de conductividad eléctrica. Son de textura media y presentan una fase física lítica (INEGI, 2006).

Arenosol: El término Arenosol deriva del vocablo latino "arena" que significa arena, haciendo alusión a su carácter arenoso. Los Arenosoles se desarrollan sobre materiales no consolidados de textura arenosa que, localmente, pueden ser calcáreos. En pequeñas áreas puede aparecer sobre areniscas o rocas silíceas muy alteradas y arenizadas. Aparecen sobre dunas recientes, lomas de playas y llanuras arenosas bajo una vegetación herbácea muy clara y, en ocasiones, en mesetas muy viejas bajo un bosque muy claro. El clima puede ser cualquiera, desde árido a perhúmedo y desde muy frío a muy cálido. El perfil es de tipo AC, con un horizonte E ocasional. En la zona seca solo presenta un horizonte ócrico superficial. En los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar un horizonte albico. En la zona templada húmeda muestran rasgos aluviales de humus, hierro y arcilla, sin llegar a tener carácter diagnóstico. A nivel área de influencia se desarrolla un tipo de suelo arenosol sódico el cual tiene 15 por ciento o más Na, más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.

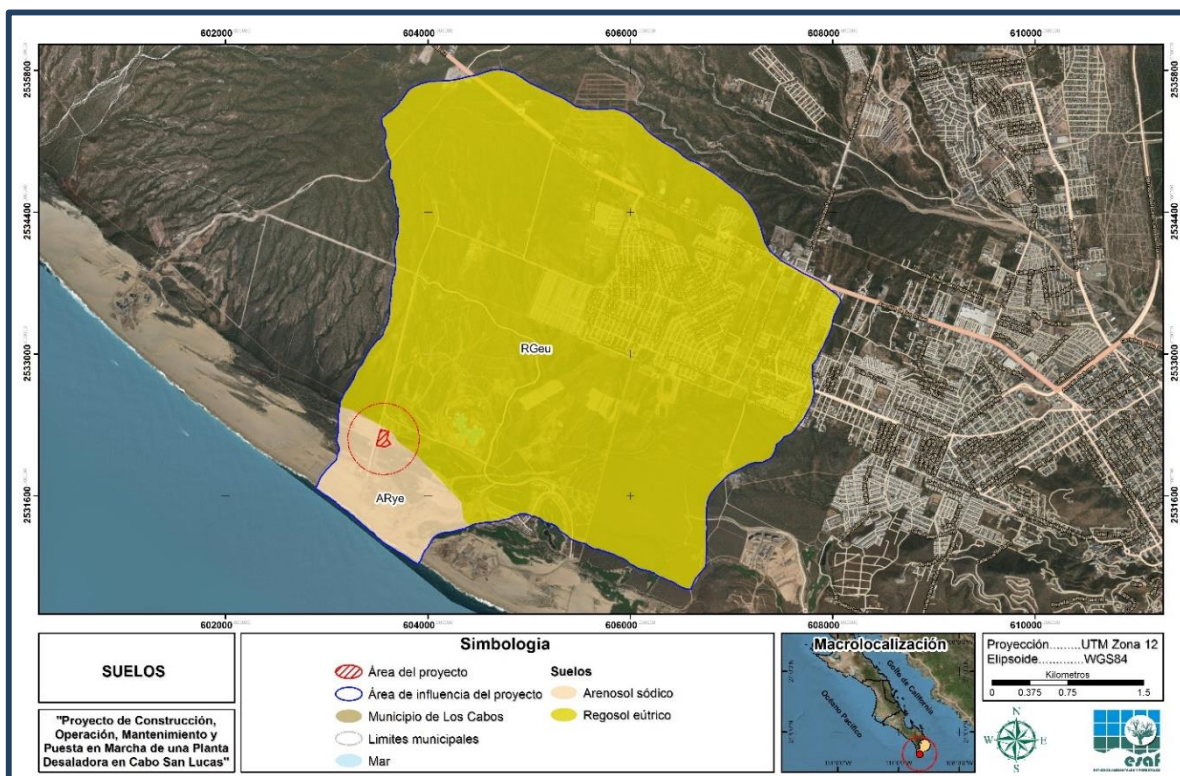


Figura 27. Grupo de suelos en Baja California Sur.

d) Hidrología superficial y subterránea

Superficial

De acuerdo a INEGI (1995), el área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 3 (RH-3) denominada Baja California Suroeste (Magdalena). La cual se ubica desde el poblado San Juanico hasta Cabo Falso, en la vertiente occidental y por el oriente limita con la Región Hidrológica "Baja California Sureste" (La Paz). Es la de mayor extensión en la entidad con una superficie de 28,470 km². En ella se localiza el Distrito de Riego Santo Domingo, que es la principal zona agrícola del estado. Las corrientes que se forman son las más importantes por su longitud, caudal y permanencia.

La cuenca hidrológica que engloba completamente al área de influencia definida para el proyecto es la A denominada Arroyo Caracol – Arroyo Candelaria con una superficie total de 7,968 km². La zona se caracteriza por una precipitación promedio anual baja (< 200 mm), el régimen es de verano con precipitaciones menores durante el invierno. Los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre; la precipitación es de carácter torrencial y efímero. En algunas zonas la cercanía del parteaguas a la línea de costa, hace que los escurrimientos se concentren durante un tiempo muy corto sobre la superficie, mientras que en otras, donde la distancia del parteaguas a la línea de costa es mayor, el



predominio de valles y planicies con terrenos permeables, controlan los mecanismos de escurrimiento. El área del proyecto queda inmerso en la subcuenca denominada Arroyo Candelaria ubicada en la parte sur del Área de influencia.

La escasa precipitación y su naturaleza torrencial, son características determinantes para que no haya suficiente agua para alimentar corrientes permanentes, ya que los escurrimientos que se generan son de régimen efímero que sólo llevan agua cuando se presenta una lluvia de considerable magnitud e inmediatamente después de ésta (Figura 28).

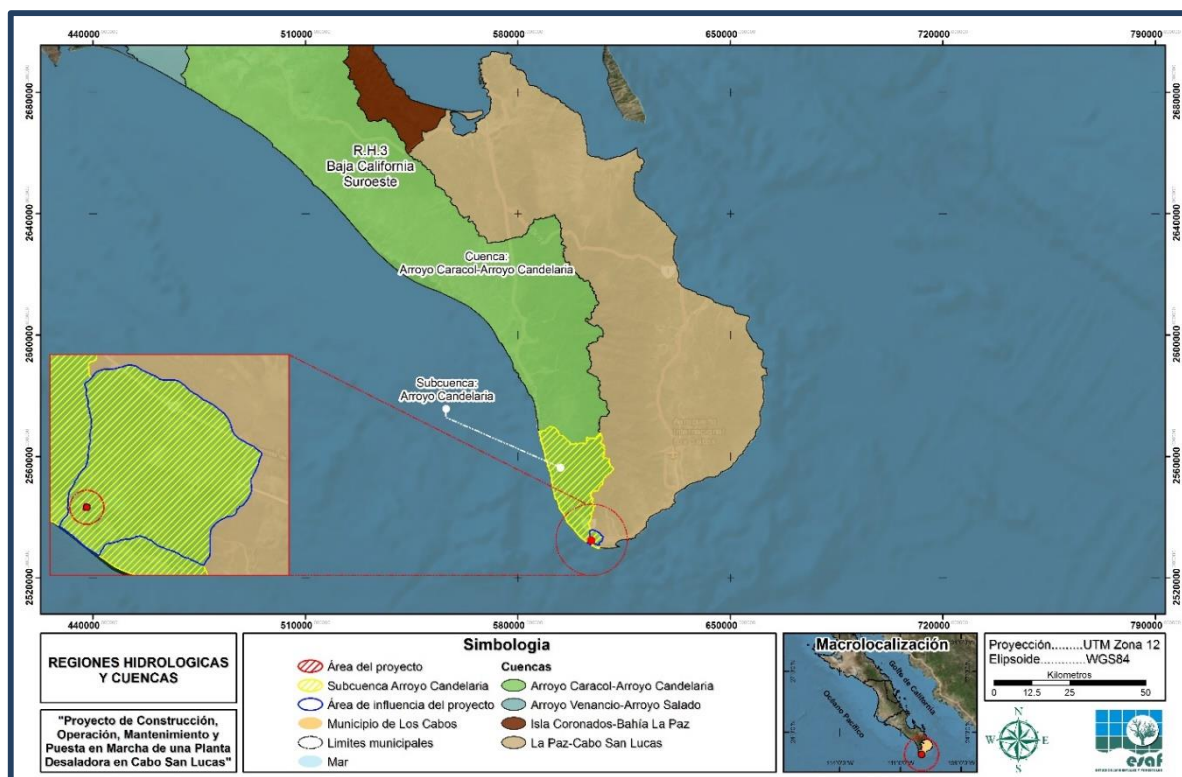


Figura 28. Clasificación hidrológica del área de influencia donde se ubica el proyecto.

Con base a la clasificación más fina a nivel área de influencia, el proyecto queda inmerso en una superficie de 1,706.523 ha (Figura 29). Al interior de la misma se puede apreciar una red de escurrimientos sin nombre de orden 4, los cuales desembocan en el Océano Pacífico, ninguno de estos escurrimientos se encuentra dentro del área del proyecto, el más cercano se localiza aproximadamente a 216 metros al oeste del mismo.

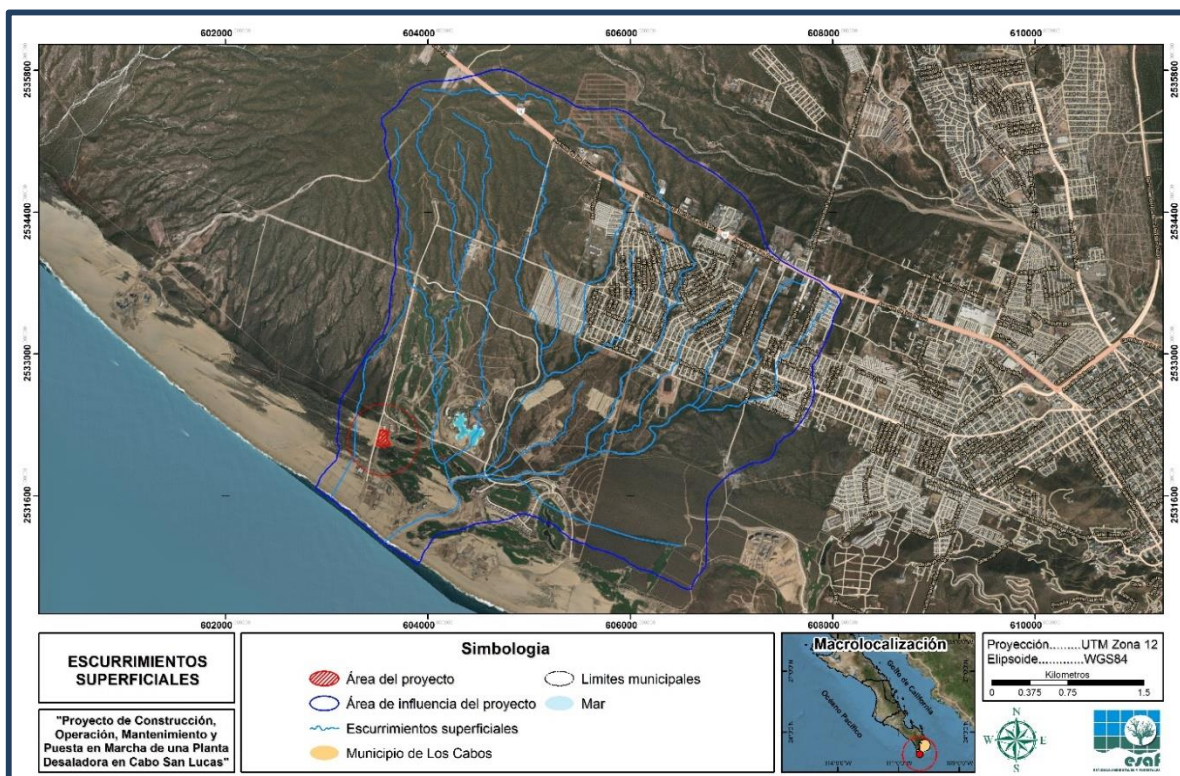


Figura 29. Hidrología superficial del área de influencia definida para el proyecto.

Subterránea

De manera general el coeficiente de escurrimientos en el estado es de 0 a 5% principalmente en las bajadas, valles y llanuras, y de 5 a 10% en las sierras, mesetas y lomeríos. Por tal motivo y debido a la escasez de agua superficial es de alta importancia utilizar y conservar el agua subterránea razonablemente en todo el estado. Actualmente en el estado existen 16 zonas de explotación, la extensión del área de extracción de los 16 acuíferos suman alrededor de 3,666 km² (INEGI, 1995).

Los materiales que constituyen a estas zonas son por lo general sedimentos clásticos de edad Terciario y Cuaternario, que se alternan y combinan en capas y paquetes de diferentes espesores. La permeabilidad de estos es alta y en menor proporción media (INEGI, 1995).

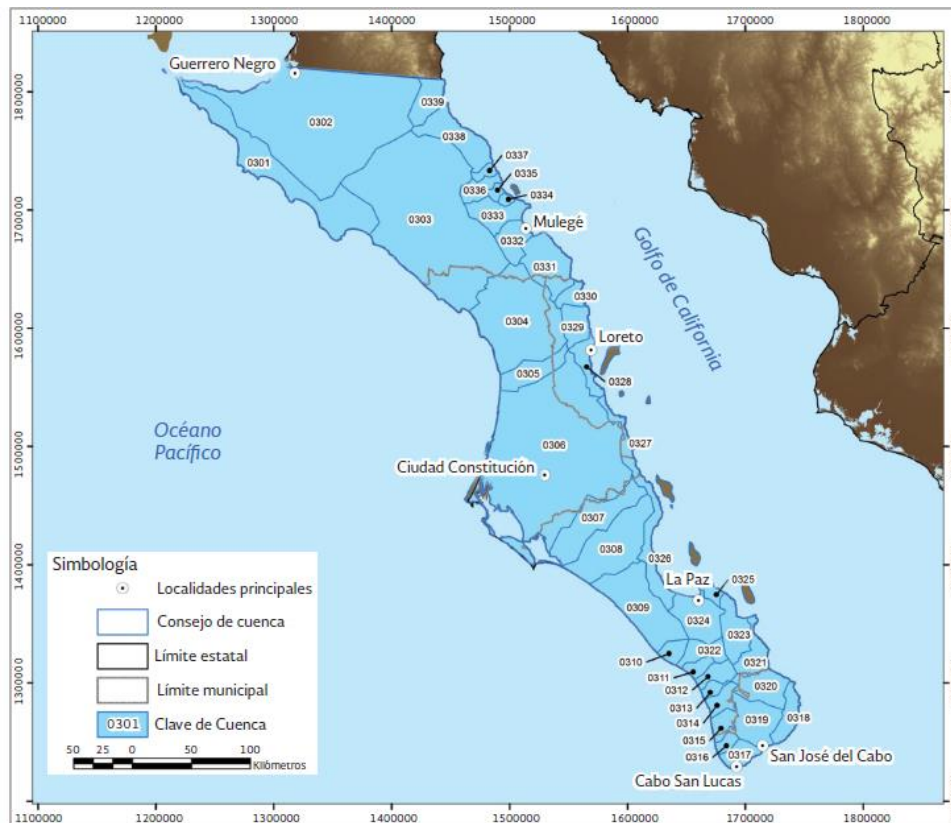


Figura 30. Acuíferos en Baja California Sur. Fuente: Conagua, 2012. Escala 1:250,000.

Para el caso de **Cabo San Lucas**, la cuenca se identifica con el código 0317 y es usada principalmente para el servicio, presenta una recarga media anual de 2.7 Mm^3/a y una descarga anual comprometida de 2.2 Mm^3/a , de los cuales se tiene un volumen concesionado de agua subterránea de 5.111382 Mm^3/a , por lo que no presenta disponibilidad del recurso, generando un déficit de $-4.611382 \text{Mm}^3/\text{a}$ el cual está siendo solventado por el acuífero San José del Cabo, mismo que presenta un déficit de $-2.623013 \text{Mm}^3/\text{a}$ (SEMARNAT, 2015).

e) Oceanografía

- Salinidad

Frente a Cabo San Lucas se presenta una haloclina pronunciada que va de 33.8 a 34.4 ‰, presentando mayor salinidad que en el norte del Océano Pacífico, pero menor que la del Golfo de California (Gómez, 1992). Durante el invierno la concentración salina es baja con valores menores a 34.5 UPS, en invierno y otoño se presentan concentraciones mayores a los 35 UPS (Pérez, 2010).

- pH

El pH en la costa occidental de Baja California puede presentar valores entre los 7.8 y 8.04 los cuales se encuentran correlacionados directamente con la



temperatura (Hernández-Ayón, 2003). En el mes de marzo el pH en las costas de Los Cabos presenta un valor promedio de 8.1 ± 0.05 , en mayo es de 8.16 ± 0.124 , en junio es de 8.15 ± 0.07 , en septiembre es de 8.08 ± 0.035 y en enero es de 8.03 ± 0.02 (Pérez, 2010).

- Oxígeno disuelto

La concentración de Oxígeno disuelto en Cabo San Lucas es de 3.6 a 3.8 ml/l con porcentaje de saturación entre 77 a 83% (Gómez, 1992), mientras que en la entrada del Golfo de California puede fluctuar la concentración de 4.5 a 4.8 ml/l (Pérez, 2010).

- Nutrientes

Los nutrientes como fosfatos (PO_4), silicatos y clorofila α se distribuyen de manera homogénea en la zona eufótica en el Océano Pacífico frente a Los Cabos. Teniendo una zona eufótica a 64 m con una termoclina de 40 m y concentraciones máximas de 0.55 mg m^{-3} de clorofila α representada principalmente por picoplancton y 1.78 mg C $m^{-3} h^{-1}$ de producción primaria (Leet y Stevenson, 1969).

El fosfato (PO_4) puede presentar valores de 0.6 micromol en verano y 0.4 micromol en otoño, mientras que los nitratos (NO_3) y nitritos (NO_2) presentan valores de 0.6 micromol y 0.0 micromol en verano y 0.1 micromol y 0.01 micromol en otoño respectivamente. Los silicatos pueden presentar valores de 1.0 micromol en verano y 2.4 micromol en otoño (Álvarez *et al.*, 1978).

La región de Los Cabos es considerada como una zona oligotrófica con concentraciones de 0.5 micromoles de amonio. Frente a la costa de Los Cabos en el mes de marzo se encontró una concentración promedio de 0.063 ± 0.189 mg/l; en mayo es de 0.002 ± 0.001 mg/l, en junio es 3.01 ± 4.40 mg/l y en enero es de 0.002 ± 0.001 mg/l (Pérez, 2010).

Muestreo de calidad de agua

De acuerdo a los análisis de agua de una muestra integrada tomada en el área de interés para la extracción de agua de mar para el Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas, se determinó que el parámetro pH se encuentra dentro de los límites normales con un promedio de 8. No se detecta contaminación fecal por bacterias coliformes y enterococos, tampoco se detectaron sólidos suspendidos totales, lo que nos indica que no existe problema de obstrucción de las membranas. Los metales analizados como As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, no se detectaron en la muestra analizada lo que indica que no hay contaminación por estos metales. La toxicidad analizada usando *Vibrio fisheri* dio negativa, mientras el carbono orgánico total y soluble no fueron detectados. Por lo anterior concluimos que los análisis realizados a dicha muestra se encuentran dentro de



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



los límites óptimos de un agua limpia de contaminantes, por lo cual el agua de mar de la zona de extracción es apta para este fin.

En la etapa de operación del proyecto se realizarán muestreos mensuales para cumplir con la normatividad vigente para descarga de aguas residuales (agua de rechazo o salmuera), de acuerdo a lo estipulado en la Ley federal de Aguas Nacionales. El agua producto también deberá de ser muestreada mensualmente para determinar la calidad de la misma de acuerdo a la NOM 127-SSA1-1994 y que es regulado y vigilado por la COEPRIS.

Se anexan resultados de los análisis de agua de una muestra integrada.

- Oceanografía física

En el Anexo XIV se presenta el “Informe sobre la delimitación de zona federal de la segunda planta desaladora de Cabo San Lucas”, el cual contiene la batimetría, tipo de oleaje, corrientes, marea y transporte litoral del área donde se realizará el proyecto. A continuación se muestra la información oceanográfica del área de Cabo San Lucas.

La temperatura del agua en Cabo San Lucas es más cálida que la presente al norte del Océano Pacífico pero menor a la del Golfo de California (26 – 29 °C; Gómez, 1992). Durante el invierno el agua presenta temperaturas frías entre los 12 a 18 °C mientras que en verano son más cálidas encontrándose entre los 28 a 31 °C (Pérez, 2010).

Los vientos dominantes para Cabo San Lucas son de noroeste entre noviembre y mayo (Figura 31). En los meses de mayo a noviembre se presentan ventarrones del SE de manera impredecible durante la temporada de lluvias. Los huracanes ocurren hacia el final de la temporada de lluvias y soplan siempre desde el sureste y suroeste, con poca duración, pero gran fuerza y acompañados de descargas eléctricas (DIGAOHM).



Figura 31. Patrón de vientos. Fuente: windfinder.com.

La región de los cabos hace parte de las placas tectónicas del Pacífico Oriental Tropical. La placa del Pacífico Oriental de norte a sur, las principales subplacas son Borderland, Guadalupe, Arrugado y la porción sur de Baja California donde se localizan las fracturas de Molokai, la depresión de Liches, el sistema de fallas de Agua Blanca, San Andrés, Santo Tomás, Tosca, Alijos, Ulloa, Calafia y Abanico de Magdalena. En el Golfo de California, que también forma parte de la placa del Pacífico Oriental, se encuentran las fallas transformantes de las cuencas de Guaymas, Carmen, Farallón y Pescadero que conectan a esta placa con la zona del rift y a esta última con la placa de Cocos (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).

Cabo San Lucas se encuentra en la convergencia de tres grandes regiones oceanográficas: el Pacífico Noroeste, que corresponde a la costa occidental de la península de Baja California; el Golfo de California, que incluye la parte interna de la península hasta cabo San Lucas y del lado continental las costas de los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco; y el Pacífico Tropical, que abarca desde Cabo Corrientes en el estado de Jalisco hasta el estado de Chiapas en la frontera con Guatemala (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007; Figura 32).

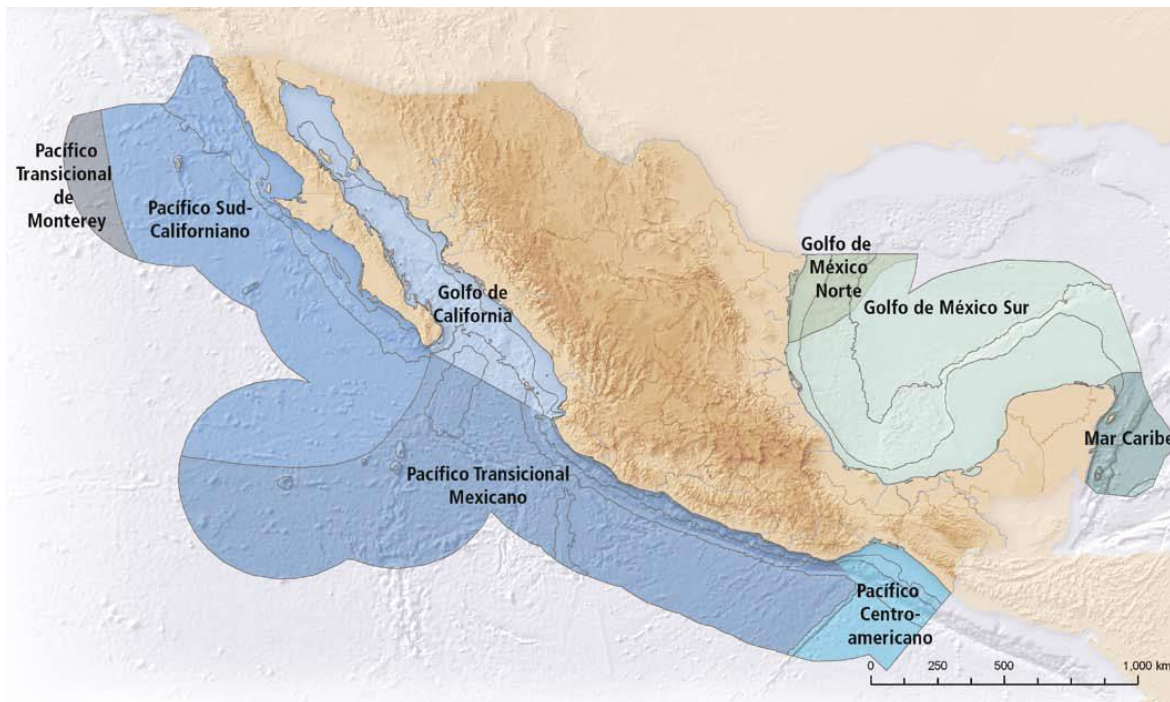


Figura 32. Ecorregiones de Norteamérica para México. Fuente: CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007.

La región oceánica de Los Cabos se cataloga como parte del Golfo de California. En esta región, existe la influencia de todas las corrientes del Pacífico Oriental que provienen del norte; su patrón de circulación está relacionado al sistema de vientos locales, los cuales vienen del NW en invierno, y en verano provienen del SE conjuntamente con masas de aire húmedo que se introducen al golfo para originar precipitaciones.

- Batimetría

Para la parte media y norte del Golfo, existen cuatro zonas que responden y evolucionan de manera diferente al calentamiento superficial estacional del área: (a) la zona somera norte (extremo norte del Golfo) < 30 m de profundidad; (b) el golfo norte (al norte del complejo insular, exceptuando la zona somera) < 200 m; (c) la zona de las grandes islas < 1 500 m; y (d) el Golfo central (al sur de las grandes islas hasta la cuenca de Farallón) < 3 500 m (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007; Figura 33).

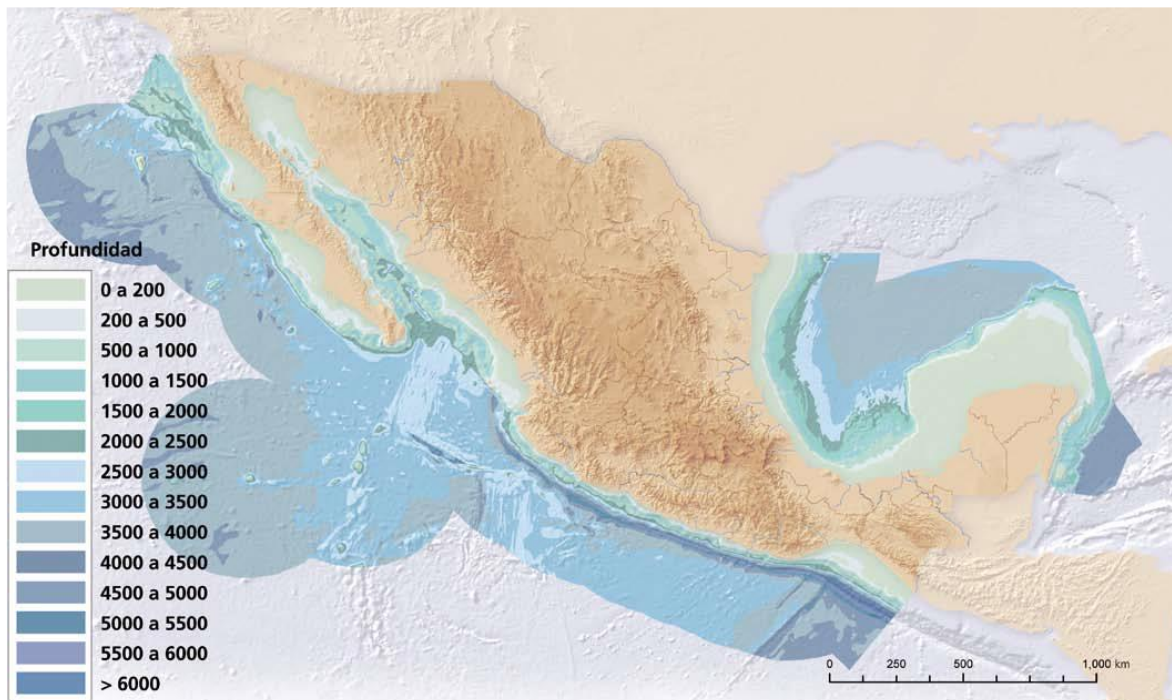


Figura 33. Batimetría de los mares mexicanos. Fuente: CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007.

La batimetría de Los Cabos es variable, modificada generalmente por los deltas lagunares, por la energía de la acción mareal y el flujo de escorrentías, además de que está dominada por la estructura del cañón submarino San José. Frente a las ensenadas los contornos batimétricos adoptan la forma de la línea de costa con pendientes suaves de 2% a 4% (Figura 34 y Figura 35).



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”

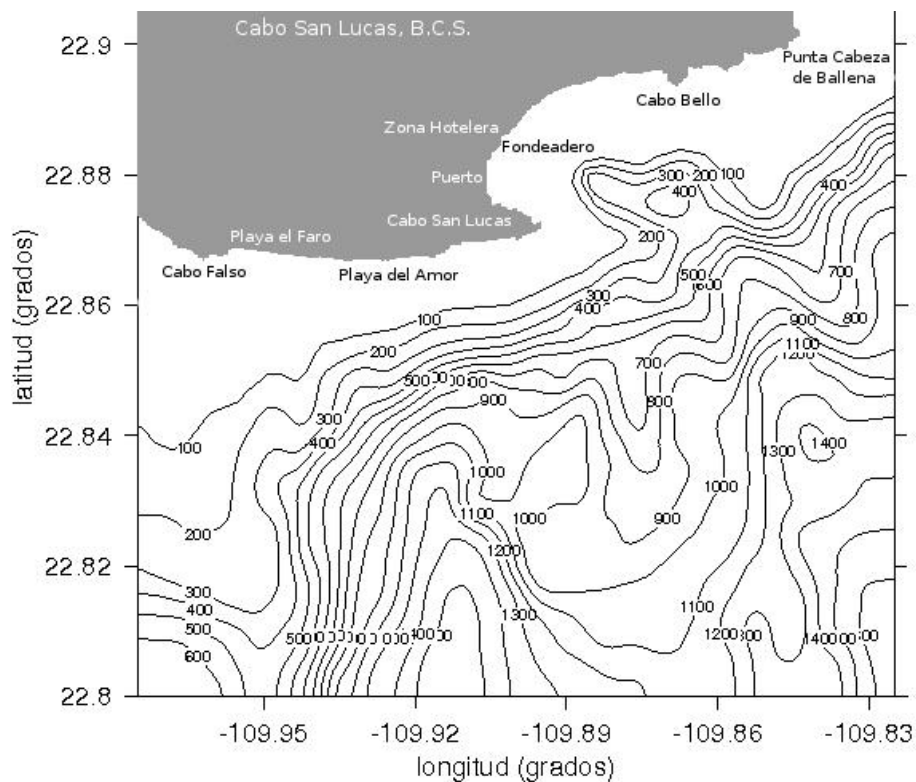


Figura 34. Batimetría Cabo San Lucas.

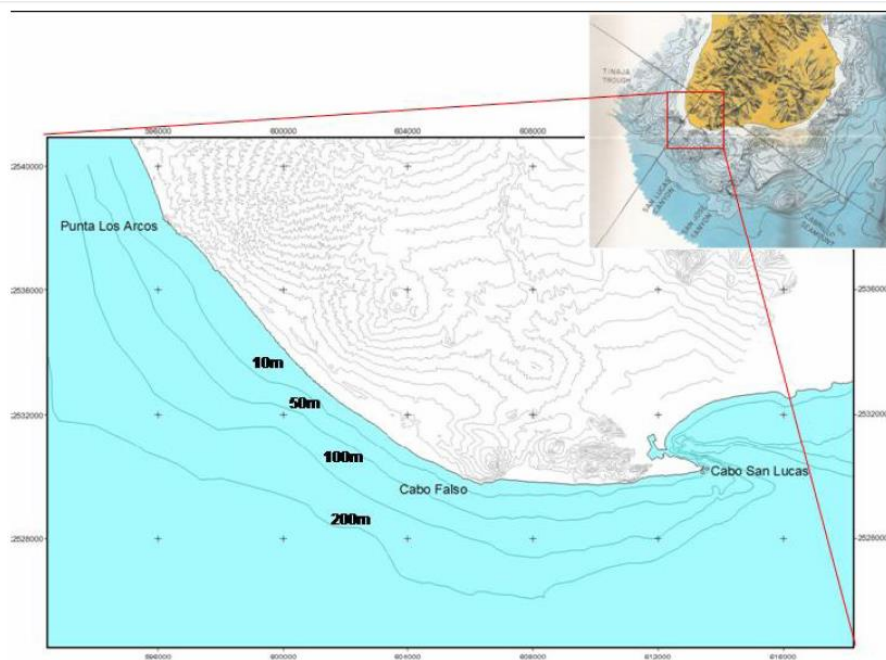


Figura 35. Batimetría playa El Faro.

La playa conocida como el faro tiene un periodo de erosión es de junio a diciembre, mientras que la mayor acumulación de sedimento ocurre en diciembre



a febrero asociado con el proceso de recuperación natural de un sistema de playa-duna. Sin embargo, la mayor inestabilidad de las dunas se genera por la pérdida de vegetación por el paso de vehículos todo terreno.

- Corrientes superficiales

La península de Baja California se encuentra influenciada al occidente por la corriente de California, la cual va en sentido de norte – sur hasta el final de la península donde toma dirección al oeste, formando parte de la corriente norecuatorial. Al oriente se encuentra la corriente del Golfo de California que va de norte a sur de la península y finalmente se fusiona con la corriente norecuatorial. De sur a norte se encuentra la corriente costera de Costa Rica (corriente mexicana) la cual entra en el Golfo de California y al salir del golfo también hace parte de la corriente norecuatorial (De la Lanza, 2004).

Entre Cabo San Lucas y San José del Cabo se presentan corrientes oceánicas superficiales que van en dirección al sureste con velocidades entre los 10 a 15 cm/s de febrero a mayo y noroeste con velocidades de 10 cm/s entre junio y septiembre (Pérez, 2010).

Las corrientes de Cabo San Lucas son erráticas y peligrosas, se puede presentar una fuerte corriente hacia el oeste. La corriente de marea se puede sentir a lo largo de toda la costa; la velocidad y dirección de las corrientes de mareas dependen en gran parte de los vientos reinantes (DIGAOHM).

- Mareas

La marea local es mixta semidiurna con un promedio de altura de marea máxima de 0.457 m y mínima de -0.609 m, 0.87 m de mareas muertas mientras que para mareas vivas es de 1.41 m; presentando dos máximos y dos mínimos por día, en donde los rangos promedios son de 0.6 m durante las mareas muertas y 1.76 m durante las mareas vivas. Por lo cual, se considera una costa de alta energía por la poca variabilidad relativa, la persistencia de vientos locales y la presencia de grandes olas de viento y oleaje.

La naturaleza reversaba de las corrientes de mareas sugieren que no juegan un papel importante en el transporte de sedimento. Bajo condiciones de tormenta la mayor elevación obtenida fue de aproximadamente 95 cm, asociada con el paso del huracán Lisa en 1976; dada la geometría de la costa, forma y pendiente del fondo esta región no favorece la formación de grandes elevaciones de nivel por tensión del viento, ya que el agua no puede concentrarse debido a que es una zona abierta, por lo cual se forman corrientes a lo largo de la costa.

El aporte por transporte de sedimento a lo largo de la costa se da por el rompimiento del oleaje cerca de la costa combinado con patrones horizontales y verticales de corrientes. Algunas veces este transporte implica solamente un reacomodo local de arena y otras, consiste de grandes desplazamientos de



sedimento (cientos a miles de metros) a lo largo de la costa cada año. Este transporte ocurre principalmente entre la zona de rompiente del oleaje y la línea de costa: es uno de los factores importantes que controlan la morfología de las playas, determinando en gran medida su erosión, acreación o estabilización.

- Oleaje

La zona de Cabo San Lucas está sometida a tres regímenes de oleaje, el distante, el local y el de tormenta. El primero proviene del suroeste, afecta a la zona principalmente durante los meses de primavera y verano; el segundo, procedente del noreste lo hace durante los meses de otoño e invierno y el tercero se presenta cada vez que se aproxima una perturbación tropical a la zona, por lo general en verano. El oleaje de swell también conocido como distante, primavera-verano en el Pacífico Sur; es un oleaje altamente energético con periodos entre 11 y 16 segundos y alturas de 1.5 a 2.5 m. Como oleaje local consideramos el que se genera dentro del Golfo de California, con períodos más cortos y alturas más bajas; por lo regular los periodos oscilan entre 4 y 8 segundos con alturas de 1 a 2 m (Ayuntamiento de Los Cabos B.C.S., 2013).

El oleaje de tormenta se genera durante el paso de las perturbaciones tropicales, altamente energéticos de periodos cortos (8-10 segundos) y alturas de 2 a 4 m (Ayuntamiento de Los Cabos B.C.S., 2013).

En los Cabos, la mayor observación se dio alrededor de 75 cm y se asoció al huracán Liza en 1976 (Ayuntamiento de Los Cabos B.C.S., 2013).

- Transporte litoral

El transporte litoral es el movimiento de arena causado por la incidencia oblicua del oleaje, éste cambia dependiendo de las condiciones climáticas, siendo más abundante durante los huracanes. De acuerdo al modelo desarrollado por Frías y Moreno (1988), el transporte litoral en la playa El Faro en Cabo San Lucas durante tres meses es de 42.817554 m³ de arena y en un huracán de tres días genera 38.1874268 m³ de arena. Por lo cual, el transporte litoral causado por un huracán en 3 días puede ser equivalente al transporte litoral provocado por 3 meses de oleaje normal. Las playas expuestas del Océano Pacífico de Cabo San Lucas a Punta Gorda no se encuentran equilibradas debido a la gran cantidad de energía del oleaje y permite que el sedimento viaje libremente a lo largo de cada playa (Nava-Sánchez *et al.* 1994).

- Fuentes de abastecimiento de los materiales de litoral

En Cabo San Lucas, los sedimentos son arenas gruesas y arenas muy gruesas, de composición feldsarenítica, lo cual indica una fuente cercana de sedimentos con condiciones de alta energía (SECTUR, 2014). En la cabecera del cañón en la bahía de Cabo San Lucas se encuentran las cascadas de arena, originadas por la pérdida o salida de sedimentos en la bahía por atrapamiento del mismo en la



cabecera y taludes del cañón submarino. En caso de que disminuya la descarga fluvial de sedimentos a la línea de costa, a través del arroyo El Salto, la formación de cascadas de arena también podría disminuir. El ingreso de sedimentos por la corriente litoral desde el Pacífico hacia la parte sur de la bahía también abastece de sedimentos, siendo el más importante para las cascadas de arena, por lo que la eventual afectación del transporte litoral hacia el sur en la costa del Pacífico, resultará en una reducción en el flujo de las cascadas de arena (Montoya, 2013).

- Dirección de transporte litoral

La playa El Faro es afectada por oleaje del noroeste con mucha frecuencia y con un ángulo de incidencia importante, esto causa una importante corriente paralela a la costa que transporta arena hacia el sureste normalmente (SECTUR, 2014).

- Características de los materiales de litoral

Navarro-Lozano (2006) determinó que el sedimento de la bahía de Cabo San Lucas es redistribuido sobre las playas por efecto del ángulo de incidencia de las olas de tipo Swell con periodo de 10 a 12 s. Esto origina una mejor selección en el tamaño de grano, además del efecto de la batimetría y salientes rocosas que condicionan la dinámica del sedimento y las corrientes litorales. El material que conforma el sustrato de 0 a 10 m es ligeramente gravoso y entre los 10 m a 45 m es arenoso. Por otro lado, el tamaño de sedimento presenta un comportamiento perpendicular a la línea de costa de arena gruesa en la parte oriental de la bahía a arena media a fina hacia la parte occidental. Este comportamiento se pudiera relacionar con la refracción que sufre el oleaje cuando entra a la bahía (CONANP, 2012).

- Pérdida de material

Las playas de Los Cabos presentan un crecimiento de 0.45 m/año, para el caso de Cabo San Lucas se presentan acreciones de hasta 1.9 m/año y hasta 2.4 m/año de erosión, esto como resultado del oleaje proveniente del oriente con periodos de 22 segundos (SECTUR, 2014).

MODELO DE DISPERSIÓN DE LA PLUMA DE UNA DESALADORA EN LA COSTA DE LOS CABOS, B.C.S.

La descarga directa al mar de la salmuera de rechazo, procedente de los procesos de desalación, forma una pluma de agua muy densa que por su mayor densidad fluye por gravedad sobre el fondo marino en la dirección de máxima pendiente, (siguiendo las bajadas más empinadas). La diferencia de densidad entre el agua de mar circundante y la salmuera hace que los procesos de dilución de la salmuera sean naturalmente lentos, por lo cual se propone usar un difusor vénturi a alta presión para acelerar el proceso de mezcla.



Estas plumas hipersalinas se extienden sobre áreas del fondo afectando a su paso a las comunidades bentónicas presentes. Si la planta desaladora descarga la salmuera a través de un emisor submarino, se pronostica el flujo de la salmuera bajo diferentes condiciones hidrodinámicas.

Entre mayores sean las corrientes y el oleaje de la zona, habrá mayor mezcla que favorecerá la dilución de los márgenes laterales de la pluma y por consiguiente la reducción de la zona de afección o impacto.

Los recorridos de estas plumas de salmuera causan un pasillo de ausencia de cobertura vegetal. El área afectada, comparada con la extensión de la costa es poco significativa y no se observan comunidades importantes que puedan ser afectadas.

La construcción de una planta desaladora para Los Cabos es muy importante, ya que la extracción de agua dulce a partir de agua de mares actualmente la principal premisa tecnológica para satisfacer la creciente demanda de agua potable de la población de Los Cabos, que es la segunda ciudad con mayor crecimiento en México y la desalación es la más importante fuente artificial de agua dulce.

Las condiciones climáticas (la tasa de precipitación anual es de 180 mm/año), los grandes periodos de sequía, la escasez de otros recursos de agua, etc., causan problemas socio-demográficos graves (incremento de la población, desarrollo de la industria turística, etc.). El futuro de sus zonas costeras depende de que el abastecimiento del agua potable sea cubierto a través de la desalación de agua de mar. En el caso concreto de Los Cabos, B.C.S., el crecimiento del sector turístico ha convertido la desalación en la fuente disponible de agua potable.

La condición semidesértica de la región causa necesidad y demanda de agua potable que se puede solucionar con plantas desaladoras de ósmosis inversa que es la más rentable de las tecnologías de desalación. Otra ventaja es que el agua se requiere en la zona costera. Hay desaladoras por destilación, pero la ósmosis inversa, tiene un menor costo de inversión, menor consumo energético y menor necesidad de espacio.

La ósmosis inversa suele tener unos rendimientos [(agua producto/agua alimentación) \times 100] del orden del 50 %, por lo que puede producir un agua de rechazo hipersalino o salmuera con una concentración en sales (6.5%) casi el doble que la del agua de mar (3.5%). La mayoría de las desaladoras en otros países vierten esta salmuera directamente al mar, pero a través de diferentes sistemas de descarga (emisor submarino con o sin sistemas difusores, aliviadero superficial, rebose desde acantilado, vertido en escollera, etc.).

Para evitar los efectos de la salmuera se agrega una etapa de dilución y se vierte agua de mar a 3.8%, que es casi igual a 3.65% del agua de mar.



Cuando se descarga la salmuera en las proximidades del punto de descarga, zona denominada como campo cercano, es donde se suelen producir los procesos de dilución de dichos vertidos de salmuera, ya que la energía cinética con que el efluente suele llegar al mar produce turbulencias que son las que favorecen los rápidos y eficaces procesos de mezclado con el agua del medio receptor, este proceso de mezcla es especialmente intenso cuando hay oleaje mayor a dos metros, como es el caso.

A cierta distancia del punto de descarga, donde se acaba el impulso de avance del efluente y por tanto se acaba la turbulencia asociada, la salmuera se hunde por tener mayor densidad; esta salmuera se convierte en una pluma hipersalina que se dispersa por el fondo con poca dilución, siguiendo las líneas de máxima pendiente; a esta región se le denomina campo lejano y es allí donde la columna de agua se presenta como un fluido bicapa, donde el agua marina ocupa la capa superior y la salmuera la inferior. A medida que avanza la salmuera va aumentando su ancho por esparcimiento lateral, disminuyendo consecuentemente su espesor, pero el grado de estratificación es tan grande entre ambas capas que hace que los procesos de intercambio y dilución sean muy lentos, aun cuando exista algo de corriente y oleaje. Por tanto, los vertidos de salmuera, cuyo sistema de descarga no tenga una alta capacidad de dilución inicial, evolucionan en plumas con salinidades muy altas y por consiguiente se extienden sobre amplias extensiones, afectando a su paso a las comunidades bentónicas presentes.

El flujo o caudal de la salmuera, su salinidad y los subproductos derivados de los tratamientos químicos tendrán un impacto, que afectarán al medio bentónico, dependiendo del ecosistema en la zona de descarga, de la batimetría y rugosidad del fondo, así como de las condiciones meteorológicas y oceanográficas reinantes de la zona. Estas condiciones establecen en gran medida el grado de exposición hidrodinámica del medio receptor pudiendo condicionar, en determinados casos, los procesos de dispersión del vertido de la salmuera. El impacto de estos vertidos empezó a requerir su atención cuando se detectó su afección sobre uno de los ecosistemas de mayor importancia ecológica de las zonas costeras, las praderas de fanerógamas marinas.

En el año 2003, el Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Alicante, el Centro Oceanográfico de Murcia del Instituto Español de Oceanografía, el Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona y al Centre d'Estudis Avançats de Blanes del CSIC, todos ellos coordinados por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento (CEDEX), estudiaron, tanto en laboratorio como in situ, el efecto de los aumentos de salmuera sobre *Posidonia oceánica*. Entre las conclusiones del estudio se extrajeron una serie de recomendaciones para la protección de las praderas marinas frente a estos vertidos de salmuera; destacando que:



- En ningún punto de la pradera podrá superarse la salinidad de 38.5 psu (unidades prácticas de salinidad) en más del 25% de las observaciones
- En ningún punto de la pradera la salinidad podrá superar 40 psu en más del 5% de las observaciones

Como resultado de estos trabajos se propusieron nuevos estudios sobre el comportamiento de la salmuera, sobre sus efectos, así como sobre los diseños, estrategias y recomendaciones de su descarga en el medio marino.

En las plantas desaladoras en funcionamiento se comenzó a desarrollar, proceder y monitorear con diferentes medidas correctoras y de minimización como el incremento de difusores en los emisores, aumentando la longitud del emisor a zonas más profundas o más hidrodinámicas, la dilución del agua de rechazo antes de su descarga, la mezcla con aguas depuradas, etc. En los nuevos proyectos de desaladoras se están planteando distintos diseños y recomendaciones que minimicen los efectos dañinos sobre las praderas marinas.

El objetivo del presente estudio fue la caracterización del proceso de dispersión de la salmuera bajo diferentes condiciones hidrodinámicas y su influencia e interacción en la distribución espacial de las praderas marinas en la zona de afección. Se pretendió estudiar el comportamiento habitual del proceso de dispersión de la pluma de salmuera, el efecto de las variaciones del grado de exposición hidrodinámica del medio receptor en dicho proceso, así como su influencia en la distribución de las praderas marinas de la zona. Este estudio se llevó a cabo en la planta desaladora Maspalomas II al sur de la isla de Gran Canaria (Islas Canarias- España), que vierte sobre parte del sebadal de mayor extensión e importancia ecológica de la isla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del vertido de salmuera y zona de estudio.

El proyecto se ubicará al Oeste del puerto, en la costa arenosa del Océano Pacífico, frente a la cual hay una plataforma continental angosta y cuyas playas son de gran interés turístico.

La primera planta desaladora Cabo San Lucas comenzó a operar en 2006 y en la actualidad, tras varias reformas y ampliaciones, tiene una producción promedio de unos 200 m³ /s de agua potable. Proyecto: Planta Desaladora de Agua de Mar para el Abastecimiento de Cabo San Lucas, B.C.S. (<http://www.oomsapasl.com/publico/desalinizadora/index.aspx#3>).

Hasta la fecha (mayo 2019) el vertido de la Planta Desaladora Cabo San Lucas I es directo a la cara de la playa, sin difusor vénturi, ni tanque de dilución de salmuera.



Se corrió un Modelo Hidrodinámico Numérico que reprodujera el campo de corriente de la zona de estudio y se aplicó un modelo de dispersión para pronosticar el efecto del vertido directo de la salmuera por medio de un emisor submarino con vénturi.

Se consideraron diversas opciones de condiciones hidrodinámicas y de salmuera para pronosticar el vertido y graficar las isohalinas (curvas de igual salinidad).

RESULTADOS

En las Figura 36 a Figura 44 observan los modelos con diferentes velocidades de corrientes costeras, mostrando que a mayor sea la corriente, la dispersión es mayor y por ende, la afectación es menor. Los modelos con velocidad de corriente y oleaje bajos presentan un área de influencia mayor que en los casos anteriores; distribuyéndose poco más de un kilómetro.

Después de analizar las plantas desaladoras en funcionamiento, se comenzaron a aplicar diferentes medidas correctivas y de minimización, así como a probar el incremento de difusores en los emisores submarinos, aumentando la longitud del emisor a zonas más profundas o descargar en zonas cuya hidrodinámica propicie más mezcla, la dilución del agua de rechazo antes de su descarga, la mezcla con aguas recicladas, etc. En los nuevos proyectos de desaladoras se están planteando distintos diseños y recomendaciones que minimicen los efectos dañinos sobre las comunidades bentónicas.

La distribución espacial horizontal de la salinidad se representó solamente en el fondo, ya que la descarga de salmuera en apenas 12 m de distancia del punto de descarga se encontraba en su totalidad en el lecho marino y la salmuera siempre fluye por el fondo debido a su mayor densidad.

La descarga de salmuera se grafica desde el extremo del emisor hasta 38 psu o 38 partes por mil, que es una concentración que ya es inocua para los organismos bentónicos.

El área de afectación se calcula con la superficie del fondo que rodea la isohalina de 38 psu.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 36 se muestra el modelo de dispersión de salmuera en el agua con difusor Vénturi.

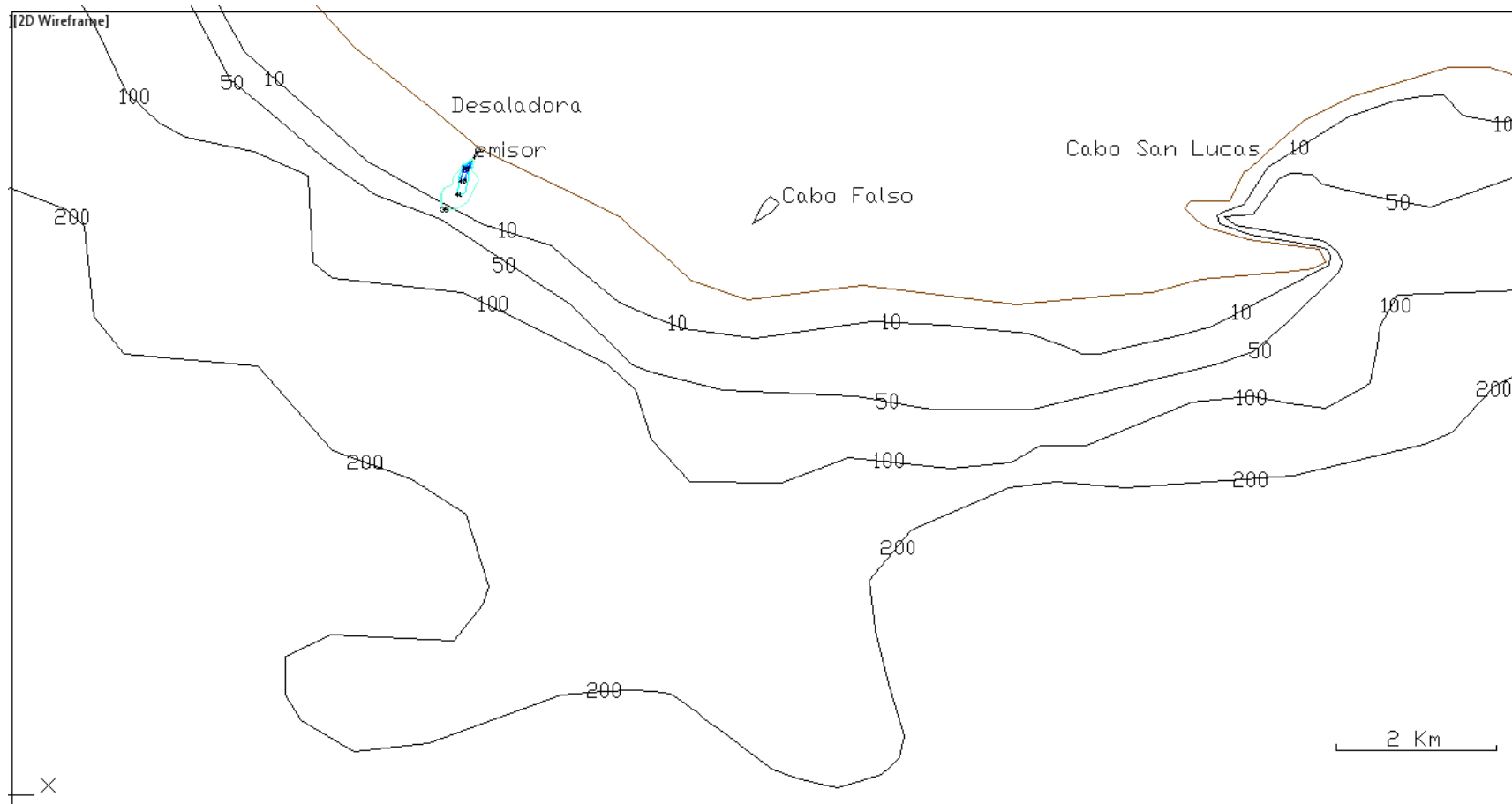


Figura 36. Pronóstico de la pluma de salmuera descargada por un emisor submarino con difusor vénturi.

En la Figura 37 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso A. La salmuera tiene un efecto negativo en 16.5 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”

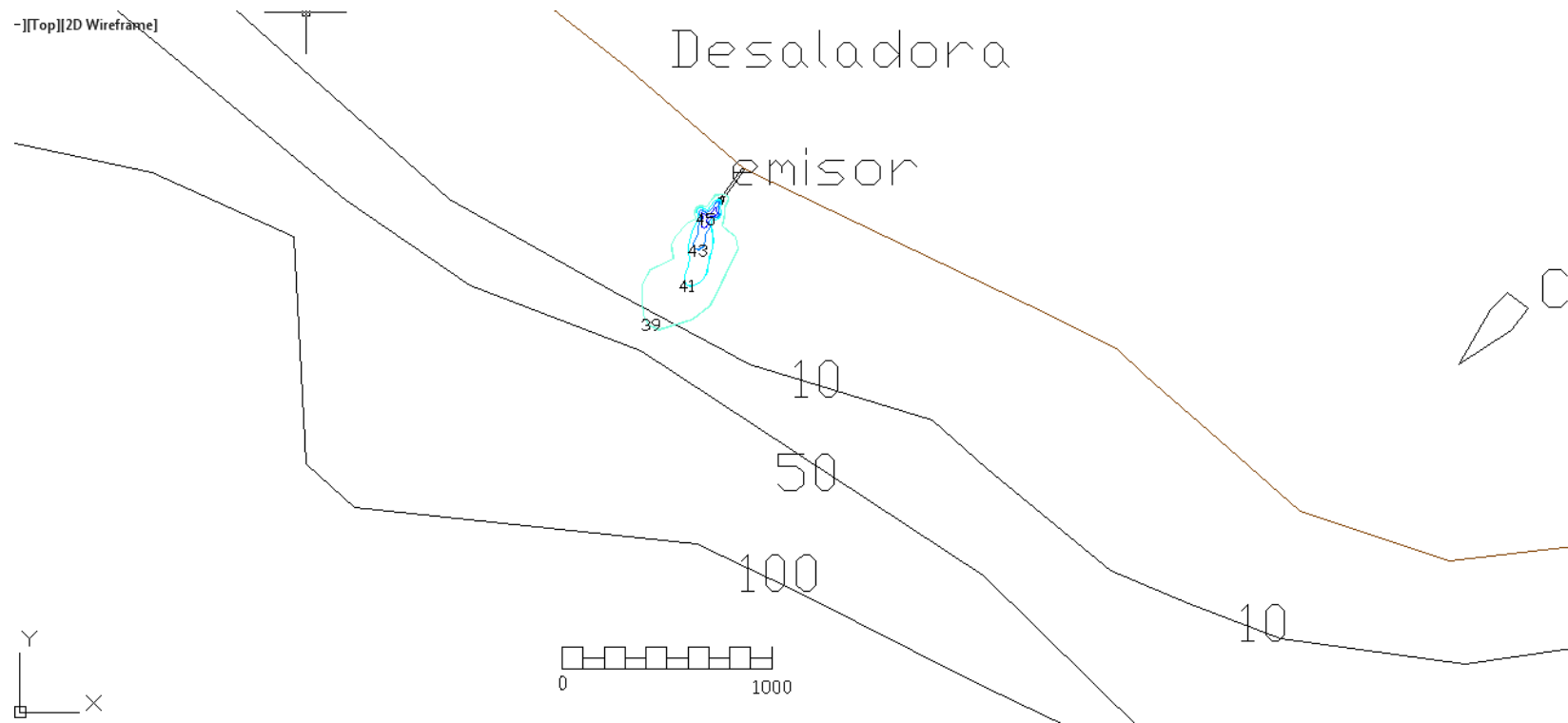


Figura 37. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso A.



En la Figura 38 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso B. La salmuera tiene un efecto negativo en 3.8 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

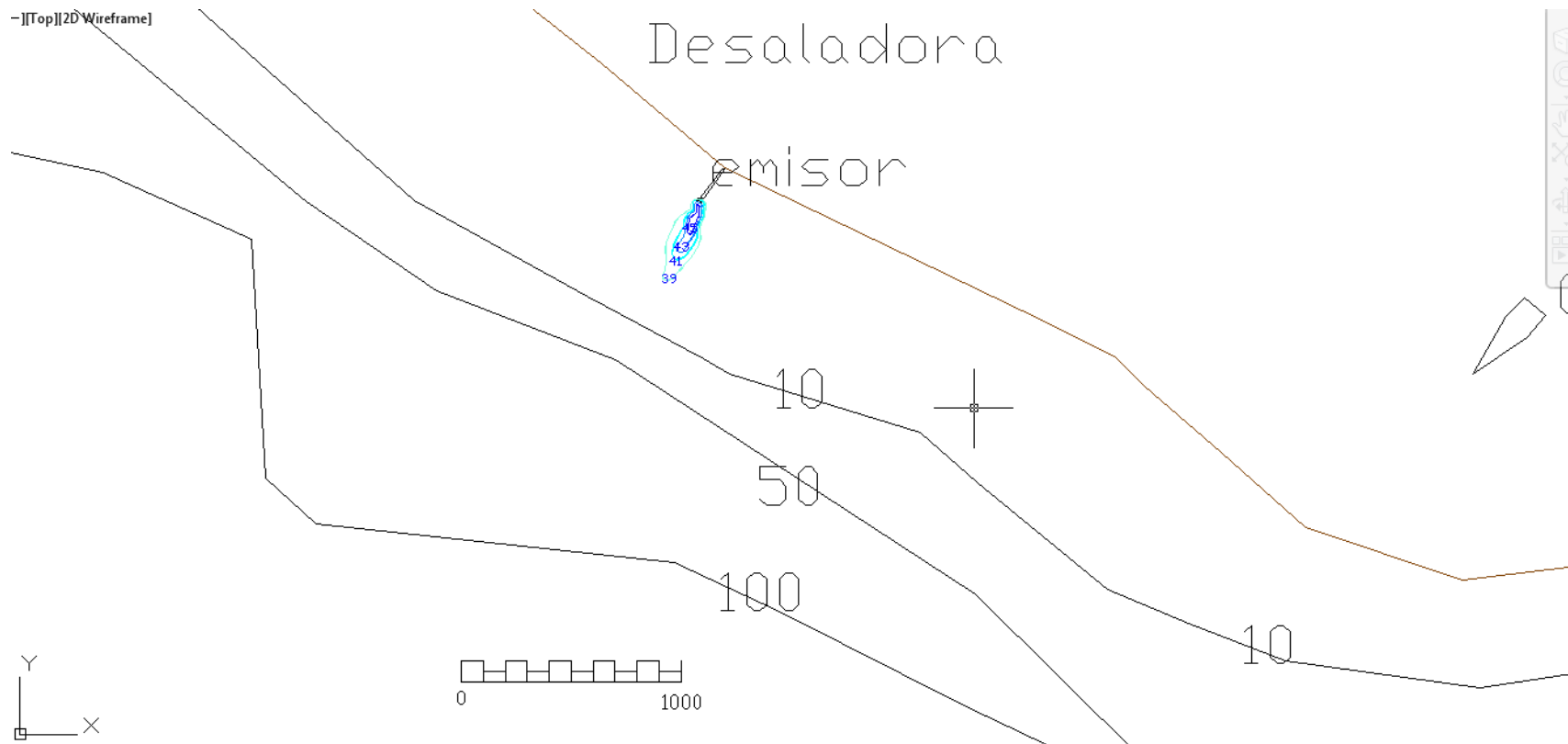


Figura 38. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso B.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 39 observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso C. La salmuera tiene un efecto negativo en 3.8 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

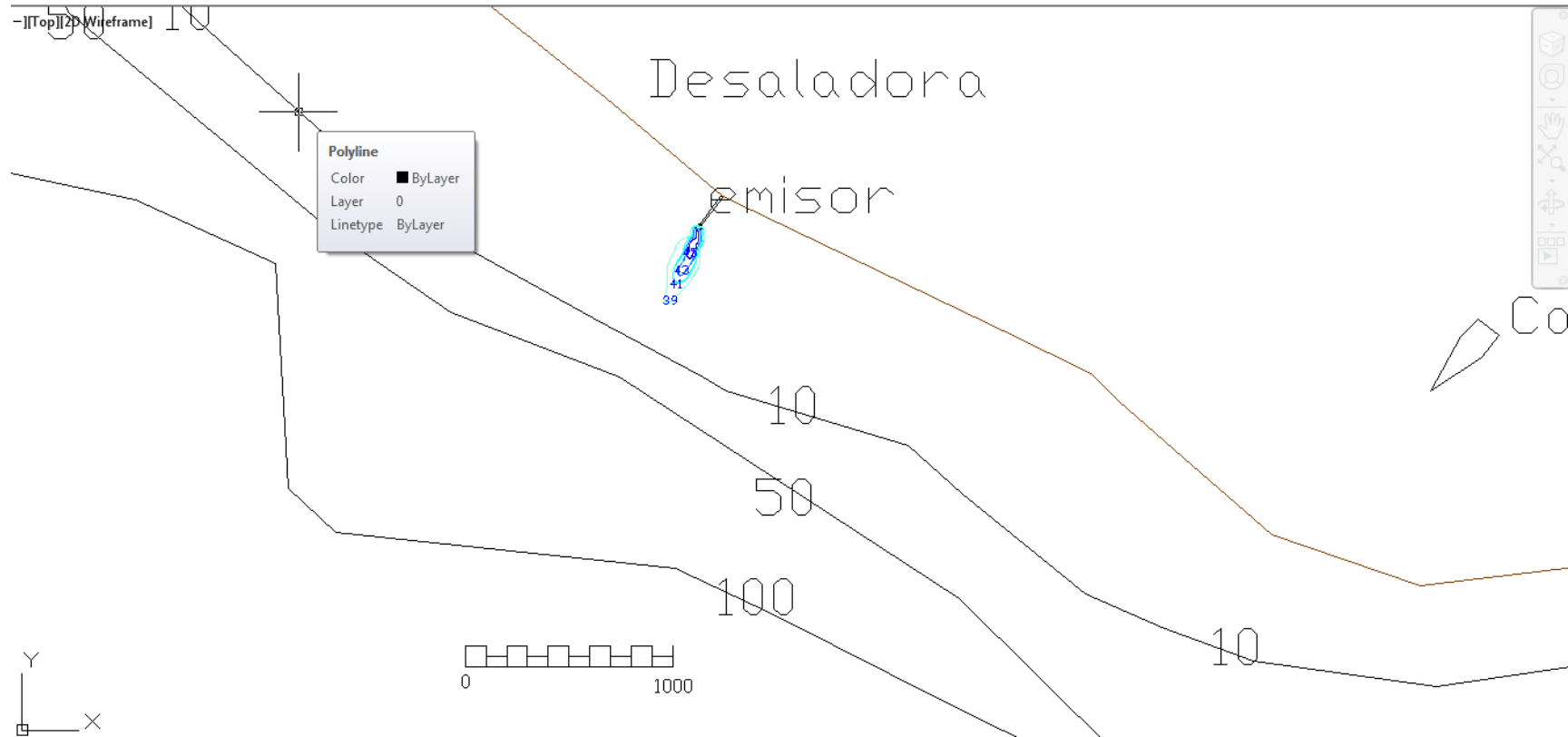


Figura 39. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso C.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 40 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso D. La salmuera tiene un efecto negativo en 11.6 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

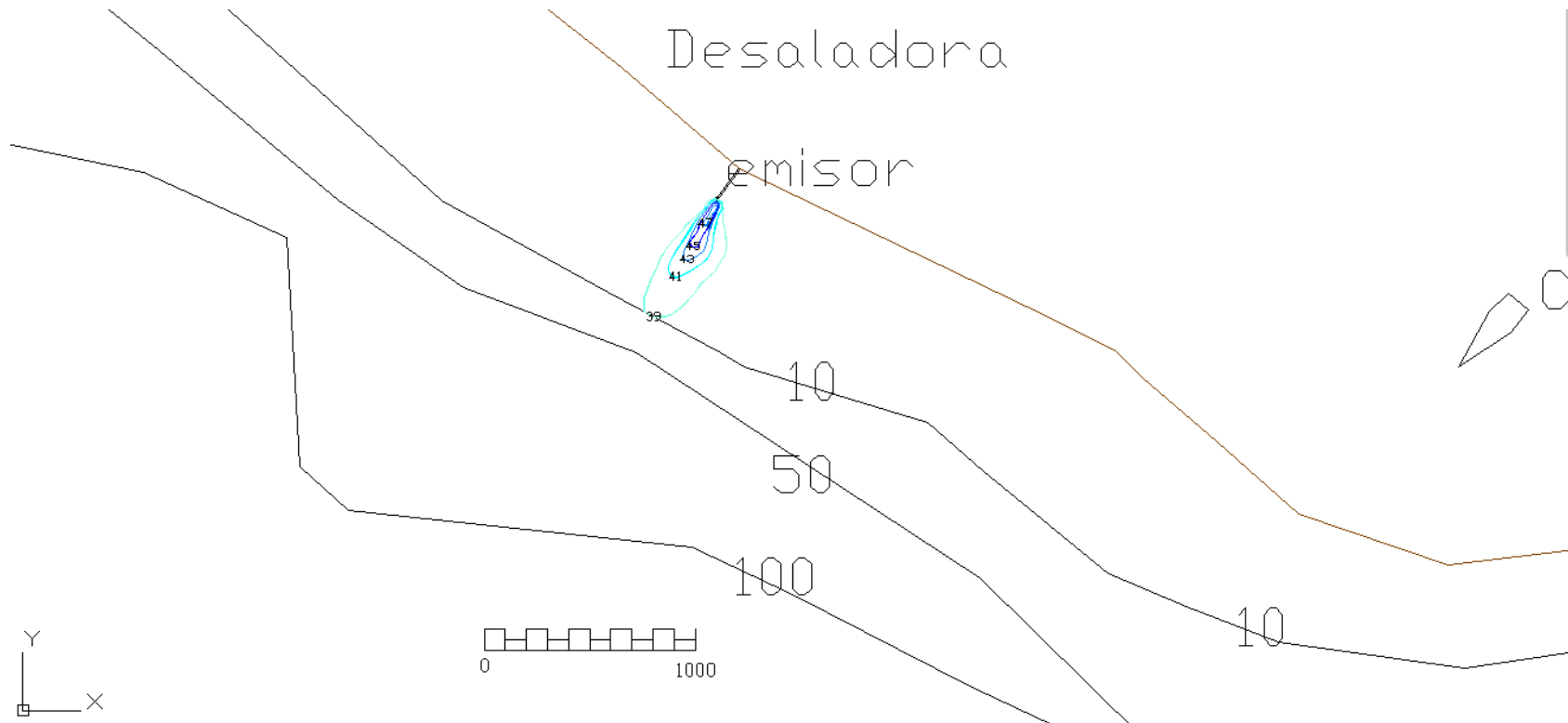


Figura 40. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso D.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 41 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso E. La salmuera tiene un efecto negativo en 11.6 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

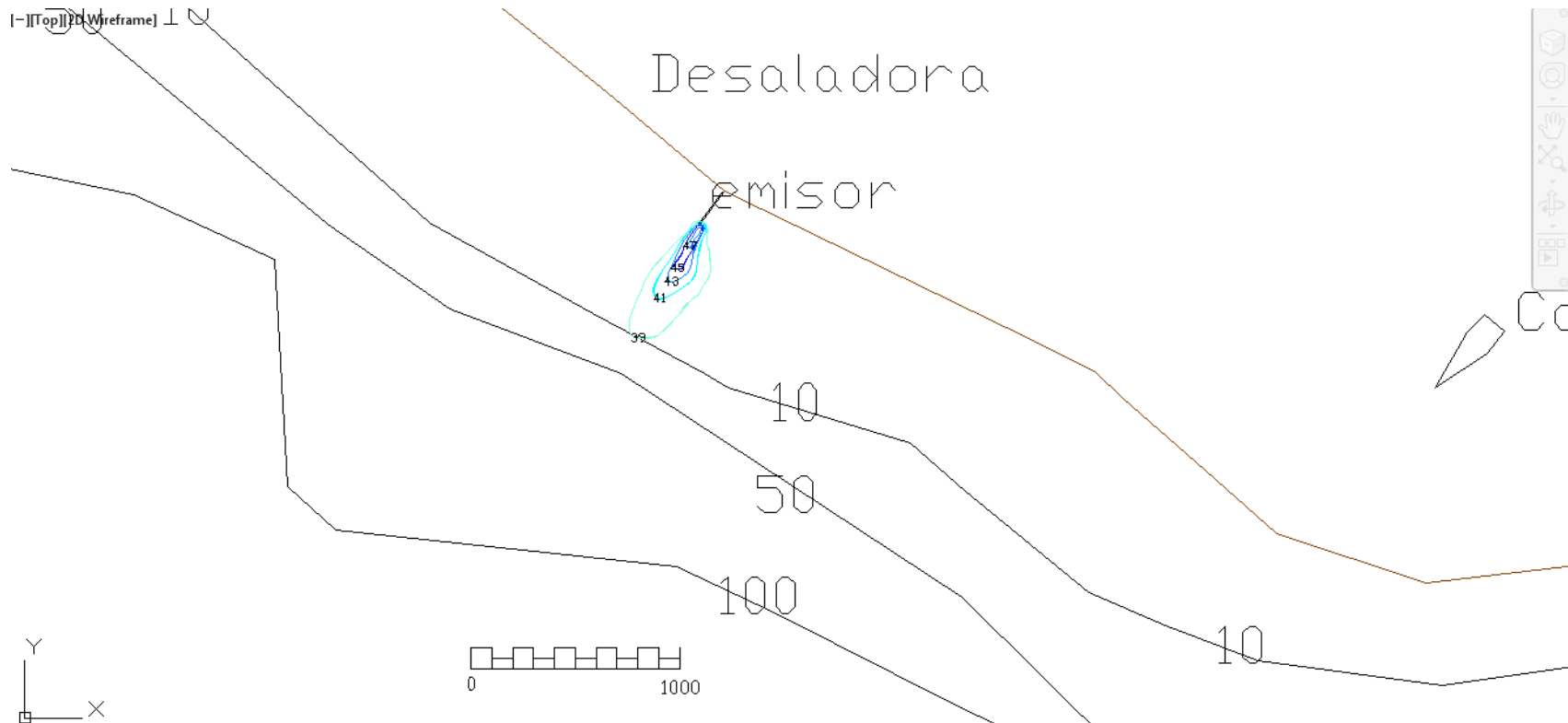


Figura 41. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso E.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 42 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso F. La salmuera tiene un efecto negativo en 11.6 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

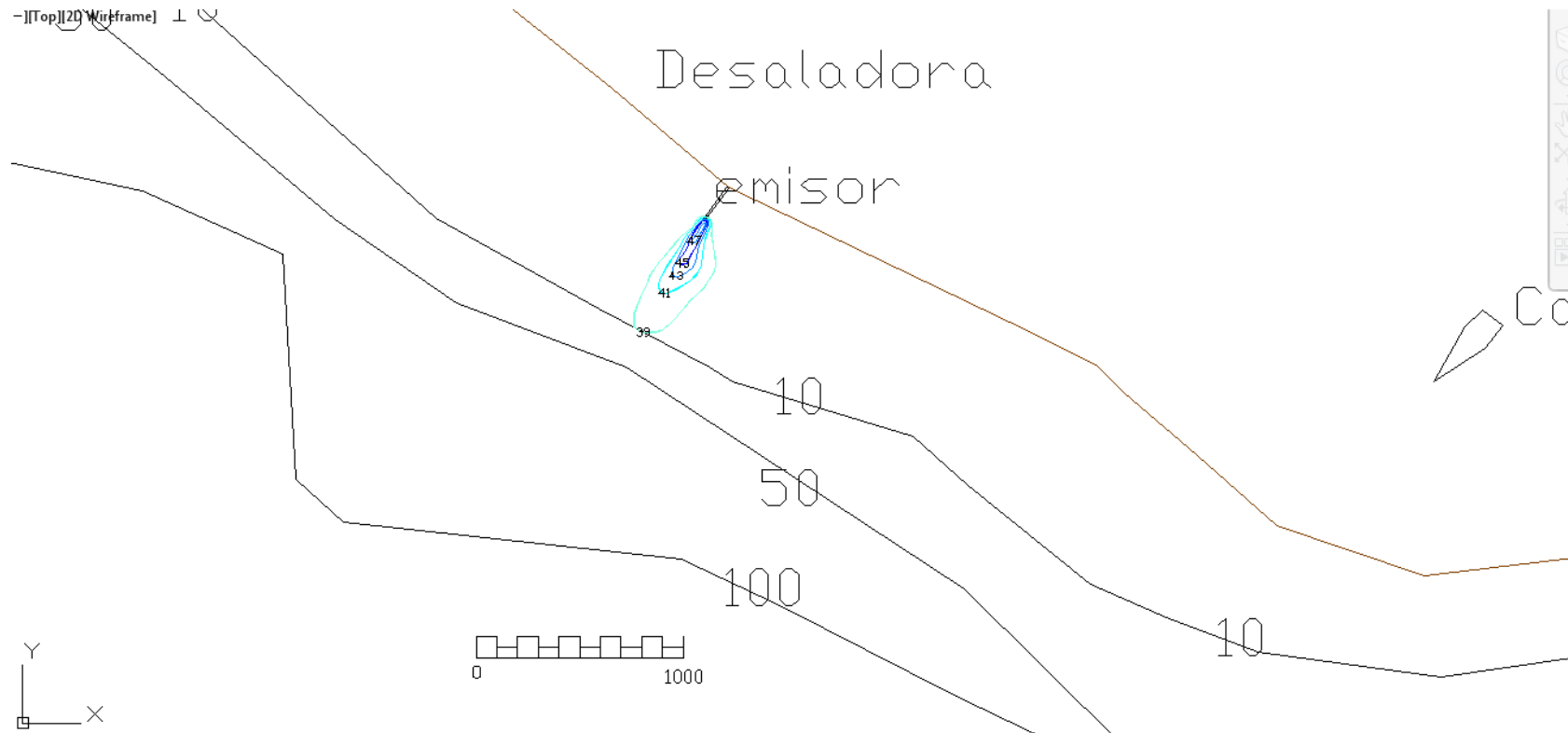


Figura 42. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso F.

En la Figura 43 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso G. La salmuera tiene un efecto negativo en 8.1 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”

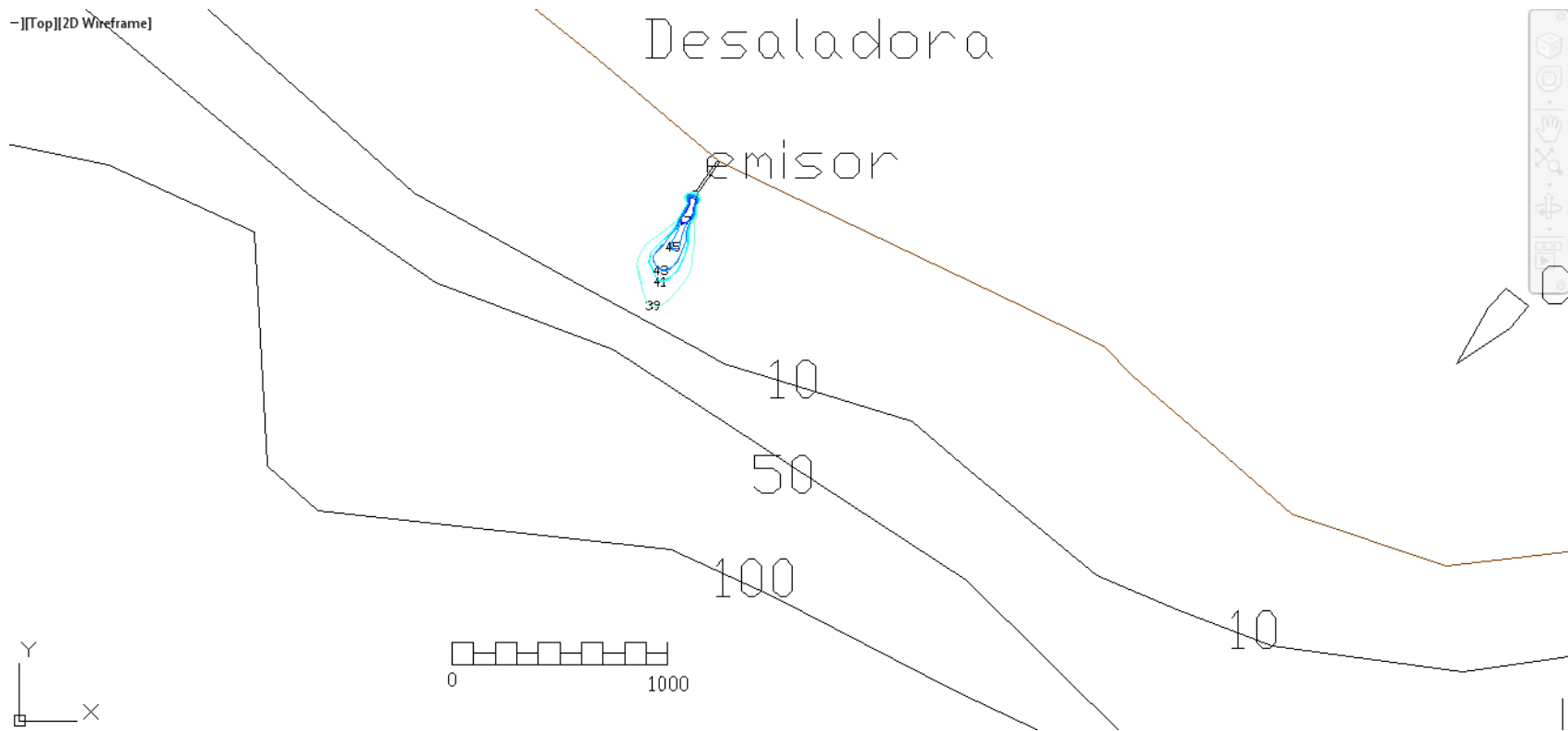


Figura 43. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso G.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En la Figura 44 se observa la pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 de Cabo San Lucas caso H. La salmuera tiene un efecto negativo en 23.8 Ha de la pluma generada por el emisor submarino.

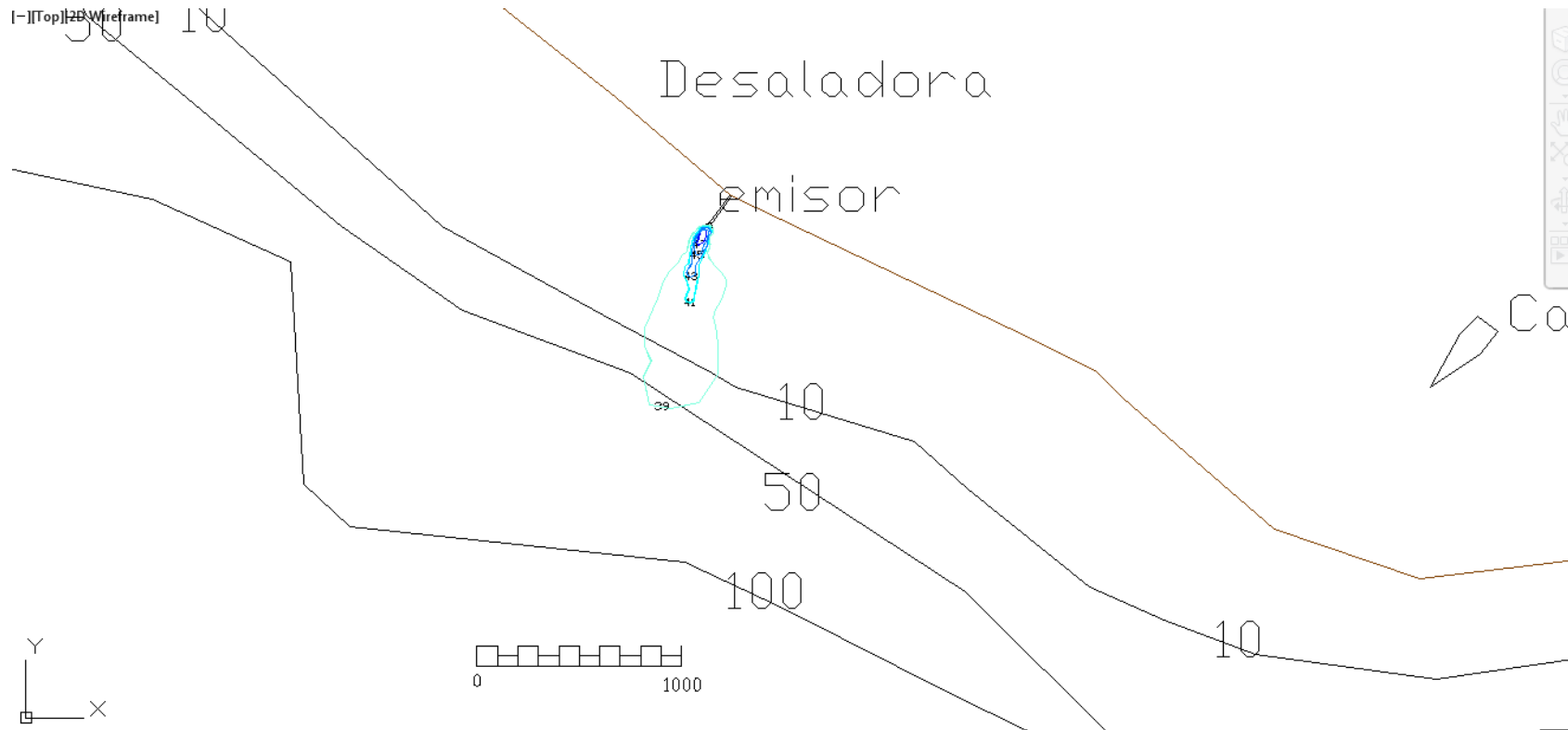


Figura 44. Pluma de dilución de la salmuera por el emisor submarino de la desaladora 2 De Cabo San Lucas caso H.



CONCLUSIONES

Se observó que entre mayor es la mezcla por oleaje y corrientes, es menor el área de afectación.

El caso H, que mostró la mayor área de afectación, coincide con una corriente débil y poco oleaje, lo cual permite que el agua densa avance más sin diluirse.

Si el parámetro más crítico en la afectación de la salmuera al bentos, es la mezcla, entonces **deberá mezclarse la salmuera antes de ser descargada**, para lo cual se deberán construir tanques de dilución: Si la salinidad del mar es de 36.5 psu o 36.5 partes por mil y la salmuera de 65 psu, si se mezclan 20 metros cúbicos de agua de mar por cada metro cúbico de salmuera, se obtiene agua de mar a 38 psu que es inocua. De hecho las lagunas costeras de Baja California descargan salmuera por el fondo de sus canales a 38 psu y aun así el fondo está lleno de organismos.

En la simulación, las plumas de salmuera fueron alargadas, apuntando hacia la pendiente del talud del fondo, pero dependiendo de la corriente, se dispersaron más perpendicularmente al flujo y a la pendiente (se dispersaron paralelamente a la costa) cuando hubo menor corriente, pero fueron más alargadas, angostas y fluyeron perpendicularmente a la costa, cuando la corriente era más intensa, pues causó más mezcla y más rápidamente disminuyó la concentración a 38 psu y por lo tanto, desapareció como salmuera.

De cualquier manera, el área con mayor afectación en los modelos es mínima en comparación con la plataforma que se encuentra frente a la celda litoral, que es mucho mayor y por lo tanto el impacto es muy poco significativo.

IV.2.2. Aspectos bióticos

Ecosistema Terrestre

a) Flora

Para la descripción de los tipos de vegetación y/o uso de suelo presentes en el área de influencia definida para el proyecto, se tomó como base la clasificación del Conjunto de datos vectoriales de recursos forestales escala 1:50,000, del Estado de Baja California Sur (2015) y la Guía práctica para la interpretación de cartografía, uso de suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie V, publicada por INEGI (2014). Derivado de lo anterior, en la Tabla 16 se presenta la superficie ocupada por cada uno de estos usos de suelo, mientras que su ubicación geográfica se presenta en la Figura 45.

Con el desarrollo del proyecto se pretende afectar solamente 1 tipo de vegetación forestal (Vegetación halófila) la cual no presenta especies vegetales amenazadas descritas en la NOM-059-SEMARNAT -2010, por lo tanto, para esta asociación



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



se realizó un muestreo de vegetación específico, cuyos resultados se presentan en la descripción correspondiente (Tabla 17).

Tabla 16. Usos de suelo y/o vegetación presente en el área de influencia donde se ubica el proyecto.

Nº.	CLAVE	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE (Km ²)	%
1	MSC	Matorral sarcocaulé	9,065,591.45	906.559	54.23
2	AH	Asentamiento humano	3,188,319.26	318.832	19.07
3	MSC/VSa	VS arbustiva de matorral sarcocaulé	1,630,310.29	163.031	9.75
4	MSCC	Matorral sarco crasicaulé	912,269.56	91.227	5.46
5	DV	Sin vegetación aparente	820,468.25	82.047	4.91
6	ZU	Zona urbana	673,312.46	67.331	4.03
7	PC	Pastizal cultivado	425,532.45	42.553	2.55
8	VH	Vegetación Halófila	349,422.99	34.942	2.09
8		Totales	17,065,226.71	1,671.580	100.00

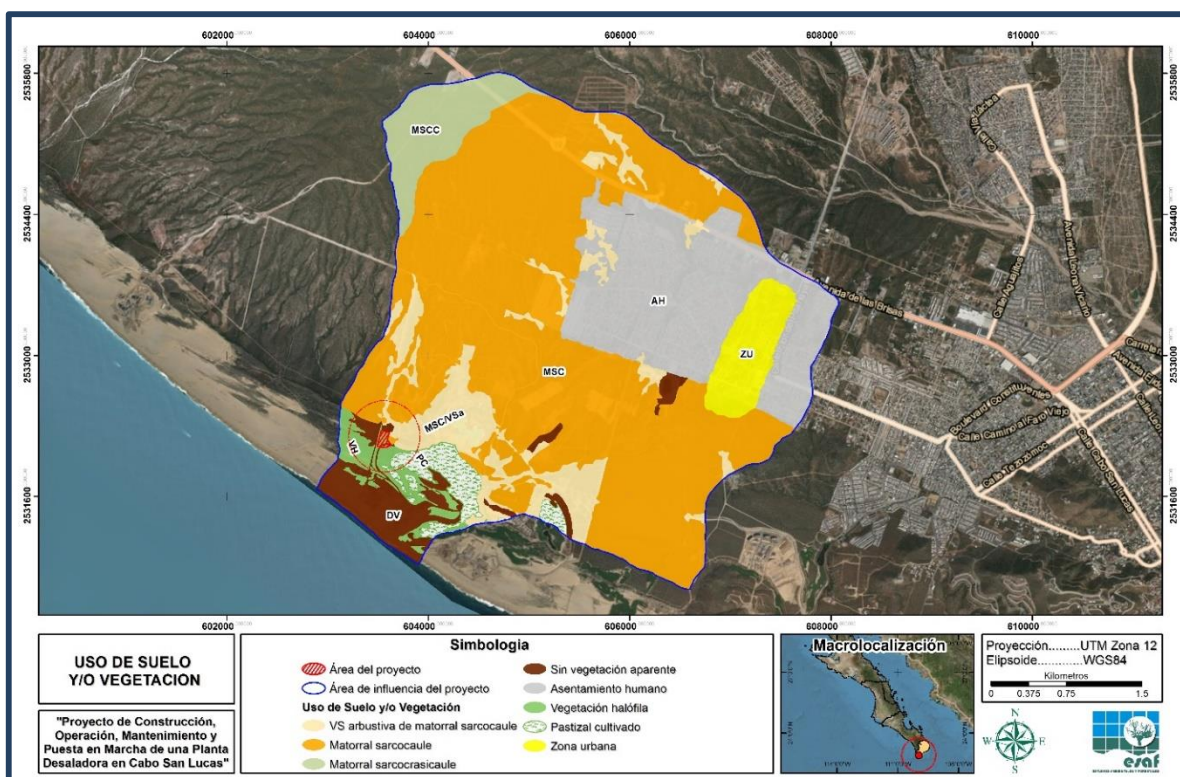


Figura 45. Tipo de vegetación que se reporta en el área de influencia del proyecto.



Tabla 17. Flora terrestre observada en el área del proyecto.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059- SEMARNAT-2010
1	Huizapol	<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae	No
2	Pasto costero	<i>Sporobolus virginicus</i>	Poaceae	No
3	Margarita	<i>Bahiopsis laciniata</i>	Asteraceae	No
4	Frijolito	<i>Phaseolus filiformis</i>	Fabaceae	No
5	Pata de pollo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Poaceae	Exótica Invasora
6	Copal	<i>Bursera hindsiana</i>	Burseraceae	No
7	Lomboy	<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	No
8	Bledo	<i>Celosia floribunda</i>	Amaranthaceae	No
9	Ébano	<i>Pithecellobium confine</i>	Fabaceae	No

Descripción por uso de suelo y/o vegetación a nivel área de influencia.

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los usos de suelo y/o vegetación identificados a nivel área de influencia en orden de mayor a menor superficie de ocupación.

Matorral Sarcocaulis: Es un tipo de comunidad que se caracteriza por la dominancia fisonómica de árboles y arbustos de tallos gruesos, de crecimiento tortuoso, semisuculentos, de madera blanda y con algunas especies que tienen una corteza papirácea y exfoliante. Aunque los tallos crasos y crasos columnares son también evidentes, no llegan a ser cuantitativamente importantes dentro de la comunidad. Este tipo de comunidad se desarrolla sobre suelos rocosos y pedregosos de origen volcánico. Se presentan principalmente en superficies con escasa elevación sobre el nivel del mar, ocupando planicies y lomeríos bajos (INEGI, 1995).

Estrato arbustivo superior: Las asociaciones de *Jatropha cuneata* y *Fouquieria diguetii* se acompañan de muchos elementos frecuentes en este tipo de matorrales como: *Pachycereus pringlei* (Cardón pelón), *Stenocereus thurberi* (pitahaya dulce), *Cercidium* spp y *Bursera hindsiana* (Copal) (INEGI, 1995).

Estrato arbustivo medio: Generalmente son las mismas especies, la diferencia estriba en su altura: *Jatropha cinerea* (Lomboy), *Stenocereus gummosus* (Pitahaya agria), *Cylindropuntia cholla* (Cholla), *Bursera microphylla* (Torote) (INEGI, 1995). Estrato inferior (generalmente herbáceo): Rzedowsky (1986), cita comunidades con cobertura de 10 a 15% donde sobresalen entre otros elementos: *Ruellia peninsularis* (Flor de campo), *Pedilanthus macrocarpus* (Candelilla), *Euphorbia misera* (Liga), *Aristida ascensionis*, *Bouteloua* spp., *Ferocactus* spp. En ciertas ocasiones también se puede encontrar: *Jatropha* spp, *Fouquieria* spp, *Opuntia* spp, *Bursera microphylla* y *Stenocereus gummosus* (INEGI, 1995). Este tipo de vegetación se desarrolla en una superficie de 906.559 ha que representa el 54.23% de la superficie total del área de influencia.



Asentamientos humanos. Se define como el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran. Se distribuye en una superficie de 318.832 ha (19.07% del total); refiriéndose básicamente a los Fraccionamientos Los Cangrejos I y II y al Fraccionamiento Brisas del Pacífico.

Vegetación secundaria. En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en la cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. (INEGI, 2014).

Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida. A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases: (INEGI, 2014).

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

Al interior del área de influencia se reporta la presencia de un solo tipo de vegetación secundaria, correspondiente a VSa de Matorral sarcocaula que se desarrolla en pequeños manchones, donde los de mayor superficie se ubican en la parte baja del área de influencia que en su conjunto ocupan una superficie de apenas 163.031 ha que representa el 9.75% de la superficie total del área de influencia.

Matorral sarcocaula: Es una comunidad vegetal con un gran número de formas de vida o biotipos, entre los que destacan especies sarcocaulas (tallos gruesos carnosos) y crasicaulas (tallos suculentos-jugosos). A nivel área de influencia esta asociación se distribuye en una superficie de 91.227 ha., que representa el 5.46% de la superficie total de la misma).



Sin vegetación aparente. A nivel área de influencia este uso de suelo corresponde a pequeños manchones ubicados en la parte media y baja de la misma ocupando una superficie de 82.047 ha que representa solamente el 4.91% de la superficie total del área de influencia.

Zona urbana. Se refiere a las zonas que están ocupadas por localidades urbanas, en el caso específico del área de influencia este uso se refiere a una fracción de terreno que se encuentra entre los Fraccionamientos Los Cangrejos I y II y al Fraccionamiento Brisas del Pacífico ocupando una superficie de 67.331 ha (4.03% de la superficie total del área de influencia).

Pastizal cultivado. Es un tipo de uso de suelo caracterizado por la presencia de gramíneas que se han introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero (INEGI, 2005). A nivel área de influencia este uso corresponde básicamente al campo de Golf del desarrollo Turístico Diamante Cabo San Lucas, ocupando una superficie de 42.553 ha (2.55% de la superficie total del área de influencia), ubicado en la parte sur de la misma.

Vegetación halófila. La constituyen comunidades vegetales herbáceas o arbustivas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales en cualquier parte del país, es común en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas.

Esta comunidad se caracteriza por especies de baja altura, por la dominancia de pastos rizomatosos y tallos rígidos, además de una escasa cobertura de especies arbustivas. Esta vegetación se desarrolla en zonas donde los factores climáticos y geológicos dieron origen a áreas salinas. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex* spp.), romerito (*Suaeda* spp.), hierba reuma (*Frankenia* spp.) y lavanda (*Limonium* spp.). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium* spp.), zacate toboso (*Hilaria* spp.), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más. Son comunes las asociaciones de *Atriplex* spp., *Suaeda* spp. *Frankenia* spp., entre otras.

Este tipo de vegetación, característico de suelos con alto contenido de sales solubles, puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente diferentes, pues pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas. Tal hecho se debe, al menos en parte, a que en los suelos salinos se presentan en condiciones climáticas variadas y además, a que también las características edáficas varían tanto en lo que concierne a la cantidad y tipos de sales, como a la reacción pH, textura, permeabilidad, cantidad de agua disponible, etcétera. Los suelos con exceso de sales son comunes en las partes



bajas de las cuencas endorreicas. Salvo muy raras excepciones, se trata de suelos profundos, de origen aluvial, que varían desde muy arcillosos, como es el caso de la mayor parte de los fondos de antiguos lagos. (INEGI, 2014).

Este tipo de vegetación se distribuye en la parte baja del área de influencia ocupando una superficie de 34.942 ha que representa el 2.09% de la superficie total de la misma.

Para realizar un análisis de su fisonomía se separaron las especies con base a su forma de crecimiento, como se detalla a continuación:

Estrato arbóreo: En este grupo fueron consideradas aquellas especies que se desarrollan en el matorral pero que presentan un tronco bien definido en estado adultas. En este grupo también se incluyeron los individuos de estas especies en estado juvenil y renuevo.

Estrato arbustivo. En este grupo se analizaron las especies que se ramifican desde la base y que no llegan a alcanzar un porte arbóreo.

Estrato herbáceo. En este grupo se incluyeron las especies que presentan una forma de crecimiento herbáceo ya sea su permanencia perenne o anual.

Plantas crasas: Finalmente, se realizó un análisis por separado de las especies de la familia Cactaceae (Suculentas); realizando además una subclasificación interna por estratos: superior, medio e inferior. En el estrato superior se consideraron los individuos de las especies de este grupo con alturas iguales o mayores a 1.5 m; en el estrato medio se analizaron los individuos de las especies con alturas iguales o mayores a 1.0 m y menores a 1.5 m y; finalmente en el estrato bajo se consideraron las especies con altura menor a 1.0 m.

b) Fauna

México se divide en dos provincias biogeográficas; la Neártica y la Neotropical. El área del proyecto se encuentra en el Neotrópico árido del Norte del Cabo (CONABIO, 1997), el cual presenta en su mayoría mamíferos, reptiles y aves que están adaptados a clima árido y seco, al igual que organismos asociados a ecosistemas marinos. Durante las visitas realizadas al predio no se observó fauna terrestre de ningún tipo, esto se debe a que el área destinada al proyecto se encuentra muy impactada y presenta poca vegetación. Es posible observar fauna en áreas aledañas al polígono del proyecto, por lo cual, a continuación, se presentan la fauna que posiblemente se pueda encontrar en Cabo San Lucas.

Reptiles:

La herpetofauna de la región está compuesta por un total de 48 especies agrupadas en 39 géneros, pertenecientes a 16 familias de anfibios y reptiles, destacando en forma notable la escasa representación de anfibios y la ausencia del grupo de las salamandras. Así mismo, dentro del grupo de los reptiles



sobresalen las lagartijas de la familia Iguanidae y las serpientes de la familia Colubridae, que son las que mayor número de representantes tienen (CIBNOR, 1988).

En la Región, tomando en cuenta únicamente la selva baja caducifolia y los bosques de encino y de pino-encino (Álvarez *et al.*, 1988), se pueden encontrar el 60% de las especies reportadas para la Región del Cabo; pero si se incluye el matorral desértico en el pie de monte y las tierras bajas, se pueden considerar a casi todos los representantes de la herpetofauna de la región, con excepción de algunas especies, que si bien alcanzan esta zona, sólo lo hacen marginalmente.

Álvarez, *et al.*, (1988) reporta entre las principales especies que destacan en la selva baja caducifolia están: *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Petrosaurus thalassinus*, *Nerodia valida celano* y *Masticophis aurigulus*; otras como *Xantusia vigilis gilberti* y *Gerrhonotus paucicariantus* habitan principalmente en el bosque de pino-encino, en tanto que otras más son básicamente desérticas como *Bipes biporus*, *Cnemidophorus hyperythrus* y *Dipsosaurus dorsalis lucasensis*. Dentro del grupo de los reptiles que son endémicos de la Región del Cabo, se puede decir que la Sierra La Laguna es el principal sitio de ocurrencia de *Pyllodactylus unctus*, *Petrosaurus thalassinus*, *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Xantusia vigilis gilberti*, *Cnemidophorus maximus* y *Masticophis aurigulus*.

El mismo autor señala que para la región del Cabo se reportan cuatro especies de anfibios, las más comunes son: la “ranita verde” (*Hyla regilla*), está asociada principalmente a cuerpos de agua permanentes (arroyos, pozas, etc.), mientras que las otras dos especies de “sapos” (*Bufo punctatus* y *Scaphiopus couchi*), además de encontrarse en estos sitios son frecuentes en zonas totalmente áridas inmediatamente después de las lluvias.

A continuación en la Tabla 18 se enlistan las especies de reptiles presentes en el área de influencia del proyecto:

Tabla 18. Reptiles presentes en Cabo San Lucas.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Cachora panza azul	<i>Urosaurus nigricaudus</i>	Phrynosomatidae	A (Amenazada)
2	Lagartija cachora	<i>Callisaurus draconoides</i>	Phrynosomatidae	A (Amenazada)
3	Cachora güera	<i>Uta stansburiana</i>	Phrynosomatidae	A (Amenazada)
4	Iguana	<i>Ctenosaura hemilopha</i>	Iguanidae	Pr (Sujeta a protección especial)
5	Iguana del desierto	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	Iguanidae	No



No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
6	Huico	<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	Teiidae	No
7	Huico occidental	<i>Cnemidophorus tigris</i>	Teiidae	No
8	Culebra	<i>Pituophis vertebralis</i>	Colubridae	No
9	Víbora cascabel	<i>Crotalus ruber</i>	Viperidae	No

Fuente: Stebbins, 1915.

Aves:

De acuerdo a la situación de residencia, se definen dos grupos de aves, las primeras de ellas en residentes reproductoras permanentes y reproductoras que migran después de completar su ciclo; y en segundo lugar, las aves que migran hacia la Región desde localidades norteñas de la península de mayores latitudes.

Se han registrado un total de 59 especies de aves residentes entre endémicas y no endémicas para la zona (Álvarez *et al.*, 1988), particularmente en las asociaciones vegetales de selva baja caducifolia y de bosque de encino pino. Sin embargo, si consideramos las aves que se presentan en el matorral sarcocaule específicamente en la intergradación de los bordes de la selva baja y el matorral, el número de especies presente se eleva a 66.

Entre las aves residentes, algunas realizan movimientos estacionales, e inclusive dentro de la misma estación, entre la selva baja caducifolia y el bosque. Estos movimientos se relacionan directamente con la abundancia de recursos alimenticios. Así, durante la época de invierno, cuando la temperatura baja y los recursos se vuelven escasos, algunas especies descienden del bosque a la selva (por ejemplo *Melanerpes formicivorus angustifrons*, *Columba fasciata vioscae*) en busca de mejores condiciones. Por el contrario, durante el verano otoño, algunas especies presentes en la selva, e inclusive propias del matorral, ascienden al bosque (por ejemplo *Aphelocoma coerulescens hypoleuca*).

Rodríguez *et al.*, (1988), reporta para la región 74 especies, reproduciéndose ahí mismo 34 de ellas. De las 34 especies reproductoras, 24 son endémicas de la Región del Cabo y de ellas 15 se reproducen exclusivamente en el bosque de pino-encino. Dentro de las especies endémicas se encuentran; “paloma serrana” (*Columba fasciata vioscae*), “pitorreal” (*Melanerpes formicivorus angustifrons*), “mosquerito común” (*Contopus sordidulus peninsulae*), “mosquerito verdín” (*Empidonax difficilis cineritius*), “saltapalo” (*Sitta carolinensis lagunae*), “vireo olivaceo” (*Vireo huttoni cognatus*), “vireo gorgeador” (*Vireo gilvus victoriae*), “escabador” (*Pipilo erythrophthalmus magnirostris*) y “llamita o ojilumbre” (*Junco phaeonotus bairdi*), entre otras.

A continuación en la Tabla 19 se enlistan las especies de aves presentes en el área de influencia del proyecto:



Tabla 19. Aves presentes en Cabo San Lucas.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	Columbidae	No
2	Torcasita	<i>Columbina passerina</i>	Columbidae	No
3	Cardenal rojo	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardinalidae	No
4	Pájaro azul	<i>Aphelocoma californica</i>	Icteridae	No
5	Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	Mimidae	No
6	Chacuaca	<i>Callipepla californica</i>	Odontophoridae	No
7	Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	Passeridae	Exótica Invasora
8	Carpintero del desierto	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Picidae	No
9	Baloncillo	<i>Auriparus flaviceps</i>	Remizidae	No
10	Chivirito	<i>Polioptila caerulea</i>	Sylviidae	No
11	Matraca del desierto	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Troglodytidae	No
12	Lelo	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Tyrannidae	No

Fuente: Kaufman, 2005.

Mamíferos:

De las 47 especies reportadas para la Región del Cabo, Álvarez, (1995); Álvarez, *et al.*, (1994) y Gallina, *et al.*, (1991, 1992) citados en el Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna (CONANP, 2003), reportan un total de 40 especies de posible ocurrencia en el área, incluidas dentro de 6 órdenes, 17 familias y 33 géneros.

Álvarez (1995; Álvarez *et al* (1994); Gallina, *et al* (1992); citados en el Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna (CONANP, 2003); señalan que de todos los tipos de vegetación considerados para la microcuenca, el matorral desértico (del nivel del mar a los 400 m de altitud) es el que cuenta con el mayor número de especies (41), de las cuales seis especies y dos subespecies sólo se encuentran distribuidas en esta zona, dos especies de lagomorfos: “liebre” (*Lepus californicus*), “conejo matorralero” (*Sylvilagus bachmani peninsularis*) y “conejo cola blanca” (*S. audubonii confinis*); y cinco especies de roedores, incluyendo a la “ardilla o juancito” (*Ammospermophilus leucurus extimus*), “ratones de bolsa” (*Chaetodipus baileyi extimus* y *C. dalquesti*), y el “ratón ciervo” (*Peromyscus maniculatus*); además de dos subespecies, “la tuza o tucita” (*Thomomys umbrinus anitae*), y la “rata de campo” (*Neotoma lepida arenacea*).

Las partes altas, de acuerdo a Álvarez, (1995); Álvarez, *et al.*, (1994) y Gallina *et al.*, (1992) cuentan con el siguiente número de especies: la selva baja caducifolia con 30 especies, siendo el hábitat principal de murciélagos (*Mormoops megalophylla refescens*, *Macrotus waterhousii californicus*, *Natalus stramineus*



mexicanus, *Antrozous pallidus minor* y *Tadarida macrotis*), y el límite de la distribución de la “liebre” (*Lepus californicus*); y los bosques de encino y encino-pino, con 25 especies cada una, donde sólo se distribuyen “musaraña” (*Sorex ornatos lagunae*) y el “ratón piñonero” (*Peromyscus truei lagunae*), siendo la principal área de distribución del “puma” (*Puma concolor improcera*) en la Región del Cabo.

Álvarez, (1995); Álvarez, et al., (1994) y Gallina et al., (1992), citado en el Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna (CONANP, 2003), menciona que conforme a Los carnívoros constituyen el 17% (8 especies) de la mastofauna distribuida en la región; “zorrra gris” (*Urocyon cinereoargenteus peninsularis*), “babisuri” (*Bassariscus astutus palmarius*), “zorrillo” (*Spilogale putorius lucasana*), “mapache” (*Procyon lotor grinnelli*), “coyote” (*Canis latrans peninsularis*) y “gato montés” (*Lynx rufus peninsularis*), se distribuyen ampliamente en los cuatro tipos de vegetación, con excepción del “tejón” (*Taxidea taxus*), que sólo ha sido localizado en las tierras bajas, y el “puma” (*Puma concolor improcera*) del cual se han encontrado rastros de su presencia sólo en las partes más elevadas e inaccesibles; actualmente estas dos especies son raras en la región, sobre todo el puma.

A continuación en la Tabla 20 se enlistan las especies de mamíferos presentes en el área de influencia del proyecto:

Tabla 20. Mamíferos presentes en Cabo San Lucas.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Juancito	<i>Ammospermophilus leucurus</i>	Sciuridae	No
2	Liebre cola negra	<i>Lepus californicus</i>	Leporidae	No

Fuente: Reid, 2006.

Ecosistema Marino

Los muestreos de los principales grupos de peces e invertebrados se realizaron con la finalidad de hacer una caracterización biológica de la biota existente en donde se pretende realizar el proyecto.

a) Flora

La flora marina está representada por 161 especies de macroalgas, de las cuales 52 son endémicas del Golfo de California; dominan las algas rojas con 73%, las verdes con 16% y las cafés con 11%. No se observaron macroalgas en el área donde se instalaran el Emisor y Emisor submarino, ni tampoco dentro del área de influencia del proyecto.

b) Fauna

**Aves:**

En el área de Los Cabos se pueden encontrar comúnmente los pelícanos pardos (*Pelecanus occidentalis*), la fragata magnífica (*Fregata magnificens rothschildi*), el cormorán (*Phalacrocorax auritus*), pájaros bobos (*Suladactylatra californica*), la gaviota ploma (*Larus hermanni*), el gallito elegante (*Sterna elegans*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*). No se observaron aves marinas durante los recorridos en campo.

Reptiles:

En la Tabla 21 se presentan los reptiles que han sido reportados para el área de Los Cabos:

Tabla 21. Reptiles marinos reportados en literatura en el área del proyecto.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Tortuga Golfina	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Cheloniidae	P (En peligro de extinción)
2	Tortuga Laúd	<i>Dermochelys coriacea</i>	Dermochelyidae	P (En peligro de extinción)
3	Chelonia mydas agassizi	<i>Chelonia mydas agassizi</i>	Cheloniidae	P (En peligro de extinción)
4	Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Cheloniidae	P (En peligro de extinción)
5	Tortuga caguama	<i>Caretta caretta</i>	Cheloniidae	P (En peligro de extinción)

Peces:

En el Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas se presentan más de 150 especies de peces. La diversidad de este grupo es particularmente alta en las zonas arrecifales y en general en los alrededores de la zona de “El Arco”. De acuerdo con Reyes-Bonilla y Torrejón-Arellano (2008), en esta zona, las especies dominantes son la damisela *Chromis atrilobata*, el lábrido arcoíris *Thalassoma lucasanum*, el chivato *Mulloidichthys dentatus* y la cabrilla roja *Paranthias colonus*. Dentro del polígono del área protegida, pero sobre todo en su zona de influencia, se presentan varias especies de interés para la pesca como: marlín rayado (*Tetrapturus audax*), marlín azul (*Makaira nigricanis*), dorado (*Coryphaena hippurus*), pez vela (*Istiophorus platypterus*), pez espada (*Xiphias gladius*) y atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) entre otros.

Ambiente de arrecife rocoso:

La riqueza específica en cuanto a peces de arrecife es mayor en este ambiente, registrándose 53 especies, de las cuales 23 representan el 95% de la abundancia total de organismos. La especie más importante es el mulegino (*Abudefduf*



troschellii), seguida del pez erizo (*D. holocanthus*) y es común encontrar el roncadador de roca (*Pareques viola*).

Ambiente de arrecife rocoso-arenoso:

En este ambiente se presentan ocho especies de importancia numérica. *Stegastes rectifraenum* es la especie más importante dentro de éstas y en general es una especie que presenta amplia distribución en el Golfo de California, con abundancia elevada. Una especie común en el Parque, aunque no en la parte sur del golfo, es el rayadillo (*M. inornatus*). El ángel rey (*H. passer*) es un componente importante dentro del grupo de especies que se encuentran dentro del Parque, siendo además común en los ambientes rocosos de la parte sur del golfo (Isla San José hasta Cabo San Lucas). El resto de las especies consideradas de mayor importancia son *A. troschellii*, *T. lucasanum*, *M. rosacea*, *Cantigaster punctatissima* y *S. ghobban*. La importancia de estas especies radica en que utilizan estos ambientes como zona de reproducción, alimentación y de protección de larvas y juveniles.

Ambiente arenoso:

En la zona de rompeolas habita el mulegino de roca (*Nexilarius concolor*); el perico sin dientes (*Nicholsina denticulata*) y el botete de espinas (*Sphoeroides lobatus*). Los lenguados *Bothus constellatus*, *B. leopardinus*, *Citharichthys platophrys*, *Symphurus atramentatus* y *S. williamsi* son especies que se presentan principalmente donde los mantos de *Sargassum* sp., ofrecen un hábitat de refugio. Se encuentran dentro del Parque una importante variedad de tiburones como el zorro azulado (*Alopias pelagicus*), zorro cebucano (*A. superciliosus*), tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*), toro (*C. leucas*), volador (*C. limbatus*), chato o gambuzo (*C. obscurus*), cazón (crías de *Carcharhinus* spp.), mako (*Isurus oxyrinchus*), tripa (*Mustelus* spp.), limón (*Negraprion brevirostris*), bironche (*Rhizoprionodon longurio*), cornuda barrosa (*Sphyrna lewini*) y cornuda prieta (*S. zygaena*), entre otros.

Algunas mantarrayas que se encuentran son la mantarraya arenera (*Dasyatis longus*), la mantarraya lodera (*D. brevis*), la manta blanca o mariposa (*Gymnura marmorata*), la cubana (*Mobula* spp.), la guitarra (*Rhinobatus productus*), algunas especies de los géneros *Urolophus* y *Raja*.

A continuación, se describe la metodología, resultados y análisis obtenidos para cada una de las comunidades marinas analizadas en el área de estudio:

Bentos y Necton:

Se evaluó la fauna marina conspicua de la zona conocida como el faro viejo Los Cabos San Lucas, B.C:S. en los siguientes puntos ubicados en las coordenadas ver Tabla 22. Se seleccionaron 4 puntos donde se realizaron 8 de muestreo



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



(Figura 46), seis muestreos a una profundidad promedio de 7 m y dos más a una profundidad promedio de 15 m.

Tabla 22. Coordenadas de los puntos de muestreos.

SITIO	COORDENADAS	
01 DCS	602767	2531536
02 DCS	603154	2531285
03 DCS	603569	2530986
04 DCS	603012	2531140

Para este estudio se programaron 8 campañas de muestreo.

Debido a que todos los muestreos se realizaron durante el día (11:00 A.M. a 5:00 P.M.), este trabajo presenta la estructura temporal diurna de la comunidad de peces conspicuos de los arrecifes rocosos. Considerando que las especies crípticas debido a su tamaño y coloración dificultan su registro e identificación durante los censos, solo se presentan aquellas especies que por su abundancia y comportamiento fueron registradas en algunos de los sitios muestreados.

Para este estudio se programaron 8 campañas de muestreo.

Debido a que todos los muestreos se realizaron durante el día (11:00 A.M. a 5:00 P.M.), este trabajo presenta la estructura temporal diurna de la comunidad de peces conspicuos de los arrecifes rocosos. Considerando que las especies crípticas debido a su tamaño y coloración dificultan su registro e identificación durante los censos, solo se presentan aquellas especies que por su abundancia y comportamiento fueron registradas en algunos de los sitios muestreados.

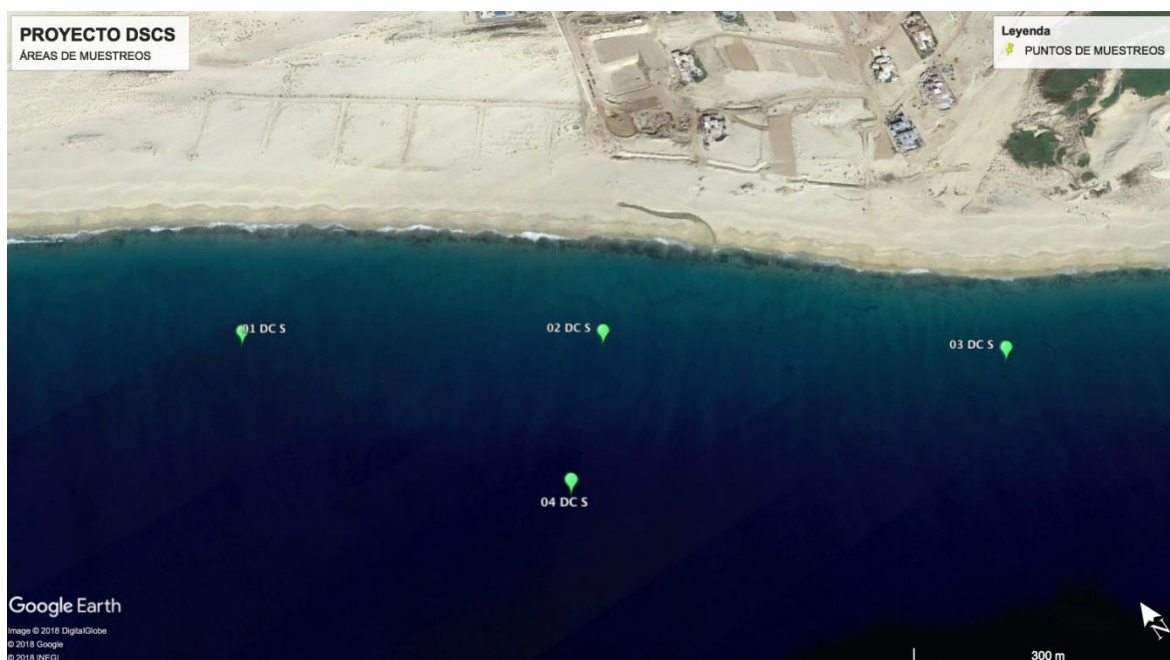


Figura 46. Zonas de muestreos marinos.



La metodología utilizada para levantar el censo de especies en el área del proyecto, fue utilizando la técnica de censos visuales mediante buceo libre y autónomo, efectuándose a través de transectos lineales de 50 m de longitud paralelos a la línea de costa, tomando una distancia de 2.5 m de cada lado de la línea (la anchura se estimó visualmente), para cubrir un total de 250 m² por transecto (Figura 47 y Figura 48).

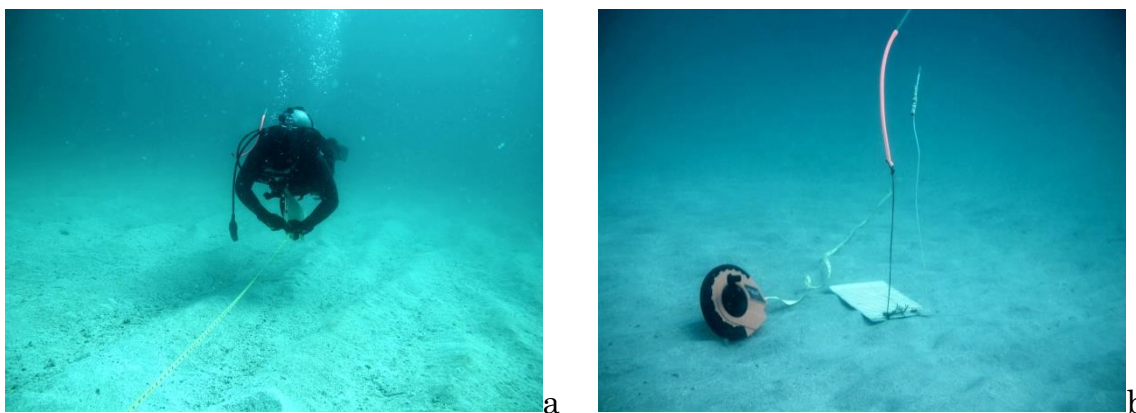


Figura 47. a) Transectos lineales utilizando la técnica de censos visuales y b) tablas de acrílico con lápiz de grafito para el registro.

Se decidió trabajar con transectos de esta longitud por que se ha comprobado que es más adecuado trabajar con una distancia conocida, ya que es un método mucho más cuantitativo que el realizado por tiempos y se ve menos influenciado por aspectos como corrientes y la velocidad del buzo (Jiménez-Gutiérrez, 1999).

Para el registro del número de especies y la abundancia de cada una de ellas se utilizaron tablas de acrílico y lápices de grafito. Todos los censos fueron realizados por un mismo observador con el fin de mantener el error que pudiera existir al momento de la evaluación; el tiempo de censo fue similar en cada sitio manteniendo una velocidad constante. Se realizaron un total de 8 censos visuales para el área estudio, correspondiendo 2 censos para cada sitio.

Debido a que los peces son un componente conspicuo de los sistemas arrecifales, su identificación *in situ* se realizó con un alto grado de confiabilidad, mientras que para aquellas especies que presentan dicromatismo, principalmente de las familias Labridae y Haemulidae, se contó con el apoyo de una cámara fotográfica submarina. Estas especies se identificaron utilizando las guías para peces de la región (Thomson *et al.*, 2000; Fischer *et al.*, 1995; Grove y Lavenberg, 1997; Robertson y Allen, 2002).

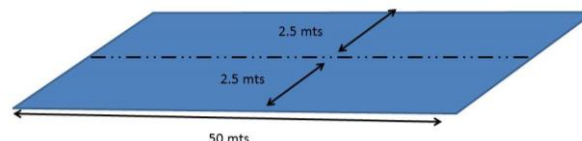


Figura 48. Esquema de la técnica de muestreo.

Los sitios de muestreo fueron seleccionados al azar para tener una muestra representativa de la distribución y abundancia de la flora y fauna marina del proyecto en total fueron 8 puntos, de los cuales cinco puntos quedaron dentro de la zona de influencia del proyecto, dos puntos profundos aproximadamente 15 metros y el resto de los puntos vario a 7 metros en la zona costera del proyecto.

ANÁLISIS DE ÍNDICES ECOLÓGICOS

El análisis cuantitativo de los datos de riqueza y abundancia de los peces se realizó mediante los siguientes índices ecológicos: abundancia relativa, riqueza (S), diversidad de Shannon-Weaver's (H'), y la equidad de Pielou (J). La abundancia relativa evidencia la importancia porcentual de cada especie y los cambios que presenta la comunidad de peces a través del tiempo. La riqueza representa el número de especies presentes. La Diversidad (H') proporciona una mejor información sobre la comunidad al considerar tanto el número de especies como la abundancia de cada una de éstas. Obtiene los valores máximos de diversidad cuando todas las especies en la muestra tienen el mismo número de individuos por especie (Ludwing & Reynolds, 1988). La Equidad (J) permite conocer como están distribuidos los individuos entre las especies, cuando todas las especies son igualmente abundantes, el índice de equidad es máximo y tiende a cero cuando la abundancia relativa de pocas especies es muy alta.

La Abundancia Relativa (%NI) para cada especie se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\%Ni = (Ni / NT) \times 100$$

Donde %Ni es el porcentaje de la abundancia relativa de la especie i, Ni es el número de individuos de la especie i y NT es el número total de los individuos de todas las especies de peces. Mediante este índice, se evidencia la importancia porcentual de cada especie y los cambios que presenta la comunidad a través de las diferentes estaciones.

La Diversidad (H') de especies se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (Margalef, 1981), el cual se expresa de la siguiente manera:



S

$$H' = - \sum_{i=1} (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

Donde n_i es el número de individuos perteneciente a la i -ésima especie en la muestra S , N es el número total de individuos en la muestra y S es el número de especies en la muestra. Este índice proporciona una mejor información sobre la comunidad al considerar tanto el número de especies como la abundancia de cada una de éstas. Obtiene los valores máximos de diversidad cuando todas las especies en la muestra tienen el mismo número de individuos por especie (Ludwing y Reynolds, 1988).

Uno de los primeros puntos que se tuvieron que cubrir antes del inicio de los muestreos fue un entrenamiento exhaustivo para el reconocimiento visual de las especies de peces mediante guías fotográficas (Thomson *et al.*, 1979 y 2000; Allen y Robertson, 1994; Grove y Lavenberg, 1997; Robertson y Allen, 2002), así como sus características morfológicas (formas y patrones de coloración). A demás se realizaron muestreos pilotos para un reconocimiento del área de estudio y ensayos de identificación.

El arreglo sistemático de la comunidad íctica está basado en la clasificación propuesta por Nelson (2006). El arreglo de los géneros y sus respectivas especies se presenta en orden alfabético. La escritura correcta de los nombres científicos y los nombres comunes se citan de Robertson y Allen (2008) y Nelson *et al.* (2004).

También se utilizó un cuadrante de 1m^2 para determinar el tipo de sustrato que se encuentra en el área de estudio.

En los sitios de muestro se utilizó un cuadrante de 1 m^2 para la descripción del hábitat del fondo marino superficial, tomando 5 cuadrantes sobre un transecto de 50 mts. En cada uno de ellos se describió en porcentaje que tipo de sustrato era más abundante, todo los nuestros se realizaron con buceo autónomo (Figura 49).

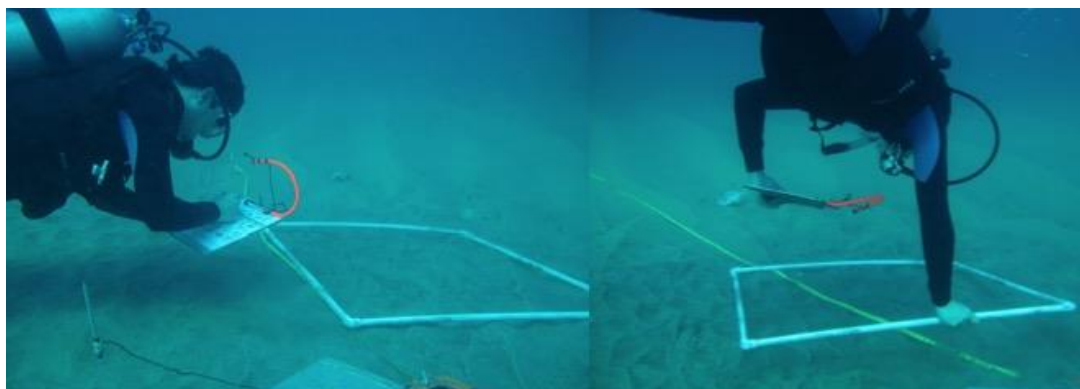


Figura 49. Cuadrantes realizados para determinar el tipo de sustrato en los sitios de muestreo mediante buceo SCUBA.



Descriptores del Hábitat

Con objeto de caracterizar las propiedades del sedimento superficial del fondo marino se programó un muestreo en 8 estaciones distribuidas entre 7 y 15 metros de profundidad, como se indica en la Figura 50. Los muestreos se realizaron a mediados de diciembre, 2017.

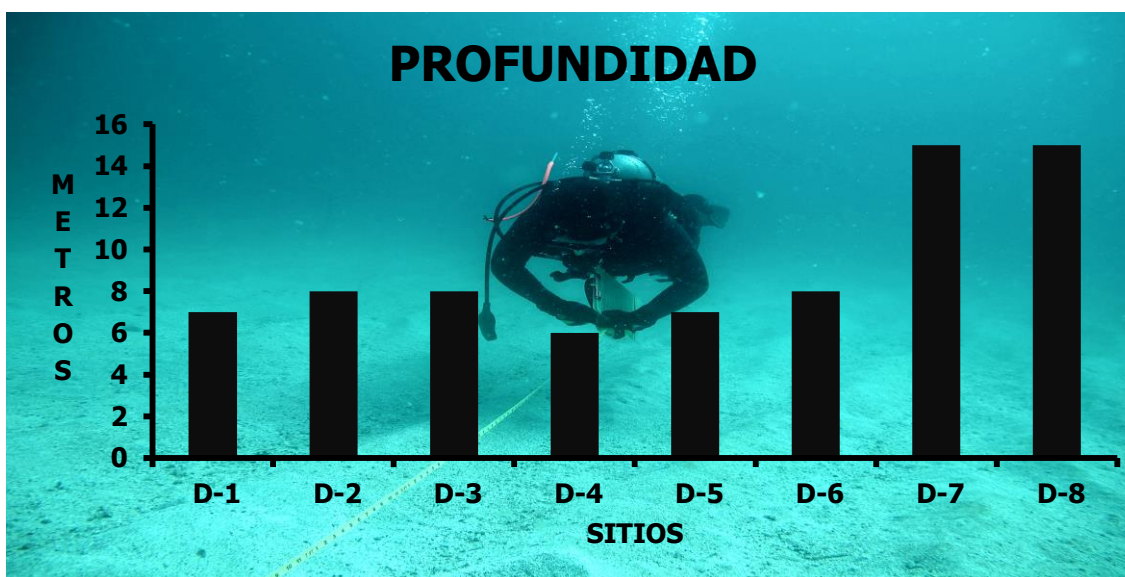


Figura 50. Profundidades que presentaron los sitios de muestreos.

Los puntos elegidos para este estudio se caracterizaron por presentar variación en su profundidad, con rangos medios entre 7 y 15 metros de profundidad.

Dentro del área del proyecto en los puntos D-8 y D-7 presentaron mayor cobertura de fondo arenoso, el resto de los sitios muestreados presentaron una mayor cobertura de fondo blando (arenoso y sedimento fino; Figura 51).

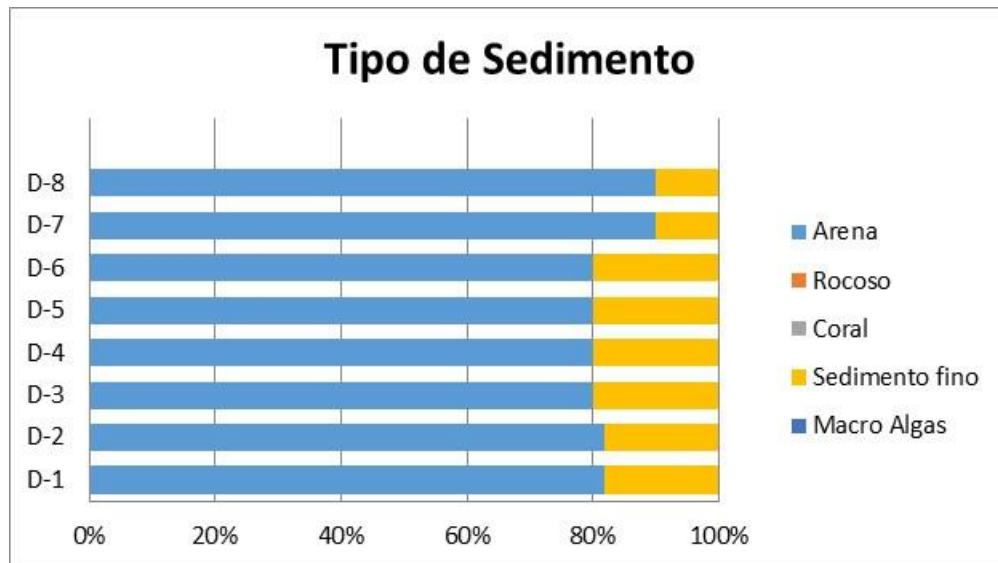
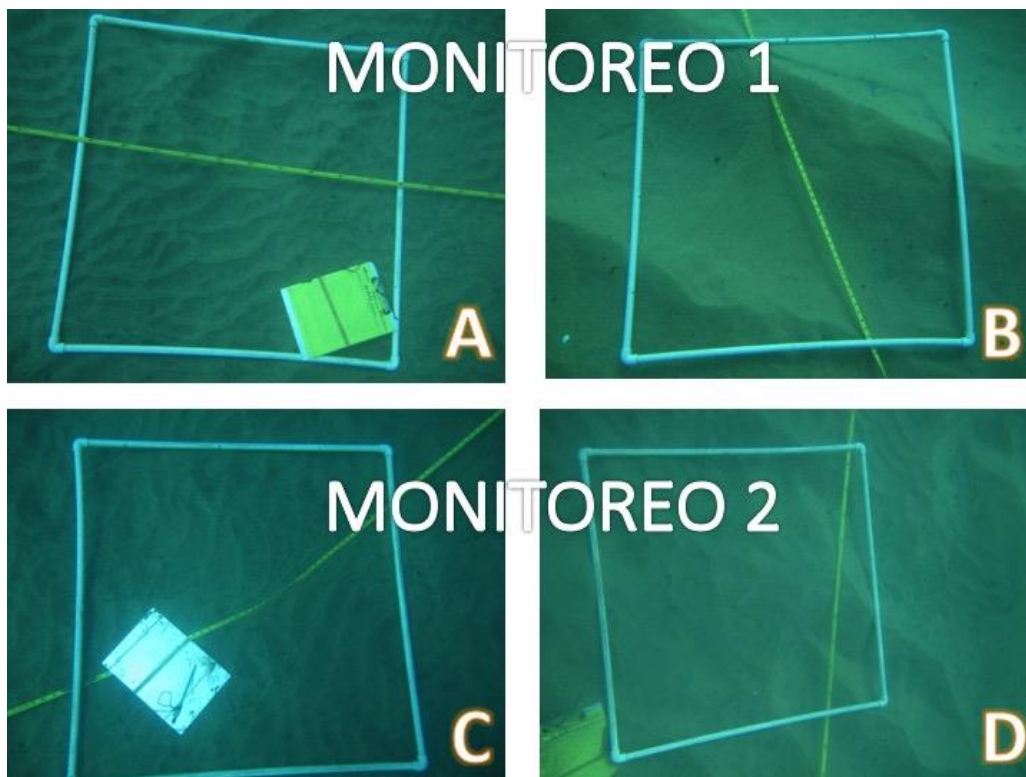
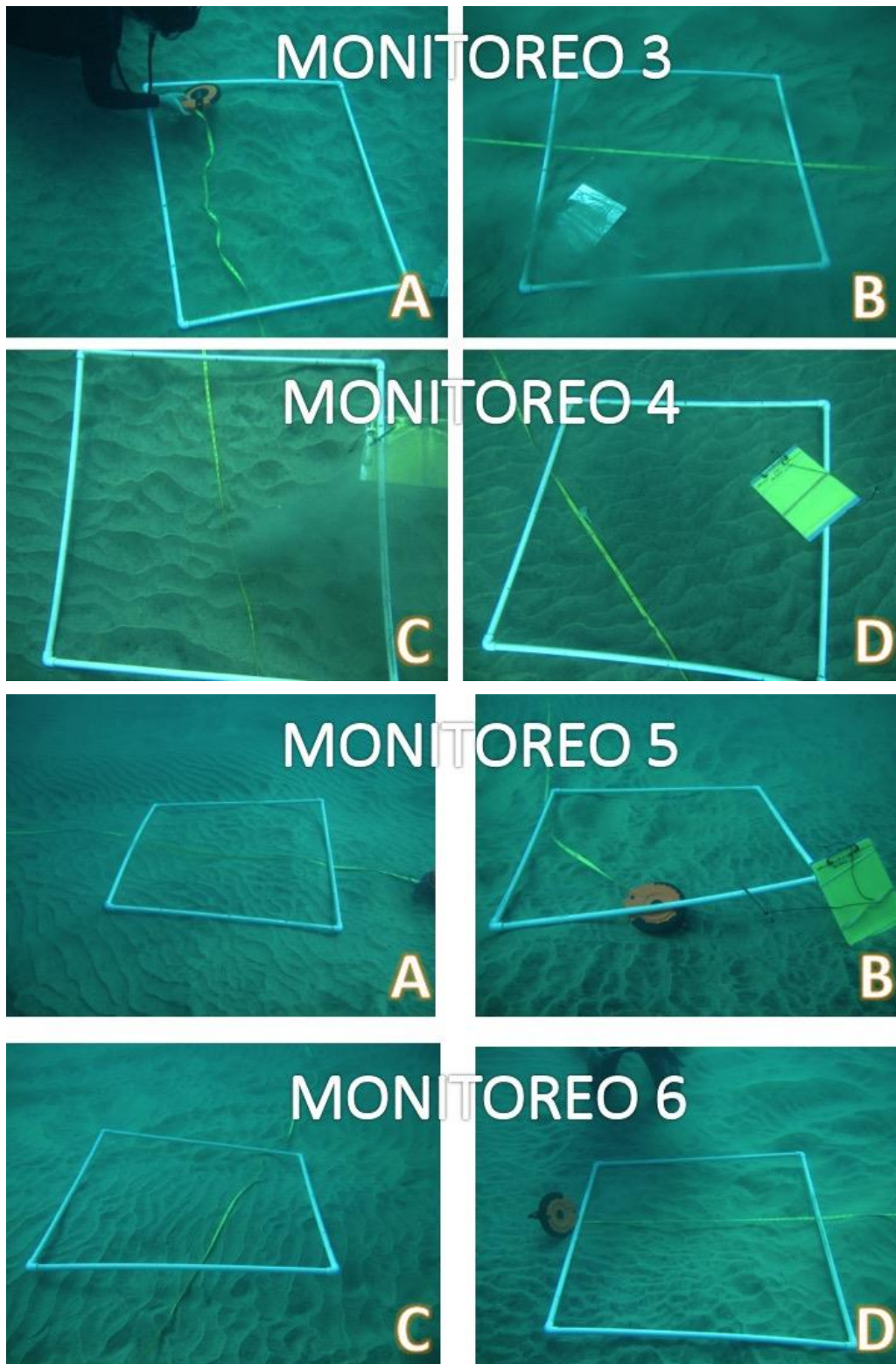
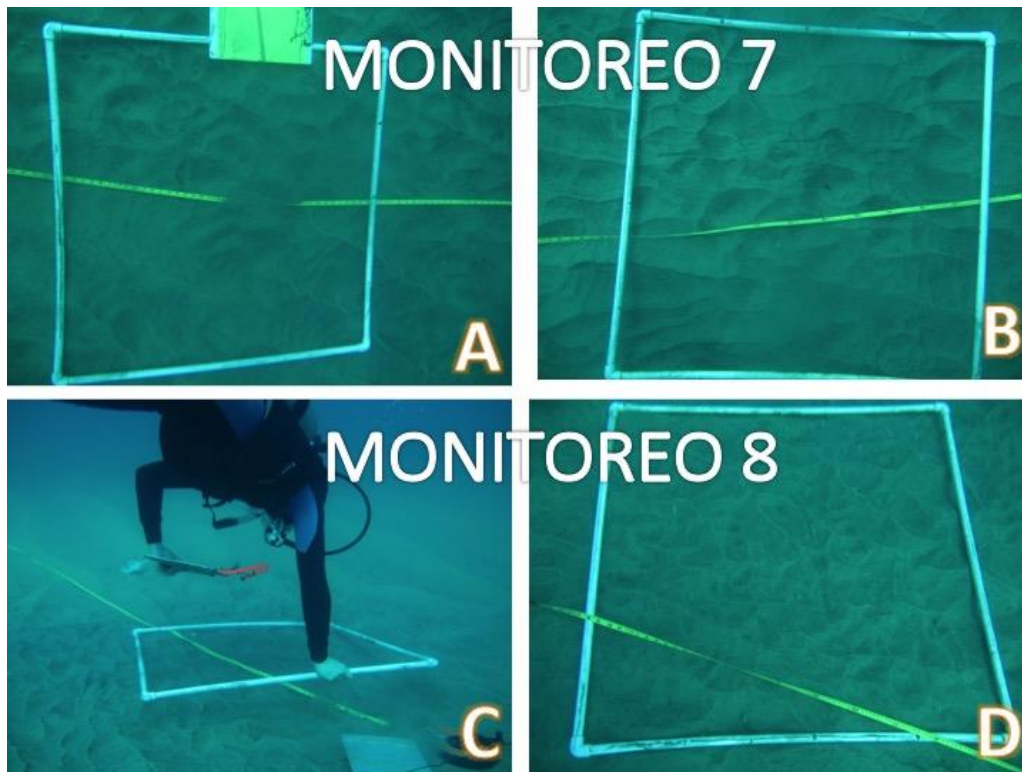


Figura 51. El tipo de sustrato que se encuentra en el área de estudio fue representado por sustratos finos y arenosos.

El tipo de sustrato que se encuentra en el área de estudio fue arenoso y sedimentos.







Invertebrados:

Los principales grupos del llamado zoobentos se componen de celenterados, poliquetos, un gran número de especies de moluscos y crustáceos, así como equinodermos. En el caso de los que presentan importancia comercial están los moluscos que, aunque no tan abundantes como en otras regiones de Baja California Sur, son explotados en menor cantidad (*Pinna rugosa*, *Atrina tuberculosa* y *Atrina maura*); ostiones de piedra (*Crassostrea* sp. y *Crassostrea iridescens*); almeja pata de mula (*Anadara tuberculosa* y *Anadara multicostata*); almeja roñosa (*Chione* spp.); almeja chocolata roja (*Megapitaria aurantiaca* y *Megapitaria squalida*); caracoles chinos (*Hexaplex brassica* y *Hexaplex nigrinus*); y caracoles burros.

En el área de estudio no se registraron invertebrados vivos solo se encontraron restos de conchas de diferentes especies de bivalvos en algunos sitios de muestreos de equinodermos (Tabla 23 a Tabla 25; Figura 52 a Figura 54), Ninguno de las especies identificadas se encuentra en algún estatus dentro de la NOM-059- SEMARNAT -2010.



Figura 52. Se muestran exoesqueletos de diferentes Bivalvos.

Tabla 23. Sitio de muestro D-1.

Clase	Familia	Genero	Especie
Gastropoda	Olividae	Olivella	<i>Olivella sp.</i>
	Turritellidae	Turritella	<i>Turritella gonostoma</i>



Figura 53. Slender Sea Pen (pluma de lápiz) se encontraron en el área de estudio.

Tabla 24. Sitio de muestro D-8.

Clase	Familia	Genero	Especie
Anthozoa	Virgulariidae	Stylatulaespecie	<i>Stylatula Elongata</i>

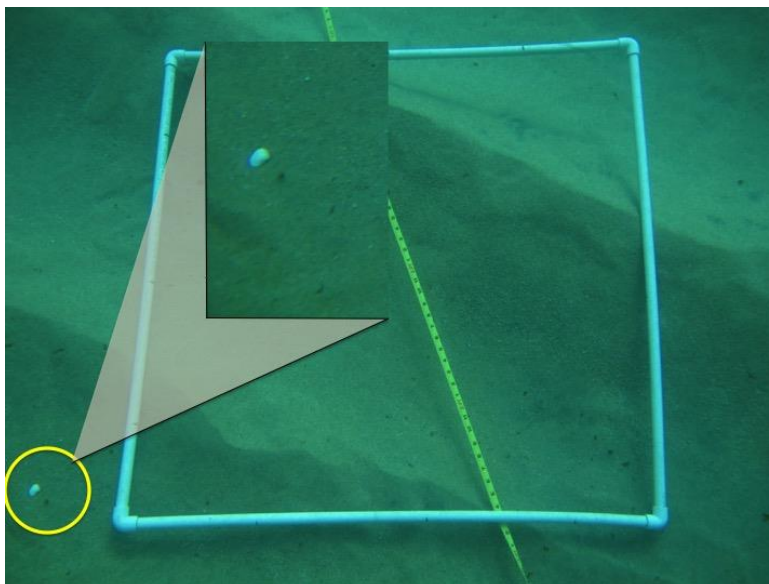


Figura 54. Concha de bivalvo encontrado en las áreas de muestreos.

Tabla 25. Sitio de muestro D-6.

Clase	Familia	Genero	Especie
Bivalvia	Cardioidea	Leavocardium	<i>Leavocardium sp</i>

Peces:

Abundancia Relativa:

Se registraron 6 familias con 7 especies de peces (Tabla 26), en tres sitios muestreados (Figura 55) y solo 2 de las 7 especies registradas (*Heteroconger sp* y *Lutjanus guttatus*) acumularon el 85 % de la abundancia total. La especie más abundante fue *Heteroconger sp* que aportó el 70% de la abundancia total; mientras que, *Balistes polylepis* contribuyeron con el 6 % de la abundancia total (Figura 56).

Tabla 26. Especies presentes en los sitios de muestreos.

Orden	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anguilliformes	Congridae	<i>Heteroconger sp</i>	No
	Synodontidae	<i>Synodus lacertinus</i>	No
Aulopiformes	Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	No
Tetraodontiformes	Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i>	No
Torpediniformes	Serranidae	<i>Mycteroperca rosacea</i>	No
Perciformes	Lutjanidae	<i>Lutjanus guttatus</i>	No
		<i>Lutjanus viridis</i>	No
5	6	7	

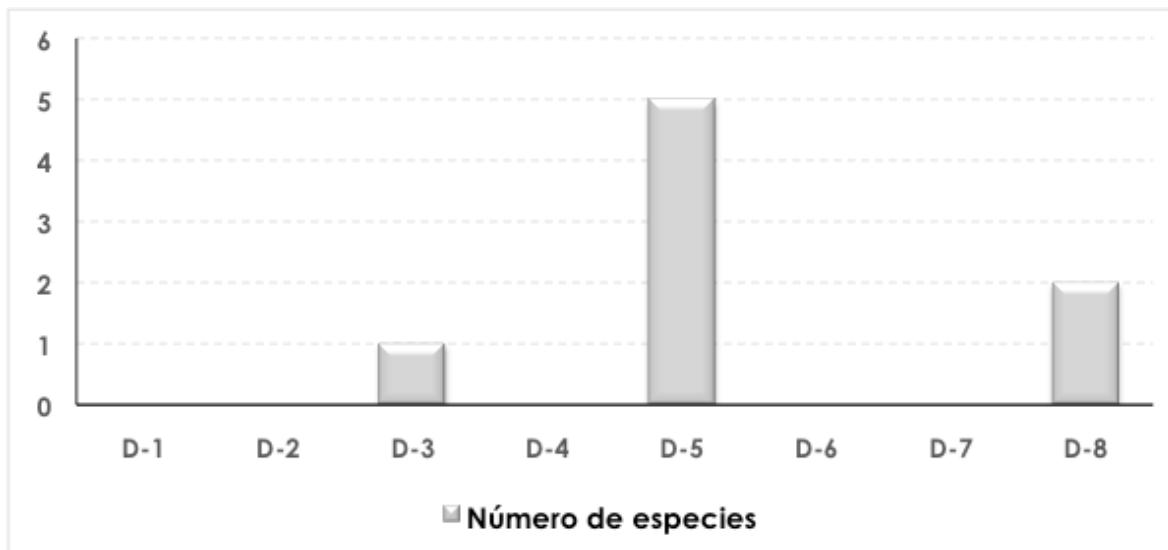


Figura 55. Número de especies que se registraron en el sitio.

Temporalmente la abundancia presentó una tendencia a disminuir en los sitios más profundos de los muestreos y los máximos cercanos a la zona costera, los puntos cercanos a la zona de influencia del proyecto presentaron entre 70 y 15% de la abundancia total (Figura 56). La mayor abundancia fue encontrada en los puntos D-5 con 70 peces, D-8 con 3 peces (Figura 57). Estos puntos son considerados como sitios de tránsito por el tipo de sedimento que existe en el área del proyecto.

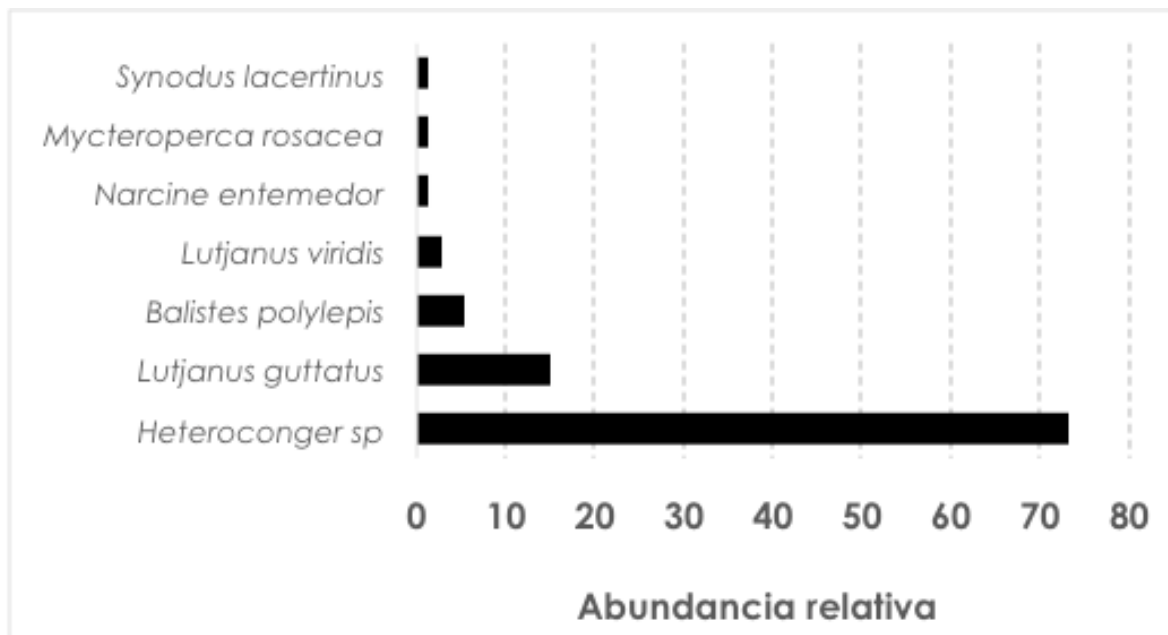


Figura 56. Variación de la abundancia relativa de las especies más importantes presente en los 8 sitios de muestreo.

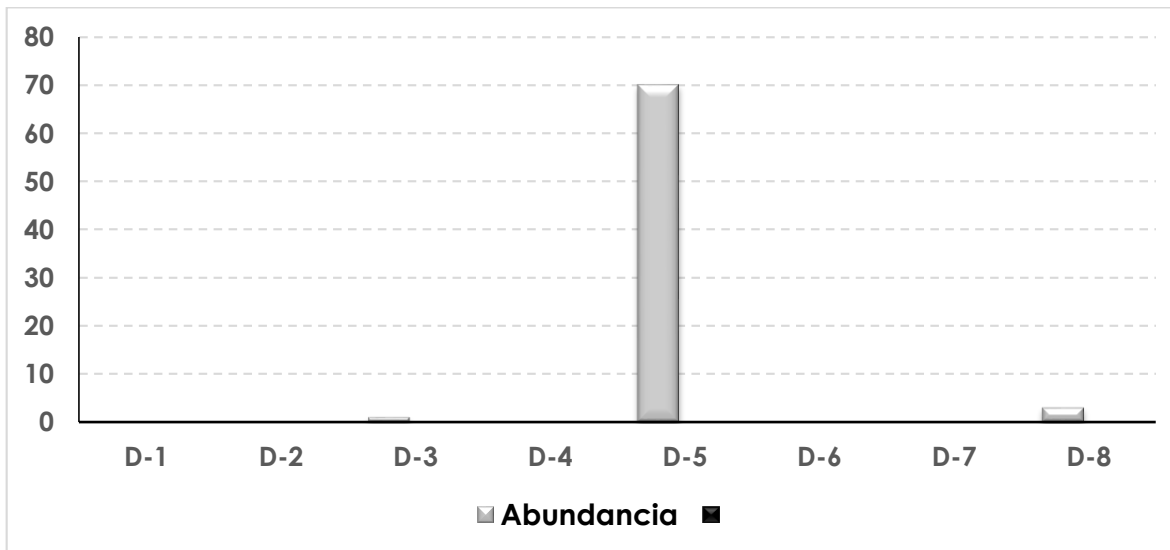


Figura 57. Variación de abundancia relativa entre los sitios de muestreos.

Diversidad:

El índice de Shannon-Wiener como valor global fue de 2.03 bits/ind. En general, se observaron cambios entre los diferentes puntos de muestreos; se observa una tendencia a disminuir en los puntos de profundidad como son D-5 y D-6 donde se observaron pocos organismos. Especialmente los valores más altos correspondieron al sitio D-8 con una medida 1.64 bits/ind, seguido del sitio D-7 con 1.46 bits/ind.

Por lo tanto, de acuerdo al índice de diversidad para este estudio se muestra que existe una baja biodiversidad de organismos en los sitios cercanos a la influencia del proyecto y se hacen mayores presentes en los sitios testigos que se encuentra cercanos a la costa (Figura 58).

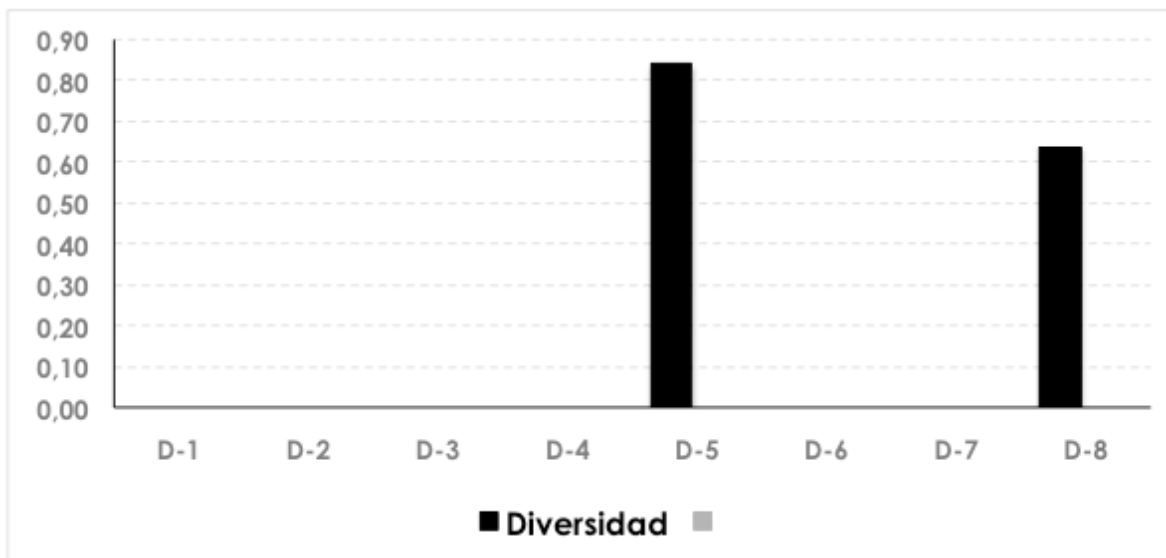


Figura 58. Diversidad de peces en los sitios muestreados.

Cabe mencionar que en los sitios de estudio la abundancia de peces es muy baja, se sospecha que por ser en su gran mayoría fondos blando y por lo tanto la zona del proyecto es de tránsito para las especies que pueden presentarse en esa área.

No se observaron en los sitios de estudio grandes vertebrados como las especies de tortugas, se hace mención de la situación de las tortugas marinas, así como mamíferos marinos que se distribuyen en el Océano Pacífico.

Especies bajo alguna categoría de protección

Dentro del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas se tienen registradas más de 20 especies catalogadas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Algunas de estas especies, también se encuentran bajo algún estatus de protección o riesgo en listados internacionales como en el de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) o el listado de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés), como podemos apreciar en la Tabla 27.



Tabla 27. Fauna presente en el área de protección de flora y fauna Cabo San Lucas.

Grupo	Especie	Nombre común	Estatus	Distribución
Corales	<i>Antipathes dichotoma</i>	Coral negro	Pr	
Moluscos	<i>Spondylus calcifer</i>	Almeja burra	Pr	No endémica
	<i>Pinctada mazatlanica</i>	Almeja madre perla	Pr	
Holotúridos	<i>Isostichopus fuscus</i>	Pepino de mar gigante	Pr	No endémica
Reptiles	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga golfina	Pr, IUCN-LC	No endémica
	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd	P, IUCN-CR, CITES-I	No endémica
	<i>Chelonia mydas agassizi</i>	Tortuga negra	P, IUCN-EN, CITES-I	No endémica
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga Carey	P, IUCN-CR, CITES-I	No endémica
	<i>Caretta caretta</i>	Caguama	P, IUCN-EN, CITES-I	No endémica
	<i>Sceloporus hunsakeri</i>	Lagartija escamosa de Hunsaker	P, IUCN-VU	Endémica
Aves	<i>Larus hermanni</i>	Gaviota ploma	Pr	No endémica
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	No endémica
	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	A,	No endémica
	<i>Sula nebouxii</i>	Robo de patas azules	Pr	No endémica
Equinodermos	<i>Isostichopus fuscus</i>	Pepino de mar gigante	Pr	No endémica
Peces	<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena	A; IUCN - VU; CITES -II	No endémica
	<i>Hippocampus ingens</i>	Caballito del Pacífico	Pr	No endémica
	<i>Holacanthus clarionensis</i>	Ángel de clarión	Pr	Endémica
	<i>Holacanthus passer</i>	Ángel rey	Pr	No endémica
	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	Ángel cortés	Pr	No endémica
	<i>Chromis limbaughi</i>	Damisela azul y amarillo	Pr	Endémica
	<i>Opistognathus rosenblatti</i>	Gobio ó bocón punta azul	Pr	Endémica
	<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de California	Pr	No endémica
Mamíferos	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	Pr	No endémica
	<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Pr	No endémica
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Pr	No endémica
	<i>Eubalaena japonica</i>	Ballena franca	Pr	No endémica
	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorcual de Minke	Pr	No endémica
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical	Pr	No endémica
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común	Pr	No endémica
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Pr	No endémica
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	Pr	No endémica
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	Pr	No endémica
	<i>Globicephala macrohynchus</i>	Calderón de aletas cortas	Pr	No endémica

Cabe mencionar que donde se pretende realizar el proyecto no se encuentran especie que estén en algún estatus de amenazada descritos en la Nom-059-SEMARNAT-2010.

Situación de las Tortugas Marinas en el Golfo de California y Océano Pacífico

Consideraciones generales y estatus legal

Para el Océano Pacífico Oriental y la costa occidental de la península de Baja California, se cuenta con el registro de cinco especies de tortugas marinas (*Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas agassizi*, *Caretta caretta* y *Eretmochelys imbricata*; Figura 59).

La abundancia de cada una de estas especies está determinada no sólo por sus características biológicas, sino también por las fluctuaciones naturales y el impacto antropogénico; que incluye la modificación o destrucción de las playas de anidación, la pesca (dirigida e incidental), la recolecta de huevos y la contaminación, entre otros factores (Márquez *et al.* 2004).

Baja California Sur provee hábitat de alimentación y anidación para las cinco de las siete especies de tortugas marinas presentes en México (Olgún, 1990; INE, 2000). En el Estado actualmente se reportan importantes zonas de alimentación para la tortuga caguama o amarilla (*Caretta caretta*), la tortuga prieta (*Chelonia*



agassizii) y la carey (*Eretmochelys imbricata*). Además, las costas de BCS son un área importante para la anidación de la tortuga golfita (*Lepidochelys olivacea*), la laúd (*Dermochelys coriacea*) y prieta (*Chelonia agassizii*) (Cliffton *et al.*, 1995; Márquez, 1996; Briseño, 2003; Tiburcio *et al.* 2004 y Tiburcio *et al.* 2009), siendo el Municipio de Los Cabos, donde más se observaba la concentración de estas anidaciones. (Márquez *et al.*, 1982; Olgún, 1990; Nichols, 1999).

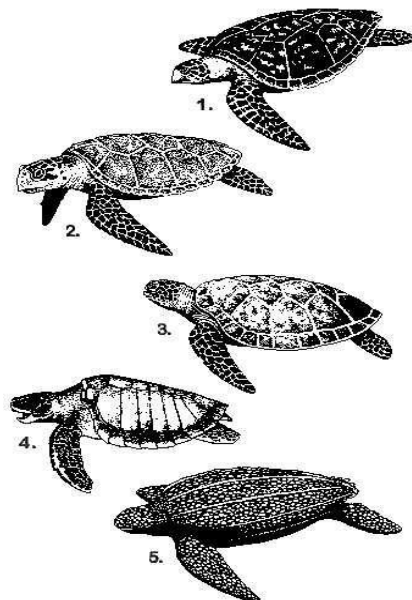


Figura 59. Esquemas de las tortugas marinas. 1 = *Eretmochelys imbricata*, 2 = *Caretta caretta*, 3 = *Chelonia mydas*, 4 *Lepidochelys olivacea*, 5 = *Dermochelys coriacea*. Fuente: Zubi, T. 2006.

En el año 2002 que se reporta oficialmente la anidación de tortugas prietas en el Municipio de Los Cabos, BCS y desde entonces haciéndose más comunes los nacimientos de estas crías, concentrándose las anidaciones en Cabo del Este (Tiburcio *et. al* 2004 y Tiburcio *et al.* 2009).

Estrategias de conservación para las áreas de anidación en Los Cabos.

Paralelamente se realizan importantes estrategias educativas con el objetivo de concientizar, instruir, orientar, informar y motivar a la población para fomentar principios y valores que conllevan al involucramiento de acciones y actividades en favor de la protección y restauración del medio ambiente, recursos naturales y su aprovechamiento sostenible.

Respecto a las investigaciones en la actualidad Los Cabos aporta importante información destacando cuantificación de las poblaciones, toma de muestras para análisis genético, toma de las temperaturas, operación de herramientas de conservación como los viveros o investigación haciendo uso de telemetría



satelital, que aportan el conocimiento técnico para argumentar no solo la conservación sino también las bases para justificar cualquier tipo de uso, sea éste consumista o no.

En el marco jurídico nacional, las tortugas marinas hacen parte de numerosas normativas que buscan su protección, conservación, investigación y manejo.

Especies que se mencionan para la zona, biología y ecología trófica

Caretta caretta (Tortuga Caguama, amarilla o cabezona)

Esta especie se distribuye en zonas templadas y tropicales del Pacífico, el Índico y el Atlántico. Estas extensas migraciones han sido registradas únicamente por el 9% de la población de esta especie que ha sido marcada en las costas de Baja California Sur. Por su parte el 20% de estas permanecen cerca a la costa con movimientos ocasionales hasta 150 km mar adentro, mientras que el 70% se quedan en aguas cercanas a la costa sin abandonar el área en un radio de 100 km aproximadamente. Estos datos resaltan la importancia de la zona, para el cumplimiento exitoso de su ciclo de vida (Peckham, 2006). A pesar de que *C. caretta* es considerada la especie de tortuga marina más importante en la costa occidental de Baja California Sur (Seminoff *et al*, 2008), las estimaciones de sus abundancias están muy limitadas por sus hábitos pelágicos, teniendo un estimado de entre 20,000 y 30,000 tortugas en las costas de Baja California (Márquez *et al*. 2004; Seminoff *et al*, 2008).

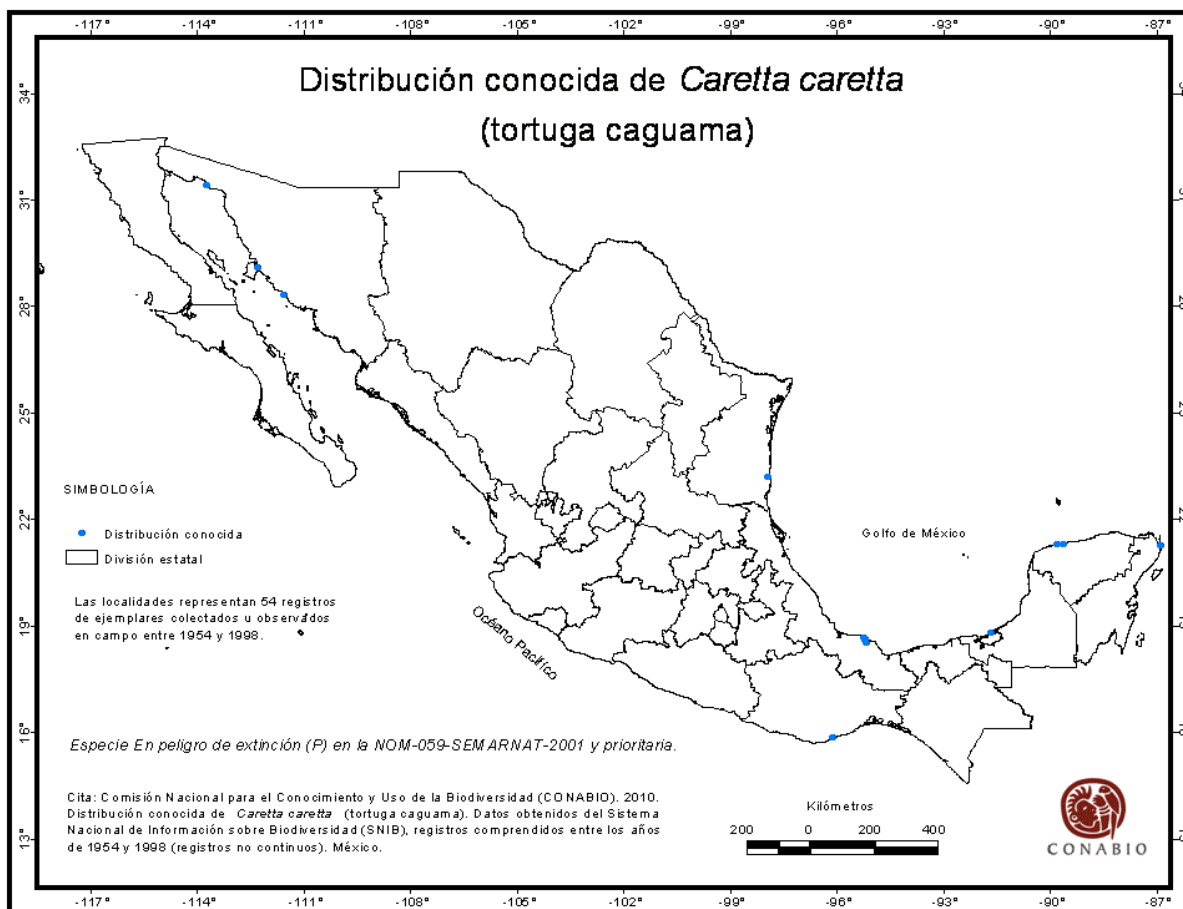


Figura 60. Mapa de distribución conocida de *Caretta caretta* en México. Fuente: CONABIO, 2010. *Eretmochelys imbricata* (Tortuga Carey).

Es una especie que habita las aguas tropicales del Atlántico y Pacífico, prefiriendo hábitats rocosos, arrecifes de coral, estuarios y bahías poco profundas (INE y SEMARNAP, 1999, Márquez *et al.* 2004; Figura 61).



Figura 61. Mapa de distribución de *Eretmochelys imbricata* en México. Fuente: <http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm>.

En la costa occidental de Baja California Sur se han registrado ocasionalmente individuos subadultos que usan el área únicamente para buscar alimento, enfocándose en moluscos, crustáceos, equinodermos y esponjas, (INE y SEMARNAP, 1999, Márquez *et al.* 2004). El tamaño poblacional de esta especie es difícil de calcular, sin embargo se ha reconocido que se ha reducido significativamente sus abundancias a nivel mundial, y se cree que esto está provocando cambios importantes en la estructura y función de los arrecifes coralinos. La reducción de estos organismos está dada en virtud a la alta vulnerabilidad de esta especie a perturbaciones ambientales y antropogénicas (INE y SEMARNAP, 1999, Márquez *et al.* 2004).

Dermochelys coriacea (Tortuga Laúd)

La tortuga Laúd es considerada el reptil marino más grande que existe habitando aguas cálidas del Atlántico, Pacífico e Índico, es la tortuga más oceánica de todas pues pasa la mayor parte de su vida lejos de la costa, prefiriendo zonas profundas para su alimentación (Figura 62). Esta característica aunada al bajo número de avistamientos, dificultan el establecimiento de su tamaño poblacional y hace crítico la evaluación de la condición de sus hábitats (INE y SEMARNAP, 1999, Márquez *et al.* 2004).



Figura 62. Mapa de distribución de *Dermochelys coriacea* en México. Fuente: <http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm>.

En la costa occidental de la Península de Baja California se tiene identificada una ruta migratoria costera, desde Monterey (California, EEUU) hasta Baja California, donde se tienen registrados algunos desoves. Específicamente en las playas de la costa occidental de Baja California Sur las anidaciones de esta especie han sido registradas desde 1982, y aunque los datos no son continuos, sus abundancias muestran una tendencia decreciente (Figura 63). La información disponible estima que las buenas temporadas incluyen 100 nidos en promedio en las playas, sin embargo, las bajas temperaturas de esta zona, hace que el porcentaje de eclosión de los huevos sea muy bajo. A pesar de esto, las playas de esta zona son consideradas como áreas con potencial de anidación para *D. coriacea* y requieren de mayor evaluación para determinar su importancia y las estrategias de conservación (Márquez *et al.* 2004).

Después de anidar en la Península, las tortugas Laúd se dirigen al sur sin tocar tierra, alimentándose también en esta región de medusas e invertebrados planctónicos principalmente (INE y SEMARNAP, 1999, Márquez *et al.* 2004).

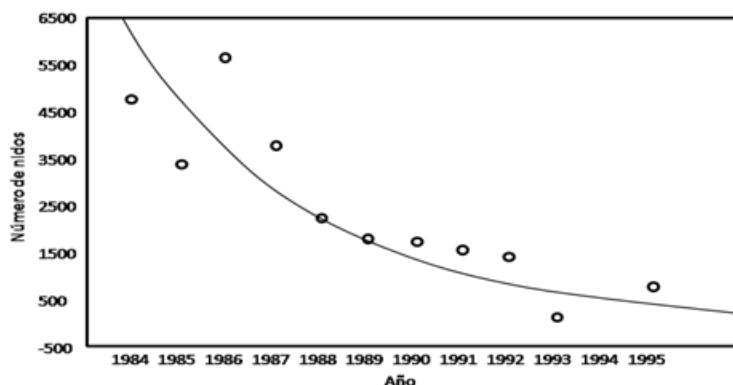


Figura 63. Número de nidos hechos por la tortuga Laúd en la Playa Mexiquillo (Michoacán). Fuente: Sarti *et al.* 1996.

Chelonia mydas agassizi (Tortuga Prieta o Negra)

Esta especie se distribuye en los océanos y mares, restringida a las regiones tropicales de nuestro planeta (Figura 64). Mide entre 70 y 90 cm de longitud y su peso oscila alrededor de los 126 kg (Chacón, 2002; Secretaria CIT, 2004). *Chelonia mydas* utiliza la costa Pacífica de Baja California Sur únicamente para su alimentación, pues no hay registros de poblaciones anidadoras en el área. Los esfuerzos de monitoreo para esta especie en la península de Baja California se han enfocado en Laguna Ojo de Liebre, el Estero el Coyote (Punta Abreojos), Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena (Estero Banderitas); dentro de los cuales la mayor concentración de individuos se ha encontrado en el estero el Coyote. Bahía Magdalena por su parte también resalta como ruta de dispersión y alimentación de la tortuga prieta, diferenciando sus hábitos alimenticios entre la parte interna y externa de la región (Márquez *et al.* 2004).

Esta es la única especie herbívora entre las tortugas marinas, se alimenta principalmente de pastos marinos y algas, actividad que realiza hacia horas de la noche como probable estrategia para evitar el tránsito de lanchas y la presión pesquera. Reportes muestran preferencias en la alimentación por algas rojas del género *Gracilariopsis*, aunque también inciden sobre otras especies de algas como *Gigartina* sp., *Chaetomorpha* sp., *Ulva lactuca* y *Codium* sp. Algunos invertebrados como las plumas de mar, las liebres marinas, las esponjas, las medusas e incluso algunos huevos de gasterópodos, también forman parte de su dieta (Seminoff *et al.* 2002).

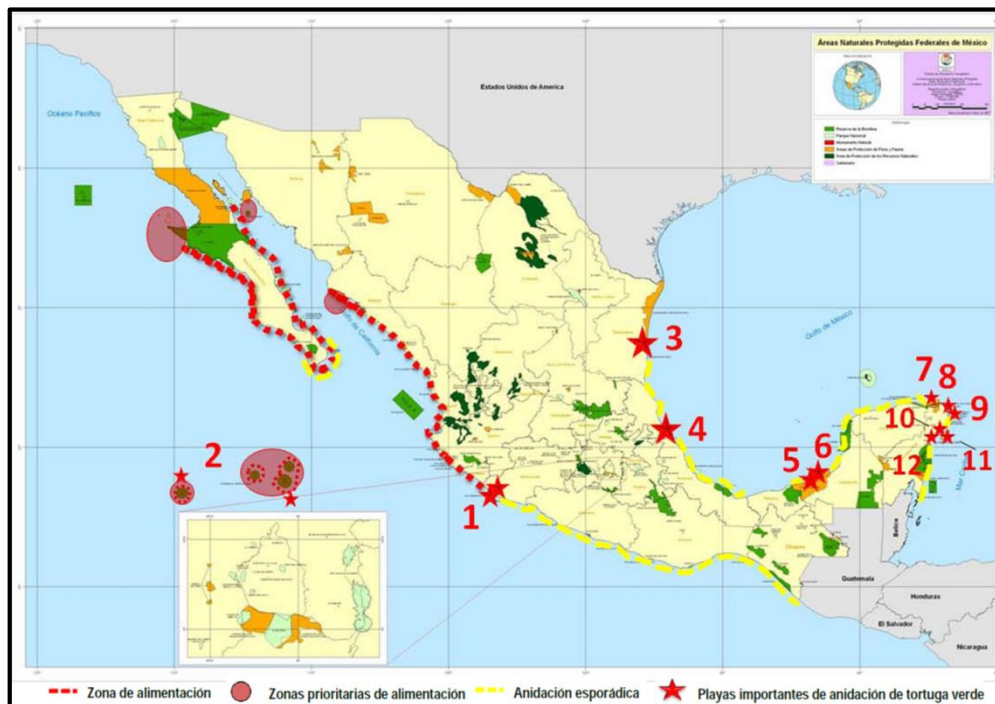


Figura 64. Mapa de distribución de *Chelonia mydas* en México. (1. Colola y Maruata, Michoacán; 2. Clarion y Socorro, Archipiélago Revillagigedo, Col.; 3. Rancho Nuevo, Tamaulipas; 4. Lechuaguillas, Veracruz; 5. Isla Aguada, Campeche; 6. Chenkan, Campeche; 7. Holbox, Quintana Roo; 8. Isla Contoy, Quintana Roo; 9. Isla Mujeres, Quintana Roo; 10. Akumal, Quintana Roo; 11. Isla Cozumel, Quintana Roo; 12. Xcacel, Quintana Roo). Fuente: <http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm>.

Lepidochelys olivácea (Tortuga Golfina)

Esta especie de distribución pantropical, es la más pequeña de las tortugas marinas, con una talla promedio en adultos 66.5 cm y un peso promedio de 35.5 kg (Ríos-Olmeda *et al.* 1996). Sus poblaciones se concentran en las aguas del Pacífico durante la temporada de langostilla, y algunos estudios han demostrado que, aunque algunas poblaciones pueden ser residentes en cercanías a las áreas de anidación; algunas otras realizan migraciones de miles de kilómetros hasta profundidades mayores a los 1000 m, entre las áreas de alimentación y reproducción (Briseño, 1998).

A pesar de que los registros históricos de capturas reconocen un decremento importante desde los años 60, alcanzando un máximo de 12,824 toneladas de captura en 1964, hasta un nivel de tan solo 2,071 toneladas en 1971 (Márquez *et al.* 1976); las fluctuaciones poblacionales han mostrado signos notables de su recuperación durante la última década, en el Santuario La Escobilla en Oaxaca (Márquez *et al.* 2004; Figura 65).

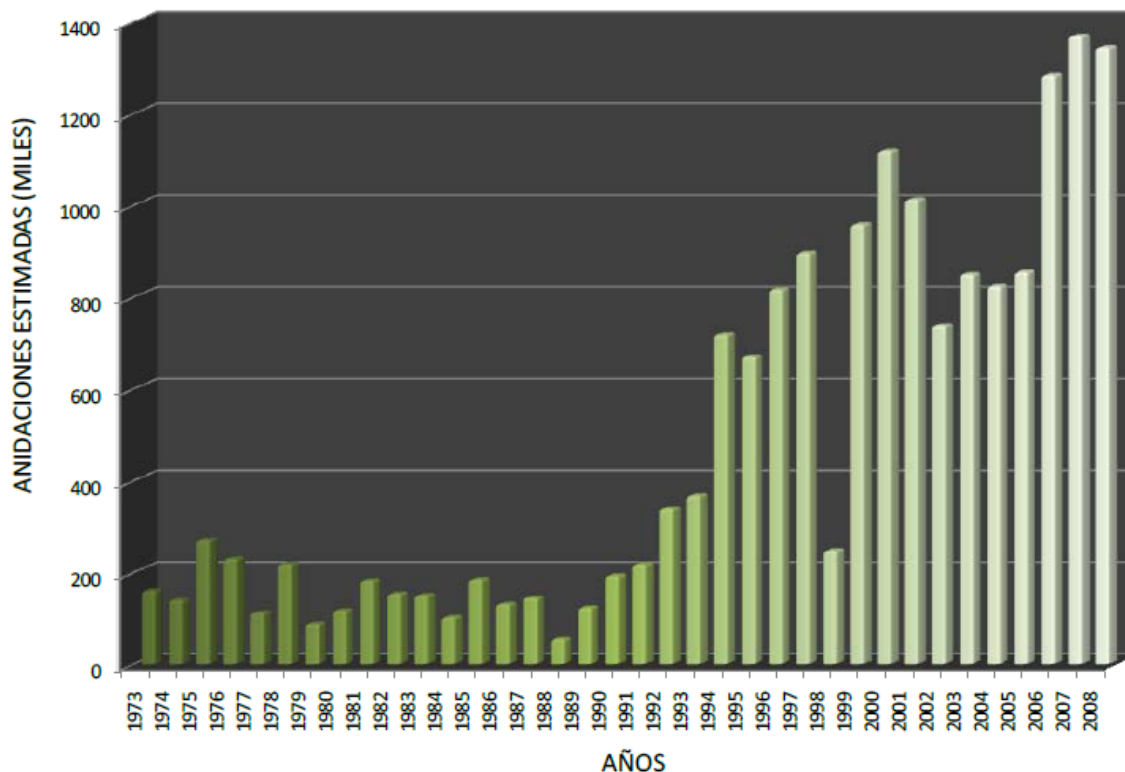


Figura 65. Tendencia histórica en la anidación en la playa La Escotilla, Oaxaca. Fuente: Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas/CMT/CONANP, 2008.

Las hembras de esta especie siguen creciendo después de alcanzar la talla de primera madurez (8 – 12 años). Su periodo de anidación ocurre durante todo el año, con mayor intensidad durante el verano y el otoño. La fecundidad promedio es de 103 huevos por desove, el cual dura entre 14 a 17 días, aunque puede variar de acuerdo a las características de la arena y el contenido de materia orgánica en la zona. Para esto buscan playas delineadas con oleajes moderados y pendientes ligeras, en márgenes continentales asociados a la desembocadura de ríos o a sistemas lagunares-estuarinos (Briseño, 1998).

Las colonias anidadoras de esta especie se ubican desde Baja California hasta el norte de Perú, de las cuales el Pacífico mexicano resalta por ser una zona de relevante importancia para la anidación de esta especie, con las mayores concentraciones en el sudeste mexicano (2,000 a 3,000 nidos por temporada en Sinaloa; Figura 66). A pesar de que las abundancias de los nidos en el extremo suroccidental de Baja California Sur es mucho más bajo (alrededor de 100 nidos por temporada); las anidaciones de la tortuga Golfina en esta zona han sido constantes en el tiempo, por lo que algunas de las playas de la costa sur occidental de la Península tienen actividades de protección, pero no cuentan con su estatus legal correspondiente; mientras que otras zonas en esta misma región, han sido consideradas como áreas con potencial de anidación para la especie, pero requieren ser evaluadas (Briseño, 1998; Márquez *et al.* 2004).



Figura 66. Mapa de distribución de *Lepidochelys olivacea* en México. (1. Playa La Escobilla, Oaxaca; 2. Playa Morro Ayuta, Oaxaca; 3. Playa Ixtapilla, Michoacán). Fuente: <http://www.conanp.gob.mx/sig/imgmapoteca/mapoteca.htm>.

La porción suroccidental de Baja California Sur también es empleada por *L. olivacea* para su alimentación, la cual consta de un amplio espectro de presas bento-pelágicas, de las cuales sobresalen los crustáceos. También utilizan algas, pastos marinos, erizos, moluscos, medusas y ocasionalmente algunos peces (Deraniyagala, 1939; Carr, 1952; Márquez *et al.* 1976; Márquez, 1990). La tortuga Golfina también tiene la capacidad de alimentarse de un solo tipo de alimento si así lo requiere, como el caso de los individuos en la costa occidental de Baja California cuya alimentación se restringe a la langostilla, *Pleurocondes planipes* (Briseño, 1998).

Mamíferos marinos:

La diversidad de mamíferos marinos en nuestro país es una de las más altas en el mundo. Con respecto al orden de los Cetáceos, casi un 50% de las especies existentes pueden llegar a encontrarse en aguas mexicanas, especialmente en costas de la península de Baja California y el Golfo de California (Aurióles, 1993; Tabla 28). Es por esta razón, que es factible tener avistamientos importantes de mamíferos marinos (especialmente delfines y ballenas) frente a costas del golfo de California y en general a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California. Estas zonas presentan eventos importantes de alta productividad primaria y secundaria, un aspecto que se está estrechamente relacionado a la presencia de mamíferos marinos (Walker, 2005). En este



sentido, se da una influencia importante de la Corriente de California, la cual contiene una alta productividad proveniente del Pacífico Norte y que encuentra su límite sur, de modo aproximado, en Bahía Magdalena (Lluch-Belda *et al.*, 2000).

Tabla 28. Especies de mamíferos marinos reportadas en el Norte del Golfo de California.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	Lobo marino	<i>Zalophus californianus</i>	Otariidae	Pr (Sujeta a protección especial)
2	Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Balaenopteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
3	Ballena gris	<i>Eschrichtius robustus</i>	Eschrichtiidae	Pr (Sujeta a protección especial)
4	Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	Balaenopteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
5	Ballena franca	<i>Eubalaena japonica</i>	Balaenidae	P (En peligro de extinción)
6	Ballena menor	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Balaenopteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
7	Ballena tropical	<i>Balaenoptera edeni</i>	Balaenopteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
8	Ballena de aleta	<i>Balaenoptera physalus</i>	Balaenopteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
9	Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	Physeteridae	Pr (Sujeta a protección especial)
10	Orca	<i>Orcinus orca</i>	Delphinidae	Pr (Sujeta a protección especial)
11	Orca falsa	<i>Pseudorca crassidens</i>	Delphinidae	Pr (Sujeta a protección especial)
12	Calderón de aletas cortas	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Delphinidae	Pr (Sujeta a protección especial)

Los estudios de mamíferos marinos (cetáceos, principalmente) han sido enfocados principalmente a áreas extensas dentro del Golfo de California (Canal de Ballenas, la costa occidental del golfo, en el interior de la Bahía de La Paz y zonas aledañas) (Chávez-Andrade, 2006).

A lo largo de este documento se mencionarán los siguientes grupos de mamíferos marinos:

A) Ballenas y delfines.



1. Mysticetos. Las denominadas grandes ballenas. Estas no presentan dientes sino barbas para filtrar su alimento, que en la mayoría es zooplancton.
2. Odontocetos. Es el grupo que se caracteriza por la presencia de dientes y que predominantemente se encuentra conformado por especies de la familia de los delfines.

B) Pinnípedos.

Este grupo se encuentra formado por lobos marinos y focas. Sin embargo, este documento se centrará en la única familia (Otariidae) presente en la región, que es la de los lobos marinos.

A.1. MISTICETOS (Ballenas con barbas)

Este tipo de ballenas (Orden Cetacea; Suborden Mysticeti) se caracteriza por presentar grandes desplazamientos migratorios (Figura 67). Una de las características principales de esta conducta es la separación entre las áreas de alimentación y las reproductivas (Lockyer y Brown, 1981). El patrón es el mismo para la mayoría de los misticetos que llegan a encontrarse en la zona occidental de Baja California o el Golfo de California. En estas dos regiones de México suele darse la conducta de reproducción y crianza, mientras que las áreas de alimentación se encuentran en latitudes más altas dentro del Pacífico Norte. Algunos reportes en este sentido se tienen para la ballena de aleta, la ballena jorobada, la ballena azul y la ballena gris (Gendron 2002, Gendron y Urbán 1993).



Figura 67. Esquema de misticeto.

1) Rorcual de Minke, *Balaenoptera acutorostrata*

Estatus IUCN: Bajo riesgo



NOM-059: No endémica, sujeta a Protección especial (Pr)

Orden: Cetacea

Familia: Balaenopteridae

Género: Balaenoptera

Especie: Balaenoptera acutorostrata

La ballena Minke es una especie cosmopolita, ampliamente distribuida en aguas tropicales, templadas y polares de ambos hemisferios.

Para el Golfo de California se conocen menos de 25 registros, de los cuales cuatro pertenecen a ballenas muertas, dos en Bahía de San Luis Gonzaga y dos cerca del golfo de Santa Clara en el Alto Golfo (Vidal y Findley, 1990) y para Sonora, se conocen avistamientos esporádicos cerca de Isla San Pedro Mártir, Puerto Peñasco, Guaymas y Bahía de Yavaros (Guerrero *et al.* 2006).

2) Ballena de aleta o rorcual común, *Balaenoptera physalus*

Estatus IUCN: En peligro.

NOM-059 (Norma Oficial Mexicana): Protección especial.

Orden: Cetacea

Familia: Balaenopteridae

Género: Balaenoptera

Especie: Balaenoptera physalus

Existe una población residente durante todo el año en el Golfo de California de acuerdo a varios autores (Rice, 1998; Bérubé *et al.*, 1998, 2002). Los avistamientos de esta especie son comunes en áreas de Baja California (San Felipe, Canal de Salsipuedes), Baja California Sur (Los Cabos, Bahía de La Paz, Santa Rosalía), Sinaloa (Bahía de Santa Bárbara) y en Sonora (desde Puerto Peñasco hasta Guaymas). Es una especie costera y oceánica, en el Golfo se encuentra en la zona costera en invierno y mediados de verano, y el resto del verano y otoño se distribuye en aguas alejadas de la costa (Enriquez, 1996). Al ser una especie residente se alimenta y se reproduce en la zona. La dieta consta de peces, crustáceos, cefalópodos por lo que se considera generalista, aunque con cambios estacionales (Gendron *et al.*, 2001; Jaume, 2004; Del Angel, 1997).

Su tamaño poblacional es de alrededor de 600 individuos de acuerdo al trabajo de Díaz (2006). La proporción sexual al nacer es de 1:1, aunque varía por la segregación sexual que existe. En la parte norte del Golfo existen dos machos por cada hembra, mientras que en la parte sur es cercana a 1:1 (Enriquez, 1996). Alcanzan la madurez sexual entre los 5 y 15 años en ambos sexos, entre 17.7 m y 18.3 m de longitud en machos y hembras, respectivamente. La época



reproductiva se extiende de diciembre a enero, con un periodo de gestación de 11 meses y nacimientos en otoño e invierno.

Esta especie se ha visto principalmente alterada en su hábitat debido al tráfico intenso de embarcaciones pesqueras y turísticas de diferentes calados (Guerrero-Ruiz *et al.*, 2006).

3) Ballena gris, *Eschrichtius robustus*

Estatus IUCN: Preocupación mínima.

NOM-059 (Norma Oficial Mexicana): Protección especial.

Orden: Cetacea

Familia: Eschrichtiidae

Género: Eschrichtius

Especie: Eschrichtius robustus

La última estimación para el Pacífico Norte es de unas 26,500 ballenas (Rugh *et al.*, 1999). Durante otoño se hace presente el desplazamiento de ballenas grises desde el Noroeste del Mar de Bering hasta zonas de crianza en la península de Baja California y la zona sur occidental del Golfo de California (migración de 10,000 km). En esta última región de México, González (2004) reporta una abundancia de 250-400 animales. En primavera se lleva a cabo su retorno hacia altas latitudes (Rice y Wolman, 1971). Esta ballena presenta hábitos cercanos a la costa (dentro de los 20 km con respecto a la línea de costa) durante prácticamente toda su vida (Guerrero-Ruiz, 2005).

La alimentación de la ballena gris se presenta primordialmente en los meses de verano en el Ártico y consiste principalmente de anfípodos y camarones; este es un caso semejante al de la ballena jorobada, en donde las áreas de alimentación principales se dan en el Pacífico Norte, aunque se llegan a observar eventos aislados de alimentación en Baja California, los cuales consisten en la extracción de anfípodos del suelo arenoso (la estrategia de alimentación de esta ballena asemeja una draga sobre el fondo marino) (Reeves *et al.*, 2002).

A.2. ODONTOCETOS (delfines)

Este grupo esté conformado por cetáceos que presentan dientes (Suborden Odontoceti; Figura 68), los cuales pueden presentar una afinidad tanto templada como tropical. Se caracterizan por presentar un mayor espectro alimentario con respecto a los misticetos, que presentan en general una alta especialización para filtrar zooplancton (Reeves *et al.*, 2002). Otra característica importante de los odontocetos es que no presentan desplazamientos migratorios tan grandes como los misticetos, por lo que llegan a encontrarse poblaciones residentes y la fusión de áreas reproductivas con áreas de alimentación. Por otro lado los odontocetos



se caracterizan por presentar una mayor cohesión social respecto a otros cetáceos, por lo que es fácil encontrar grandes grupos, en ocasiones de hasta 2,000 individuos, lo cual favorece su sencillo avistamiento (Reeves *et al.*, 2002).

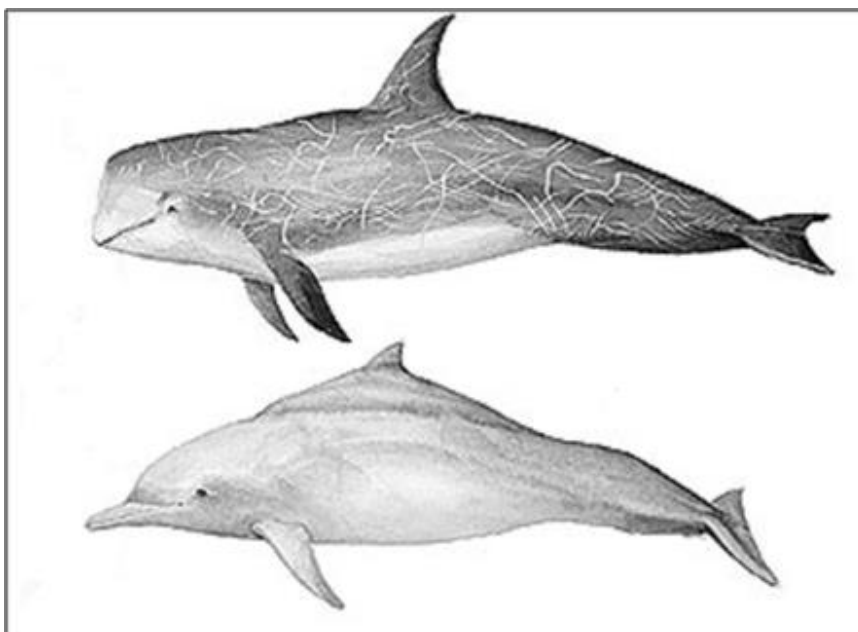


Figura 68. Esquema de odontocetos.

1) Cachalote pigmeo, *Kogia breviceps*

Estatus IUCN: información insuficiente

NOM-059 (Norma Oficial Mexicana):

Orden: Cetacea

Familia: Kogiidae

Género: Kogia

Especie: *Kogia breviceps*

El cachalote pigmeo se presenta en todo el mundo en agua templadas y tropicales del océano Atlántico, Pacífico e Índico (William *et al.*, 2006). De acuerdo con los varamientos registrados, se distribuyen en todo el golfo de California, desde San Felipe y Puerto Peñasco al sur hacia la Bahía de La Paz y Mazatlán, sin embargo, no hay registros de varamientos a lo largo de la costa occidental de la Península (Vidal *et al.* 1993 en Guerrero *et al.* 2006. Consumen principalmente cefalópodos, seguido de invertebrados bentónicos y peces pelágicos y demersales (Caldwell y Caldwell, 1989).

2) Delfín común

Estatus IUCN: Preocupación mínima.



NOM-059 (Norma Oficial Mexicana): Protección especial.

Orden: Cetacea

Familia: Delphinidae

Género: Delphinus

Especie: Delphinus delphis y Delphinus capensis

Son los cetáceos más comunes en el Golfo de California, su distribución es principalmente costera y prefiere aguas someras y cálidas. Se alimentan de peces y calamares. Esta especie de delfín depende de los recursos que se encuentran en las áreas donde es observado. Se ha reportado en varias ocasiones la importancia de los peces mictófidios en la alimentación de este delfín común (Perrin, 2002; Díaz-Gamboa, 2010). Esta especie es encontrada frecuentemente varada en el área de Puerto Peñasco (Delgado-Estrella *et al.*, 1994).

3) Tursión o delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*

Estatus IUCN: Preocupación mínima.

NOM-059 (Norma Oficial Mexicana): Protección especial.

Orden: Cetacea

Familia: Delphinidae

Género: Tursiops

Especie: Tursiops truncatus

Este odontoceto es cosmopolita, es comúnmente encontrado en una gran cantidad de hábitats tanto templados como tropicales. También se reporta como residente en bahías o lagunas costeras (Reeves *et al.*, 2002). De hecho, dentro de Bahía de La Paz, B.C.S. en México, se reporta la presencia de una población residente de tursiones (Salinas-Zacarías, 2005). En este sentido se han reportado dos ecotipos dentro de esta especie, uno costero y uno oceánico (Walter, 1981).

Ambos conforman su dieta con base en las presas disponibles en el área, sin embargo, una marcada diferencia entre los dos tiene que ver con que el tursión oceánico incorpora a los calamares a su alimentación, por lo menos de modo más importante que los costeros (Delgado-Estrella, *et al.*, 1994).

4) Orca, *Orcinus orca*

Estatus IUCN: Bajo riesgo

Orden: Cetacea

Familia: Delphinidae

Género: Orcinus



Especie: Orcinus orca

La ballena asesina u orca presenta la más amplia distribución de todos los cetáceos. Siendo una especie cosmopolita, puede encontrarse en todos los océanos y en la mayoría de los mares. La información de la distribución de esta especie en aguas tropicales y costeras es limitada, pero numerosos registros dispersos y avistamientos atestiguan su amplia distribución (William *et al.*, 2009).

Para el Pacífico mexicano, Guerrero-Ruiz *et al.* (2002) han reportado más de 200 avistamientos, desde 1858 hasta el 2001. Sin embargo, su distribución y movimientos han sido mejor estudiados en el Golfo de California. Guerrero-Ruiz *et al.* (1998) menciona que *O. orca* está presente todo el año y que existen al menos cuatro comunidades que temporalmente habitando en ese mar, las cuales se mueven hacia el Pacífico norte, pudiendo observarse en agua de California, Baja California y Baja California Sur. Se han registrado en el Golfo de California (Vidal y Findley, 1990), desde Islas Consag hasta Bahía de Banderas (Guerrero-Ruiz, 1997). En el área se alimenta de peces y de otros mamíferos marinos. De acuerdo a Guerrero-Ruiz *et al.* (1998), mencionan que el Golfo de California es una zona de nacimientos, crianza y de alimentación, y que se registran estas actividades todos los meses del año (Guerrero *et al.*, 2006). Es una especie muy poco común en el área.

B. PINNÍPEDOS (lobos marinos)

Este grupo de mamíferos marinos está conformado por miembros del orden de los carnívoros, tal es el caso de los lobos marinos, los lobos de pelo fino, las focas y las morsas. En México solo contamos con cuatro especies (lobo marino de California, lobo fino de Guadalupe, elefante marino del norte y foca de puerto). La más abundante es el lobo marino de California con cerca de unos 100,000 individuos entre la costa occidental de Baja California y el Golfo de California (Szteren *et al.*, 2006, Lowry y Maravilla, 2005). Esta sería la única especie que podría ubicarse de modo importante frente a costas de la zona sur de la península de Baja California, ya que las otras tres especies de pinnípedos se ubican en latitudes más altas, a partir de la parte media de la península (costa occidental).

1) Lobo marino de California, *Zalophus californianus*

Estatus IUCN: Preocupación mínima

NOM-059 (Norma Oficial Mexicana): Protección especial.

Orden: Carnivora

Suborden: Pinnipedia

Familia: Otariidae

Género: Zalophus



Especie: Zalophus californianus

Se le encuentra en todo el Golfo de California, en la parte norte, se ubican dos áreas de agrupaciones de lobos marinos con actividad reproductiva, la isla San Jorge y las Rocas Consag, que son las áreas más próximas a Puerto Peñasco (Figura 69). Los machos realizan migraciones con fines alimenticios mientras que las hembras permanecen en las colonias. El tamaño poblacional en todo el Golfo de California se estimó entre 24,062 y 31,159 individuos en el año 2004 (Szteren y Auriolles-Gamboa, 2011).

Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 5 años de edad, su periodo de reproducción comprende entre mayo y agosto (Bartholomew, 1970), con una gestación de 11 meses. La proporción sexual al nacimiento es de 1:1 (Auriolles-Gamboa y Zavala-González, 1994). Con respecto a su alimentación, la dieta es muy variada, y se alimentan principalmente de peces (ej. *Sardinops sagax*), calamares (*Dosidicus gigas*) y crustáceos (García-Rodríguez, 1999; Porrás-Peters *et al*, 2008), es considerado como un depredador de alto nivel (Cupa-Cedillo, 2007). Estos animales presentan un grado de dispersión muy alto por lo que es posible que se estén alimentando en el área y en el caso de los machos (adultos y subadultos) también estén llevando a cabo grandes desplazamientos a otros lugares para alimentarse, especialmente de especies como merluza (*Merluccius angustimanus*), pejesapo (*Kathetostoma averruncus*) y el llamado rubio volador (*Prionotus stephanoptrys*) (Curiel, 2008).

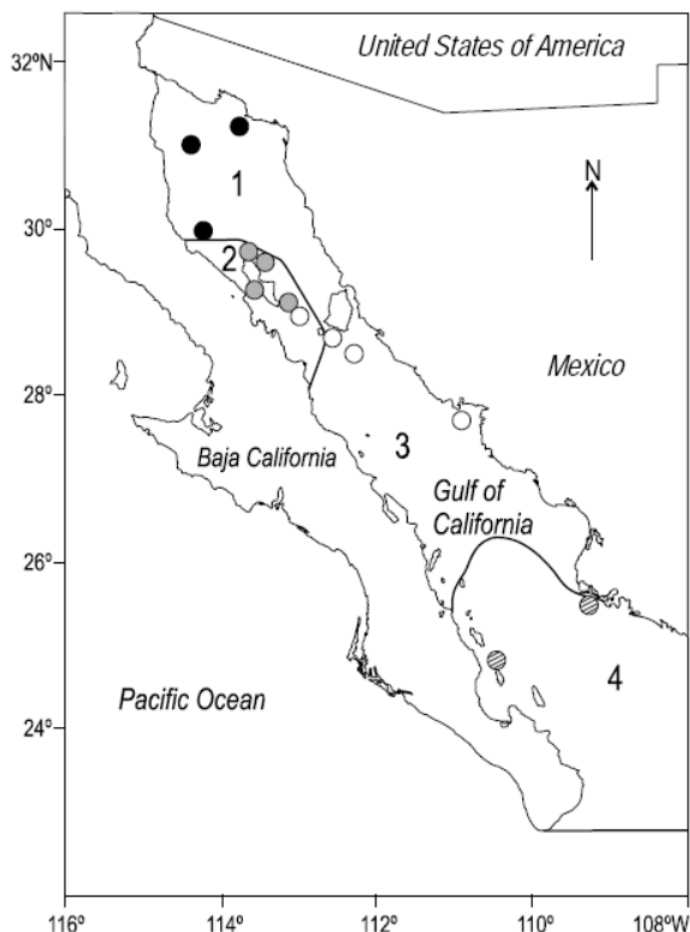


Figura 69. Mapa que muestra los límites de las cuatro regiones ambientales del Golfo de California, como lo propuesto por Lluch-Cota y Arias-Aréchiga (2000), y la regionalización general de las colonias reproductivas del lobo marino de California: grupo 1. Golfo Norte (de norte a sur: Consag, Isla San Jorge, Isla Lobos). 2. Grupo Ángel de la Guarda (de norte a sur: Granito, Los Cantiles, Los Machos, El Partido), grupo Golfo Central 3 (de norte a sur: El Rasito, San Esteban, San Pedro Mártir, Nolasco) y grupo Golfo Sur 4 (de norte a sur: Farallón de San Ignacio, Los Islotes).

De acuerdo con Szeteren y Auriolos (2011), las colonias reproductivas del lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en el Golfo de California están estructuradas genéticamente en diferentes grupos. A pesar de dicha evidencia de diferenciación regional, la población de lobo marino en el Golfo de California se maneja como una sola unidad.

En el área del proyecto no se observaron durante los trabajos de campo ninguna de estas especies salvo al lobo marino (especie que generalmente transita la zona, existiendo una colonia en el arco de Cabo San Lucas, la zona es somera para muchos mamíferos de gran tamaño y no se identifica tampoco como una zona de alimentación debido a la poca presencia de especies en la zona ni se identifica como una zona de reproducción o anidación para ninguna de estas especies.



IV.2.3. Paisaje

El paisaje es un claro indicador de la salud de los ecosistemas. El área seleccionada para la instalación de la planta se encuentra dentro del predio Diamante Cabo San Lucas, el cual ya ha impactado de manera considerable el paisaje al igual que la desaladora del municipio y obras en la línea de costa de la playa El Faro, en este sentido el paisaje natura ha sido modificado por un entorno urbano recreativo, aun así la cercanía con la zona del arco de Cabo San Lucas y los paisajes desérticos con vista al Océano Pacífico, le confieren un valor paisajístico importante.

IV.2.4. Medio Socioeconómico

El estado de B.C.S. se ubica dentro del Área Geográfica “A” y el municipio de Los Cabos con clave 008. Con respecto a la Región Económica Nacional. El Plan de Desarrollo Urbano y el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, consideran a la localidad como ciudad de Nivel Básico.

Actualmente el municipio y específicamente la Ciudad de cabo San Lucas se han convertido en uno de los principales centros turísticos del país, por lo cual la zona económicamente juega un papel muy importante dentro de la entidad, generando una gran cantidad de recursos y fuentes de empleo.

a) Demografía

De acuerdo a la información del último censo de población y vivienda elaborado en 2010 por el INEGI, el Municipio de Los Cabos registraba una población total de 238,487 habitantes, lo que representaba el 37% de la población de B.C.S., siendo el segundo municipio más grande de la entidad federativa, sólo superado por el municipio de La Paz (Tabla 29).

Tabla 29. Resultados del Censo de Población y Vivienda 2010 para B.C.S.

MUNICIPIO	POBLACIÓN 2010	% DISTRIBUCIÓN
La Paz	251.871	40%
Los Cabos	238.487	37%
Comondú	70.816	11%
Mulegé	59.114	9%
Loreto	16.738	3%
Total Baja California Sur	637.026	100%

Fuente: SDEMARN, 2016.

Con base a los datos poblacionales publicados por el CONAPO, para 2016 se estima que la población del Municipio de los Cabos asciende a 317,224 habitantes, lo que representa aproximadamente el 40.3% de la población de B.C.S., otorgando en nombramiento del municipio más grande del estado (Figura 70).



Figura 70. Localidades urbanas del Municipio de Los Cabos. Fuente: IMPLAN Los Cabos.

Ambas localidades constituyen el polo turístico comúnmente denominado “Los Cabos” y representan la zona de mayor dinámica poblacional de la región, ambas localidades se encuentran dentro del área de cobertura del OOMSAPASLC, su sistema de agua potable se encuentra conectado a través de los Acueductos I y II, mediante los que se bombea agua desde San José del Cabo hacia Cabo San Lucas. Para la delimitación del área de estudio, se consideró única y exclusivamente la zona que comprende la localidad de Cabo San Lucas, que recibe los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento por parte de la OOMSAPASLC.

En base a la Tabla 30 encuesta inter censal del INEGI en 2015, el municipio de Los Cabos presenta un aumento en la población general con 287,671 habitantes, representado el 40.4% de la población de B.C.S, convirtiéndose en el municipio más grande seguido de La Paz con 272,711 habitantes que representa el 38.3% de la población de B.C.S. La localidad de Cabo San Lucas es la segunda población más grande del municipio de los cabos con 81,111 habitantes, superada por San José del Cabo con 93,069 habitantes (INEGI, 2016b).

El estado de B.C.S., el municipio de Los Cabos y la localidad de Cabo San Lucas presentan una distribución de sexos similar, lo cual indica que por cada 100 mujeres se encuentran 101 hombres para el caso del estado y 105 hombres para Los Cabos y Cabo San Lucas, lo cual corresponde en Cabo san Lucas al 51.4% de hombres y 48.6% de mujeres, esta proporción se mantiene igual por edades (Figura 71).



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Tabla 30. Población de CONAPO 2010 – 2030.

Año	San José del Cabo	Cabo San Lucas	La Ribera	San José Viejo	Las Vereda	Colonia del Sol	Las Palmas	Resto	TOTAL
2010	71,187	69,836	2,091	7,367	10,688	48,995	11,794	21,311	243,268
2011	75,869	72,687	2,162	7,851	11,391	52,217	12,569	22,439	257,185
2012	80,331	75,162	2,222	8,313	12,061	55,288	13,309	23,486	270,171
2013	84,664	77,363	2,272	8,761	12,711	58,270	14,027	24,483	282,551
2014	88,901	79,334	2,315	9,200	13,348	61,186	14,728	25,441	294,452
2015	93,069	81,111	2,351	9,631	13,973	64,055	15,419	26,370	305,980
2016	97,193	82,723	2,383	10,058	14,593	66,894	16,102	27,279	317,224
2017	101,288	84,192	2,409	10,482	15,207	69,712	16,781	28,174	328,245
2018	105,369	85,535	2,432	10,904	15,820	72,521	17,457	29,059	339,095
2019	109,444	86,765	2,451	11,326	16,432	75,326	18,132	29,938	349,814
2020	113,521	87,891	2,467	11,748	17,044	78,131	18,807	30,814	360,424
2021	117,607	88,925	2,480	12,171	17,658	80,944	19,484	31,690	370,958
2022	121,711	89,875	2,490	12,595	18,274	83,768	20,164	32,568	381,445
2023	125,834	90,746	2,498	13,022	18,893	86,606	20,847	33,449	391,896
2024	129,981	91,544	2,504	13,451	19,515	89,460	21,534	34,334	402,323
2025	134,149	92,269	2,507	13,882	20,141	92,329	22,225	35,224	412,727
2026	138,335	92,923	2,509	14,316	20,770	95,210	22,918	36,118	423,098
2027	142,536	93,504	2,508	14,750	21,400	98,101	23,614	37,014	433,429
2028	146,749	94,016	2,506	15,186	22,033	101,001	24,312	37,914	443,717
2029	150,974	94,460	2,501	15,623	22,667	103,908	25,012	39,816	453,963
2030	155,206	94,836	2,495	16,061	23,303	106,821	25,713	39,712	464,157

Fuente: CONAPO.

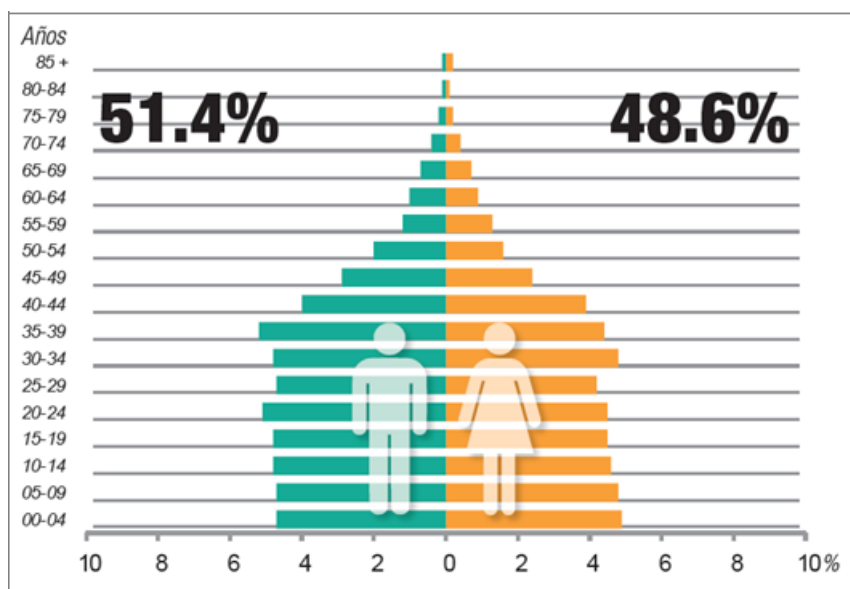


Figura 71. Estructura poblacional por sexo y edad. Fuente: INEGI, 2016.

En cuanto a la situación conyugal en la localidad de Los Cabos que comprende a la población con 12 años o más, la mayoría presenta algún tipo de unión, ya sea casada (33.5%) o en unión libre (23.9%), el resto de la población se encuentra soltera (33.1%), separada (5.3%), divorciada (1.9%), viuda (2.2%) o no especifica (0.1%; INEGI, 2016a).



La población femenina que se encuentra entre los 12 a 49 años para el municipio de Los Cabos, B. C. S. reporta un promedio de 1.5 hijos nacidos vivos con un total de 5,420 y 759 de hijos fallecidos en el 2015. El 97.5% de la población tiene actas de nacimiento mientras que el 1.3% no la tiene, el 0.8% se encuentra registrado en otro país y el 0.4% no especifica. El 0.6% de la población de Los Cabos no tiene nacionalidad mexicana.

B.C.S. presenta alta migración de nacionales y extranjeros, la cual aumentó del 2000 al 2010. A nivel local, el 56.7% de la población del municipio de Los Cabos es foránea.

La población económicamente activa en Los Cabos en 2015 corresponde al 62.4% de la población de los cuales el 64.7% son hombres y 35.3% son mujeres. La población económicamente no activa corresponde al 37.5% de la población dividiéndose en personas dedicadas a los quehaceres del hogar con 43.5%, estudiantes con 40.6%, personas en otras actividades no económicas con 9.1%, jubilados o pensionados 4.3% y personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar 2.5%. El 0.1% restante de la población de Los Cabos no especifica la actividad (INEGI, 2016b). En B.C.S. la mayor población económica activa se encuentra distribuida en el sector de servicios con 204,954 personas (54%), comercio con 68,434 personas (18%) y construcción con 43,813 personas (12%) (Figura 72).

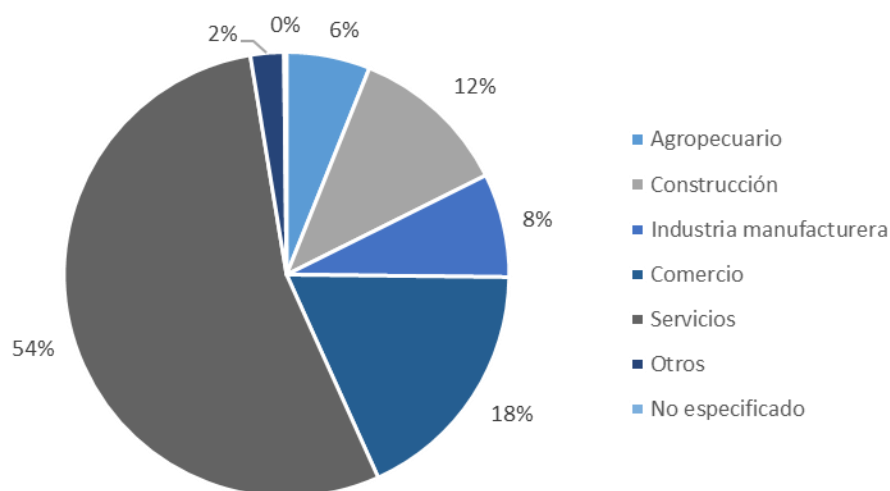


Figura 72. Sector de actividad económica en B.C.S. Fuente: INEGI, 2010.

b) Factores socioculturales

El municipio de Los Cabos presenta altas tasas de alfabetización, con 99% para la población entre los 15 a 24 años y 96.5% para la población mayor a 25 años. En términos generales la población mayor a 15 años presenta un 51.2% de



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



escolaridad básica, 27.8% escolaridad media superior, 18% superior, 2.7% no presenta escolaridad y 0.3% no específica. La asistencia escolar es alta en etapas de niñez y adolescencia con asistencia del 53.2% de la población entre los 3 a 5 años, 97.6% entre los 6 a 11 años y 97.4% entre los 12 a 14 años, pero baja en la adultez con 39.5% de asistencia en edades de 15 a 24 años, lo cual indica gran deserción en niveles medio y medio superior (INEGI, 2016a).

A nivel de vivienda, el municipio de Los Cabos tiene un total de 81,089 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 3.5 de ocupantes por vivienda y 1.2 por cuarto. El 61.1% de las viviendas son propias, 26.6% son alquiladas, 10.2% son familiares o prestadas, 1.6% otra situación y 0.5% no especificado. La mayoría de las casas presentan servicios básicos como agua entubada (75.7%), drenaje (98.4%), servicio sanitario (99%) y electricidad (98.9%) pero presentan gran variedad en la disponibilidad de tecnología para la información y comunicación (TIC), siendo el teléfono celular el más común con 94.5% de disponibilidad seguido por la televisión de paga (59.9%), las pantallas planas (48.1%), el internet (43.4%), las computadoras (38.9%) y finalmente la telefonía fija (31.6%).

Las estructuras de las viviendas tienden a ser de buen material, aunque el 0.7% de las paredes construidas presentan materiales precarios al igual que el 2.8% de los techos, el 6.6% de las viviendas presentan piso de tierra. No es común que se encuentren estructuras con el fin de ahorrar energía como lo son los paneles y calentadores solares, los cuales solo se encontraron en un 1.7% y 1.8% de las viviendas respectivamente, pero si se encontró un 63.8% de viviendas con focos ahorradores. El reciclaje se encuentra restringido al 23.8% de las viviendas (INEGI, 2016b).

El agua potable para el municipio de Los Cabos se obtiene de los acuíferos del río San José y del arroyo Santiago, las propiedades en las costas del Golfo de California y Océano Pacífico cuentan con pozos propios. La parte norte compuesta por Santiago, Miraflores, La Ribera, Buenavista, etc. se abastecen de pozos en la cuenca del arroyo Santiago. Las casas, hoteles y ranchos a lo largo de la costa del Golfo y del Pacífico, se abastecen de pozos profundos que van desde 20 hasta 80 m y norias de 3 a 6 m de profundidad. El agua obtenida es de buena calidad a la cual únicamente se le realiza un proceso de desinfección (PDU, 1998).

Entre Cabo San Lucas a Todos Santos, no existen un sistema de alcantarillado sanitario, por esta razón sólo se encuentran letrinas, fosas sépticas o redes internas y plantas de tratamiento en algunos hoteles y residencias. Debido a la extensión del territorio es necesario que los sistemas de drenaje únicamente sean locales y que se dé un uso de las aguas tratadas para riego de jardines, de no ser suficiente el caudal se debe importar de poblaciones cercanas.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



En cuanto al drenaje pluvial, el municipio no cuenta con redes, por lo cual, las aguas lluvia se transportan por las calles y causes de los arroyos que por lo general no exceden la capacidad de estos. Caso contrario a las lluvias provenientes de tormentas tropicales o ciclones las cuales causan daños a la infraestructura; especialmente a aquellas que se encuentran en la costa.

El servicio de energía eléctrica se encuentra instalado en las localidades de Los Barriles, Buenavista, La Ribera, Santiago, Miraflores y Todos Santos, en tanto en la costa del Golfo no tiene servicio desde “La Ribera” hasta “La Playita” y en la costa del Pacífico ni desde Cabo San Lucas hasta Todos Santos. La energía se genera desde la planta termoeléctrica de punta prieta en la ciudad de La Paz con subestaciones en El Triunfo, Santiago, San José del Cabo, Palmilla, Cabo Real, Cabo Bello y Cabo San Lucas. Aquellos lugares en los que no se dispone de este servicio se generan la energía con motores de combustión interna a diésel o gasolina.

En cuanto a la salud, el 82.6% de la población del municipio de Los Cabos se tiene acceso al servicio. La entidad que contiene más afiliaciones es el IMSS con el (61.4%) seguido por el seguro popular (30.9%) y el ISSSTE (7%). El 28.4% restante del municipio que no cuenta con el servicio de salud se encuentra en Cabo San Lucas con un 31.1% de su población sin acceso y San José del Cabo con un 26% debido a los trabajadores que se hallan en la informalidad.

Los Cabos y B.C.S. ocupan los primeros a nivel nacional en obesidad, con problemas relacionados con el corazón, diabetes y tumores malignos las principales causas de muerte, estando las primeras dos asociadas con la obesidad. Actualmente existe un déficit en infraestructura y equipo médico en el municipio, teniendo una tasa alta de mortalidad en enfermedades tratables si se detectan a tiempo como el cáncer de mama. Por lo cual es servicio médico se apoya en municipios cercanos como La Paz.

El 81% de la población de B.C.S. profesa la religión católica (INEGI, 2010). En el caso del municipio de Los Cabos el 12.43% se considera indígena, el 0.67% de la población de 3 años y más habla alguna lengua indígena, sin embargo, toda la población indígena habla español. Finalmente, el 0.44% de la población de Los Cabos se considera Afrodescendiente (INEGI, 2016a).

Al ser el estado de B.C.S. una península presenta tres vías de comunicación, las cuales son aprovechadas en el municipio de Los Cabos. Por el medio terrestre se encuentran la carretera Transpeninsular que va de Cabo San Lucas a La Paz la cual cruza por San José del Cabo, San Antonio y El Triunfo, la carretera costera de Cabo San Lucas a La Paz (vía Todos Santos), la carretera costera de La Ribera a Las Vinoramas (vía Cabo Pulmo) y el camino San José del Cabo a Las Vinoramas (vía Palo Escopeta).



Para el acceso aéreo se cuenta con el aeropuerto internacional de Los Cabos, ubicado al norte de San José del Cabo y aeródromos privados en Cabo San Lucas, Los Barriles, Buenavista, Punta Colorada y El Rincón. En cuanto al transporte marítimo, el municipio de Los Cabos es altamente turístico por lo que sus puertos están diseñados para recibir todo tipo de embarcaciones (altura, centro náutico, fondeo, marina y natural). Las actividades náuticas y deportes acuáticos, son los principales atractivos turísticos del Municipio.

Debido a que el área establecida para el proyecto se encuentra dentro de las instalaciones de Diamante Cabo San Lucas, actualmente no se les da uso a los recursos naturales que allí se encuentran. En cuanto a la playa El Faro es usada como sitio de vertimiento por la desaladora municipal que opera en dicha área.

Para el municipio de Los Cabos, es importante este tipo de proyectos ya que solventan la carencia del recurso hídrico, el cual es uno de sus principales problemas. Para la comunidad, los constantes cortes y racionamientos afectan a la higiene, salud y calidad de vida. La industria en general tiene un uso limitado del recurso dentro del cual el sector hotelero es uno de los más afectados, por lo que es necesario la instalación de Plantas Desaladoras propias. Adicional a esto, el acuífero de Cabo San Lucas se encuentra sobre explotado, por lo que proyectos de éste tipo disminuyen la presión que existe hacia el recurso.

El área perteneciente a Cabo San Lucas presenta dos sitios arqueológicos que son: El Médano, un sitio de concheros en donde se encontraron 10 entierros, y el Cerro del Vigía en donde se han identificado cuevas funerarias (Fujita, 2003). Dentro del predio no se han encontrado sitios arqueológicos.

IV.2.5. Diagnóstico ambiental

El proyecto se ubicará a 4 km al oeste de Cabo San Lucas partiendo del Km 5+600 de la Carretera Cabo San Lucas-La Paz, con origen en Cabo San Lucas. La vía de acceso desde la carretera principal es de aproximadamente 2.6 Km, la cual se encuentra pavimentada hasta la entrada del predio Diamante Cabo San Lucas y continua un tramo de terracería de 2 Km aproximadamente.

El área designada para la planta desaladora no presenta asentamientos humanos. Se encuentra dentro del predio Diamante Cabo San Lucas, el cual hace parte del predio El Cardonal, colindando al norte y este con la colonia Los Cangrejos y localidad de Cabo San Lucas, siendo la colonia una extensión urbanizada de la localidad. Al oriente se encuentra la vía de terracería que se comunica con la planta desaladora de Los Cabos, mientras que al sur se encuentra la playa El Faro, la cual presenta una serie de construcciones hoteleras y turísticas.

El uso del suelo del polígono fue cambiado de forestal en el artículo 7° de la LGDFS a desarrollo inmobiliario, preparación del sitio, construcción y operación del proyecto en el oficio NÚM. SEMARNAT-BCS.02.01.IA.067/13 de fecha 26 de



febrero de 2013. Actualmente no se realiza ningún tipo de uso alguno, no existen construcciones, ni se llevan a cabo actividades dentro de este polígono.

El polígono se encuentra dividido en dos por una vía de terracería de uso local para el campo de golf adyacente; separando el área de vegetación. En medio del polígono se encuentran dos tubos con caudal muy bajo y adyacente a este una zona de dunas, las cuales se encuentran altamente impactadas por la desaladora de Los Cabos y hace parte del polígono del proyecto “Desarrollo inmobiliario y campo de golf: “San José Pacífica”; el cual se encuentra autorizado en materia de impacto ambiental mediante el oficio NÚM. SEMARNAT-BCS.02.01.IA.067/13 de fecha 26 de febrero de 2013. Aunque las dunas presentan un servicio ambiental importante al proporcionar las reservas de arena para el mantenimiento del sistema costero y prevención de erosión ocasionada por fenómenos hidrometeorológicos, el proyecto se encuentra muy alejado de la línea de costa, lo cual no comprometerá en gran medida el servicio ambiental que proporcionan.

El polígono presenta poca vegetación la cual es típica de zonas áridas con poca diversidad, dominando las especies herbáceas y arbustivas sin encontrarse ejemplares arbóreos. Se identificó la flora presente en el área del proyecto, sin encontrar ninguna especie descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. La mayor parte de la fauna de vertebrados ha sido desplazada por la actividad humana y presencia de tránsito de vehículos en los caminos de terracería. La fauna más representativa en el área de influencia son las aves playeras. Sin embargo, no se identificó la presencia de ninguna especie de fauna silvestre dado que el ecosistema se encuentra altamente perturbado.

El área destinada para la instalación del inmisor y emisor submarino es la playa “El Faro”, la cual ya ha sido impactada en el año 2005 por la instalación y operación de la actual Planta Desaladora de Los Cabos. En este proyecto se impactará la playa en las etapas de construcción al realizar excavaciones para la instalación de los tubos y en la parte operativa con el uso del emisario submarino para la descarga de aguas de rechazo, la cual no afectará más allá del punto de descarga ya que la turbulencia local es alta lo que facilita la mezcla y homogeneidad en la salinidad del sitio. Al analizar la actividad biológica del área se encontró que no se presenta anidación de tortugas, por lo cual no se verán afectadas sus poblaciones. A nivel marino, no se encontró ictiofauna ni ninguna otra especie descrita en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Alrededor del área de influencia del proyecto las actividades que sobresalen están relacionadas con el turismo y la operación de la actual planta desaladora municipal, generando un alto grado de fragmentación, lo cual afecta la flora y fauna que requiere de la continuidad de las características del hábitat; restringiendo su distribución. En términos de paisaje, es evidente el deterioro



del ecosistema en vista que la mayor parte del paisaje es de origen artificial dado el constante aumento poblacional del municipio de Los Cabos y específicamente de la localidad de Cabo San Lucas, por lo cual las estrategias de conservación y fragilidad ante nuevas actividades en ésta área son bajas.

Dentro de las actividades que más cambios generarán modificación al ambiente en este tipo de proyectos es el desmonte y construcción de la planta y el emisario submarino, puesto que no es necesaria otra infraestructura ya que la energía eléctrica y vías de acceso ya se desarrollaron para la actual planta desaladora municipal. Si bien se realiza este proyecto, el ecosistema no tendrá un impacto negativo considerable dado el alto grado de fragmentación actual de éste. No obstante, sí ayuda a solventar la necesidad de agua potable que aqueja la población en aumento del municipio de Los Cabos.

La región se caracteriza por presentar periodos prolongados de sequía, que eventualmente son interrumpidos por la incidencia de tormentas tropicales y huracanes. Aunque el valor de la precipitación pluvial media anual es muy bajo, las lluvias de temporada y la presencia ocasional de fenómenos ciclónicos, tienen un efecto importante sobre la recarga al acuífero.

En 2010 se registró la existencia de 48 aprovechamientos, de los cuales 13 son pozos y 35 norias; de ellos 37 están activos (12 pozos y 25 norias) y 11 inactivos (1 pozo y 10 norias). El volumen de extracción se ha estimado en 0.7 hm³ anuales, de los cuales 0.35 hm³ (50 %) se destinan al uso público-urbano, 0.20 hm³ (29 %) para el abastecimiento de servicios, 0.1 hm³ (14 %) para cubrir las necesidades de la actividad pecuaria, 0.03 hm³ (4%) para el uso doméstico y los 0.02 hm³ restantes (3 %) para satisfacer las actividades industriales.

El acuífero presenta una recarga total media anual de 2.7 hm³/año con una descarga natural comprometida de 2.2 hm³/año. De acuerdo al Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), el volumen concesionado de aguas subterráneas para este acuífero, a la fecha de corte de 31 de marzo de 2010, es de 4'371,599 m³/año. De los cuales tiene concesionados, sin embargo, no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones ya que presenta un déficit de 3'871,599 m³/año (CNA, 2018).

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para realizar una evaluación de impacto ambiental de cualquier proyecto, se tiene que tomar en cuenta que está afectando en conjunto, diversos tópicos del medio ambiente natural. La evaluación debe predecir (Erickson, 1979), con cierta certidumbre, cómo es ésta afectación.



Como no es posible considerar el número infinito de individualidades del medio ambiente natural y los agentes de disturbio, todos los fenómenos intra e inter sistemas ambientales y las formas interactuantes que componen el ciclo interminable de causa-efecto-causa, deben responder a cuestiones básicas, tales como: ¿Cual, como, que, elementos o agentes, o efectos sinérgicos, afectarán a los componentes ambientales en los diferentes tópicos generales que lo componen? Por esto se plantea una matriz de cribado, estandarizada para identificar y evaluar los impactos ambientales y resuelve en la posibilidad de mitigación de los impactos identificados y evaluados por ella.

La modalidad Particular de Impacto Ambiental contempla un índice temático mínimo para elaborar matrices de evaluación.

V.1.1. Indicadores de impacto

Según Ramos (1987), los indicadores de impacto son elementos del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio. Se pueden evaluar de forma cuantitativa o cualitativa, indicando el grado de alteración que podrá generarse al realizar una actividad o proyecto. Para el presente proyecto se evaluaron los impactos generados en el ambiente natural y social, en las esferas de Litósfera, Hidrósfera, Atmósfera, Biósfera, Paisaje, Sistema Social, Sistema Institucional y Sistema de Infraestructuras.

V.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto

Etapas de preparación del sitio:

Litósfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del suelo.
- Basuras que afecten la calidad del suelo.
- Cortes, rellenos, nivelación y aplanados de relieves del suelo.
- Relleno, dragado, modificación o hidrología del mar, playa, superficie y/o batimetría de la geomorfología.
- Cortes, rellenos, nivelación y aplanados de dunas de la geomorfología.
- Cortes, rellenos, nivelación y aplanados de planicie de la geomorfología.

Hidrósfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del agua superficial.
- Basuras que afecten la calidad del agua superficial.

Atmósfera

- Eliminación, despalme o nivelación que afecte el microclima del aire.
- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecte la calidad del aire.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Biosfera

- Eliminación, despalme o nivelación del matorral.
- Ahuyentar los mamíferos.
- Ahuyentar las aves.
- Ahuyentar los reptiles.

Paisaje

- Horizonte visual, visibilidad de clareo y maquinaria que afecta la armonía del escenario.
- Maquinaria y trasiego humano que afecta la armonía sonora del escenario.
- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecta la armonía odorífera.

Social

- Oportunidad iniciativa, bienestar y confort que afecta la calidad de vida.
- Oferta-demanda que afecta la economía de negocios, turismo, públicos y privados.

Infraestructura

- Empleos de jornales temporales.
- Empleos de profesionales y técnicos temporales.
- Instalación y aumento de red de agua potable.
- Oferta-demanda que afecta la economía regional con oportunidades, divisas y expansión comercial.

Etapa de construcción:

Litósfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del suelo.
- Basuras que afecten la calidad del suelo.
- Relleno, dragado, modificación o hidrología del mar, playa, superficie y/o batimetría de la geomorfología.

Hidrosfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del agua superficial.
- Basuras que afecten la calidad del agua superficial.

Atmósfera

- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecte la calidad del aire.

Biosfera

- Ahuyentar los mamíferos.
- Ahuyentar las aves.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



- Ahuyentar los reptiles.
- Ahuyentar, fragmentación y pérdida de hábitat de los peces.
- Eliminación, rellenos, dragados y descargas de los bentos.

Paisaje

- Horizonte visual, visibilidad de clareo y maquinaria que afecta la armonía del escenario.
- Maquinaria y trasiego humano que afecta la armonía sonora del escenario.
- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecta la armonía odorífera.

Social

- Oportunidad iniciativa, bienestar y confort que afecta la calidad de vida.
- Oferta-demanda que afecta la economía de negocios, turismo, públicos y privados.

Infraestructura

- Empleos de jornales temporales.
- Empleos de profesionales y técnicos temporales.
- Instalación y aumento de red de agua potable.
- Oferta-demanda que afecta la economía regional con oportunidades, divisas y expansión comercial.

Etapa de operación:

Litósfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del suelo.
- Basuras que afecten la calidad del suelo.

Hidrosfera

- Derrames, goteo o residuos peligrosos que afecten la calidad del agua superficial.
- Basuras que afecten la calidad del agua superficial.
- Extracción de agua de mar.
- Vertimiento de agua de rechazo al mar.

Atmósfera

- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecte la calidad del aire.

Biosfera

- Ahuyentar los mamíferos.
- Ahuyentar las aves.
- Ahuyentar los reptiles.
- Ahuyentar, fragmentación y pérdida de hábitat de los peces.
- Eliminación, rellenos, dragados y descargas de los bentos.



Paisaje

- Horizonte visual, visibilidad de clareo y maquinaria que afecta la armonía del escenario.
- Maquinaria y trasiego humano que afecta la armonía sonora del escenario.
- Humos, gasificación de combustibles y polvo que afecta la armonía odorífera.

Social

- Oportunidad iniciativa, bienestar y confort que afecta la calidad de vida.
- Oferta-demanda que afecta la economía de negocios, turismo, públicos y privados.

Infraestructura

- Empleos de jornales temporales.
- Empleos de jornales permanentes.
- Empleos de profesionales y técnicos temporales.
- Empleos de profesionales y técnicos permanentes.
- Instalación y aumento de red de agua potable.
- Mejoramiento de urbanización por ampliación del servicio de agua potable.
- Oferta-demanda que afecta la economía regional con oportunidades, divisas y expansión comercial.

V.1.3. Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1. Criterios

Matriz de Identificación y Evaluación de Impacto Ambiental

Existe una gran cantidad de formas de evaluar los impactos ambientales, pero son muy diversificados, siendo la mayoría de ellos *ad hoc* a situaciones individuales, sitio, áreas, regiones y momentos específicos; por eso, no siempre es posible adoptar cualquier método o tipo de evaluación.

Por esa razón, se utiliza una matriz de evaluación ambiental desarrollada que integra diversos parámetros y criterios y se estandariza con una matriz que está basada en los criterios generales de evaluación de Batelle-Columbus (EPA, 1974), Erickson (1979), Shoply y Fulggle (1984) de identificación y características de disturbio de Leopold (1971), los aspectos teóricos y metodológicos de Ward (1978), tomando en cuenta además características teóricas usadas para simulación (Kane, 1972; Kane *et al.*, 1973; Estevan, 1977; Holling, 1978; Hollick, 1981). Se ha diseñado una presentación estructurada de una matriz de cribado para tópicos, identificación y evaluación ambiental (CIFCA, 1977; Betters y Rubinh, 1978; Beanlands y Duinker, 1983; Shopey y Fuggle, 1984; Biswas y Geping, 1987; y Erickson, 1979). La matriz también está conformada en su cálculo, de acuerdo con las directrices de la teoría de probabilidades para estandarización y minimización de sesgos (Feller, 1975;



Stewart, 1998) y manejo estadístico a través del uso de criterios de frecuencias (Larsen y Marx, 1990) y resolviendo los indicadores en porcentajes.

La matriz presenta cuatro tópicos generales en los que se reconocen los Ambientes: éstos están compuestos por dos grandes reinos por donde entra la matriz y que se toman en cuenta porque a la postre, en ellos incide cualquier forma de impacto, ya sea positivo o negativo, independientemente de su magnitud, éstos son el Medio Ambiente Natural y el Medio Ambiente Social.

El segundo tópico son las Esferas: se conforman por la Litósfera, Hidrósfera, Atmósfera, Biósfera, Paisaje, Sistema Social, Sistema Institucional y Sistema de Infraestructuras. El tercero es de Sistemas: contándose en ellos al Suelo, Geomorfología, Agua, Aire, Flora, Fauna, Armonía, Social y Cultural; y el cuarto, es el nivel de organizaciones: sobre el suelo: su calidad y tipo; en geomorfología: la playa, duna, planicie y loma; en agua: está su característica superficial, subterránea y calidad; aire: tiene microclimas y calidad; flora: abarca líquenes, plantas y algas; fauna: contempla a mamíferos, aves, reptiles, peces, bentos y coral. Adicionalmente para los casos que aplique, se toma en cuenta especies en status, endemismos, en peligro de extinción, raras y amenazadas. Dentro de armonía están el valor escénico, ruido y olor; en social se sitúan calidad de vida y estructura social; en cultural valores históricos y costumbres. El sistema institucional está compuesto por los derechos humanos, derecho civil y seguridad pública; por último, dentro del sistema de infraestructuras se localiza el empleo, vivienda, equipos, servicios y economía regional. Estos componentes constituyen la Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental (MEIA), junto con las Características del Disturbio.

La Característica de Disturbio, sigue el criterio binomial de acepciones, según su probabilidad de ocurrencia: si o no, malo o bueno, es o no es. Cada una de las Características de Disturbio, se divide en dos partes, de las cuales sólo una tiene probabilidad de ocurrencia, siendo mutuamente excluyentes entre ellas, pero no lo son entre renglones o filas.

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

EL CRITERIO DE LA MATRIZ

METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ

Fundamento sobre el Cálculo, Construcción y Utilización de la Hoja Matricial (hm)

La matriz debe ser llenada para cada Actividad en cada una de las Etapas del Proyecto con la información cruzada de los Tópicos Generales y la Forma de Impacto, contra las Características del Disturbio.



Las Formas de Impacto son tres: Elementos, que son los que componen el medio ambiente en que se trabaje, e. g. flora, fósiles, dinero circulante, etc.; Agente, que es aquel que puede producir alguna afectación sobre el medio, e. g. polvo, químicos, humo, etc.; y Efecto, que forma parte de un ciclo causal como el ahuyentamiento, erradicación, enfermedades, transculturación, etc. En realidad, este aspecto puede ser infinito, y la matriz puede ser arreglada para cada caso en particular.

Las Características del Disturbio son: Impacto, que es la identificación focal, señalado por 0 que es no ocurrencia, y 1 la ocurrencia del impacto. Sentido, hacia donde se inclina el balance, si es benéfico (positivo: +), o si es adverso (negativo: -). Punto de Disturbio (1), si el punto de disturbio está alejado o próximo a la unidad de organización que se evalúa. Amplitud (2), si el disturbio tiene distribución dentro de la organización evaluada o localizada, o si es sobre toda el área involucrada, extensiva (más del 50 % del área). Incidencia (3), cuando el disturbio tiene efectos directos sobre sitios o unidades de organización, o si son indirectos. Duración (4), si el disturbio afecta al nivel de organización en forma permanente o temporal. Reversibilidad (5), si la organización evaluada o el ambiente de que se trate, es capaz de restituirse siendo reversible, o no, irreversible. Importancia (6), es cuando por algún proceso natural o subsidiado sea posible que la unidad de organización que se evalúa, sea recuperable, o no, irreparable, Ocurrencia (7), si la forma de impacto que pueda suceder sea baja o alta.

Por último, en el reconocimiento de ítem de la matriz, se encuentra la mitigación, que se define como *Sí*, cuando es necesario y se puede mitigar aplicando subsidio para ello; *No*, cuando no es posible o no se puede mitigar aplicando subsidios; *ar*, cuando es auto remediable.

Todo el cálculo para la elaboración de la matriz y la propia matriz una vez terminada, es un *argumento de juicio* para ponderar, evaluar y dictaminar el proyecto.

La Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental, (MEIA), se basa en la ley de las probabilidades (Feller, 1975; Stewart, 1998) e índices de frecuencias (Larsen y Marx, 1990). Así se parte calculando la probabilidad de que un renglón cualesquiera de la matriz de evaluación, sea utilizado, a través de $1/39 = 0.025641 (\approx 0.026)$. Donde 39 es el número total de renglones o filas que constituyen la hoja matricial (hm). Cada una de las hm son independientes, así cada actividad es evaluada por separado, aunque al final de la evaluación existe una ponderación general del proyecto, tomando en cuenta todas las hm's.

La probabilidad de que un valor de evaluación sea alto o bajo (valor absoluto) para cualesquiera de las casillas (i) y cualesquiera de las características: Punto de Disturbio, Amplitud, Incidencia, Duración, Reversibilidad, Importancia y



Ocurrencia; excluyendo a Sentido y Sin Impacto, es de $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{128} = 0.0078125 \approx 0.008$. De esta manera se asume que cada una de las casillas (i) de la hm tiene un valor de probabilidad de ocurrencia absoluta de 0.008 sin distinción o empatadas entre una evaluación con valor alto o bajo.

La hm consta de 546 casillas. El total de casillas multiplicadas por el valor absoluto de probabilidad de ocurrencia de cada casilla (i) es: $546 \times 0.008 = 4.368$ (4.37), sin distinción, es decir, todas empatadas.

Para que exista evaluación real, debe existir diferencia entre un valor alto y uno bajo. De este modo se establecen las condiciones siguientes para la aplicación práctica de cálculo:

“Que el uso de una casilla sobre el mismo renglón o fila de cualquier característica, excluya a la segunda; pero no es excluyente entre renglones”.

“Para que exista diferencia entre un valor de evaluación alto y uno bajo, para fines prácticos de evaluación, aplicar la fracción mínima de diferencia que es $\frac{1}{3} = 0.333333$, de esta manera, la diferencia entre un valor alto y uno bajo, sin lugar a dudas, se calcula por $\frac{2}{3} = 0.666667$ contra $\frac{1}{3} = 0.333334$. De éste modo se tiene que los valores de evaluación altos y bajos podrían calcularse con los tercios de desempate”.

“No necesariamente se usan todas las casillas (i) por renglón o fila, admitiendo la regla opcional de aplicación”.

Asignando $\frac{1}{3}$ para los valores bajos y $\frac{2}{3}$ para los altos, se tiene:

Para valores bajos: Probabilidad de aparición de cada casilla (i) por $\frac{1}{3}$, es $\{0.008 \times 0.333333 = 0.002666, \pm 0.003$ que representa el valor probable con desempate para cada una de las casillas (i) para los casos de bajo impacto}.

Para valores altos: Probabilidad de aparición de cada casilla (i) por $\frac{2}{3}$, es $\{0.008 \times 0.666666 = 0.005332, \pm 0.005$ que representa el valor probable con desempate para cada una de las casillas (i) para los casos de alto impacto}.

El valor esperado de cada uno de los renglones o filas para casos de evaluación baja, de acuerdo con la condición 3, está dado por la probabilidad de aparición mínima de una casilla (i) que es 0.003.

El valor esperado de cada uno de los renglones o filas para casos de evaluación alta, está dada por la probabilidad de aparición, por el número de casillas (i) que se usan en cada renglón $\{0.005 \times 7 = 0.035$, éste valor es la constante usada en la matriz $I_{mx} = 0.035$. El 7 es una y sólo una de las casillas correspondientes entre “Punto de disturbio” y “Ocurrencia” (números entre paréntesis en la matriz), debido a son binomios mutuamente excluyentes.

La matriz (M) tiene un valor absoluto que es “El valor máximo esperado de cada renglón o fila, por el número total de ellos (n) utilizados en toda la “hm”, así:



Valor Máximo de la Matriz:

$$M_{mx} = (i_{mx})^n$$

como $i_{mx} = 0.035$, se tiene:

$$M_{mx} = 0.035 \times n$$

cuyo producto es el valor máximo esperado de la evaluación y que idealmente debiera ser positiva.

El valor parcial absoluto de la suma de valores de las casillas (i) por renglón o fila está dado por:

$$\sum i$$

El valor total absoluto de las sumas parciales de i está dado por:

$$h_i = \sum \sum i$$

El índice porcentual parcial absoluto de cada evaluación por renglón o fila, es:

$$\sum i_{\%} = \sum i \left(\frac{100}{h_i} \right)$$

El índice porcentual total utilizado sobre el valor máximo esperado de la matriz, está dado por:

$$\sum \% = h_i \left(\frac{100}{M_{mx}} \right)$$

La tendencia esperada del uso de la matriz, debe ser el uso completo o total del valor máximo esperado de ella, con el fin que explique mejor la valuación. Pero existe la posibilidad que no sea así, por lo que se puede esperar un valor residual (vr), éste está dado por:

$$vr = 100 - \sum \%$$

El valor total o neto de la evaluación positiva, está dada por:

$$h_{i+} = \sum i_{+}$$

El valor total o neto de la evaluación negativa está dada por:

$$h_{i-} = \sum i_{-}$$

El índice porcentual neto de evaluación positiva está dada por:



$$\sum \%_{+} = h_{i+} \left(\frac{100}{h_i} \right)$$

El índice porcentual neto de evaluación negativa está dada por:

$$\sum \%_{-} = h_{i-} \left(\frac{100}{h_i} \right)$$

LA EVALUACIÓN EN BASE DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA

Análisis de Frecuencia de las Mitigaciones

La ponderación de las mitigaciones se basa en la postulación, que lo ideal de una evaluación de las mitigaciones, debiera ser (*ar*), porque todos los impactos (el 100%), sería autor remediable, sin subsidio. La segunda posibilidad deseable es (*Si*), porque se está en una posición de poder ser mitigable, aunque se aplique subsidio. La tercera opción es (*No*), que es la que menos acepciones se desea tener dentro del sentido negativo.

Para la aplicación de la MEIA, en el Ambiente Social, dentro de las Esferas sistema de Infraestructura, Sistema Institucional y sistema Social, no aplican las mitigaciones cuando las evaluaciones son positivas. Para el caso de ser negativas sí se aplican. Por esta razón para la ponderación del índice porcentual de la frecuencia, se descartan los valores con ítem positivo, bajo un No de mitigación.

Las mitigaciones están ponderadas por su frecuencia. Se aplica un índice porcentual de frecuencia (Larsen y Marx, 1990) para determinar cuál tipo de mitigación es la más demandada. Este índice es por cada una de las tres categorías de mitigaciones, *Sí*, *No* y *ar*. Lo deseable es que todo sea mitigable de ésta forma se calculan los siguientes indicadores:

Índice porcentual de frecuencia por categorías de mitigación, se calcula a través de la expresión general:

$$m_{xf} = m_x \left(\frac{100}{n} \right)$$

Para tal aplicación, es necesario calcular:

Suma de frecuencia para la categoría *Sí*:

$$m_{Si} = \sum m_{Si}$$

Suma de frecuencia para la categoría *No*:



$$m_{No} = \sum m_{No}$$

Suma de frecuencia para la categoría *ar*:

$$m_{ar} = \sum m_{ar}$$

La suma de frecuencia de las mitigaciones es:

$$m_T = \sum m_x$$

donde $x = Sí, No$ y *ar*.

De este modo se calcula para cada tipo de mitigación su índice porcentual.

El índice porcentual para valores de *Sí*:

$$m_{Sí\%} = m_{Sí} \left(\frac{100}{m_T} \right)$$

El índice porcentual para valores de *No*:

$$m_{No\%} = m_{No} \left(\frac{100}{m_T} \right)$$

El índice porcentual para valores de *ar*:

$$m_{ar\%} = m_{ar} \left(\frac{100}{m_T} \right)$$

Las mitigaciones tienen como fin, minimizar los impactos negativos debido al proyecto, por eso se manejan y es necesario saber los valores e índices de lo mitigable y lo que definitivamente no es posible mitigar.

El valor mitigable, está definido por las frecuencias de ítem utilizados en la evaluación de los *Sí* y *ar* en la matriz, y es dado por:

$$m_i = \sum m_{Sí} + \sum m_{ar}$$

que a su vez:

$$m_{Sí} = \sum i_{Sí}$$

y:

$$m_{ar} = \sum i_{ar}$$

El valor no mitigable es una magnitud aritmética, dada por:

$$N_m = m_T - (m_i) \Rightarrow m_T - (m_{Sí} + m_{ar})$$



Los índices porcentuales de minimización de impacto una vez aplicada la mitigación son:

Índice porcentual mitigable, se consigue por:

$$m_{i\%} = m_i \left(\frac{100}{m_T} \right)$$

Índice porcentual no mitigable:

$$Nm_{\%} = Nm \left(\frac{100}{m_T} \right)$$

LA EVALUACIÓN GENERAL DE PROYECTO

Evaluación del Proyecto

El último paso de evaluación, es el del proyecto en su conjunto. Se siguen los mismos criterios usados para la hm o actividad, únicamente tomando en cuenta la totalidad de las hm utilizadas, lo que equivale a ponderar todas las actividades del proyecto en conjunto.

El valor máximo esperado del proyecto se obtiene:

$$M_{mxp} = N \cdot 0.035$$

donde $N = \sum ni$, de todas la hm.

Suma total de valores positivos en todas las hm:

$$H_{i+p} = \sum h_{i+}$$

Suma total de valores negativos en todas las hm:

$$H_{i-p} = \sum h_{i-}$$

Suma total de valores de i a través de h_i de todas las hm:

$$H_{ip} = \sum h_i$$

Suma total de valores mitigables en todas las hm:

$$M_{ip} = \sum m_i$$

Valor no mitigable total, operación aritmética:

$$Nm_{Tp} = \sum Nm$$

Suma total de frecuencias de las mitigaciones a través de las hm's:

$$M_T = \sum m_T$$



Índice porcentual mitigable:

$$M_{ip\%} = M_{ip} \left(\frac{100}{M_T} \right)$$

Índice porcentual total no mitigable:

$$Nm_{T\%p} = Nm_{Tp} \left(\frac{100}{M_T} \right)$$

Con la aplicación de esta metodología se lleva a cabo la evaluación de los impactos ambientales por la actividad prevista en este proyecto. El resultado se presenta en las Tabla 31 a Tabla 33. El proyecto no genera gran impacto ambiental al presentar un 94 % de actividades mitigables y 6% no mitigables (Figura 73).

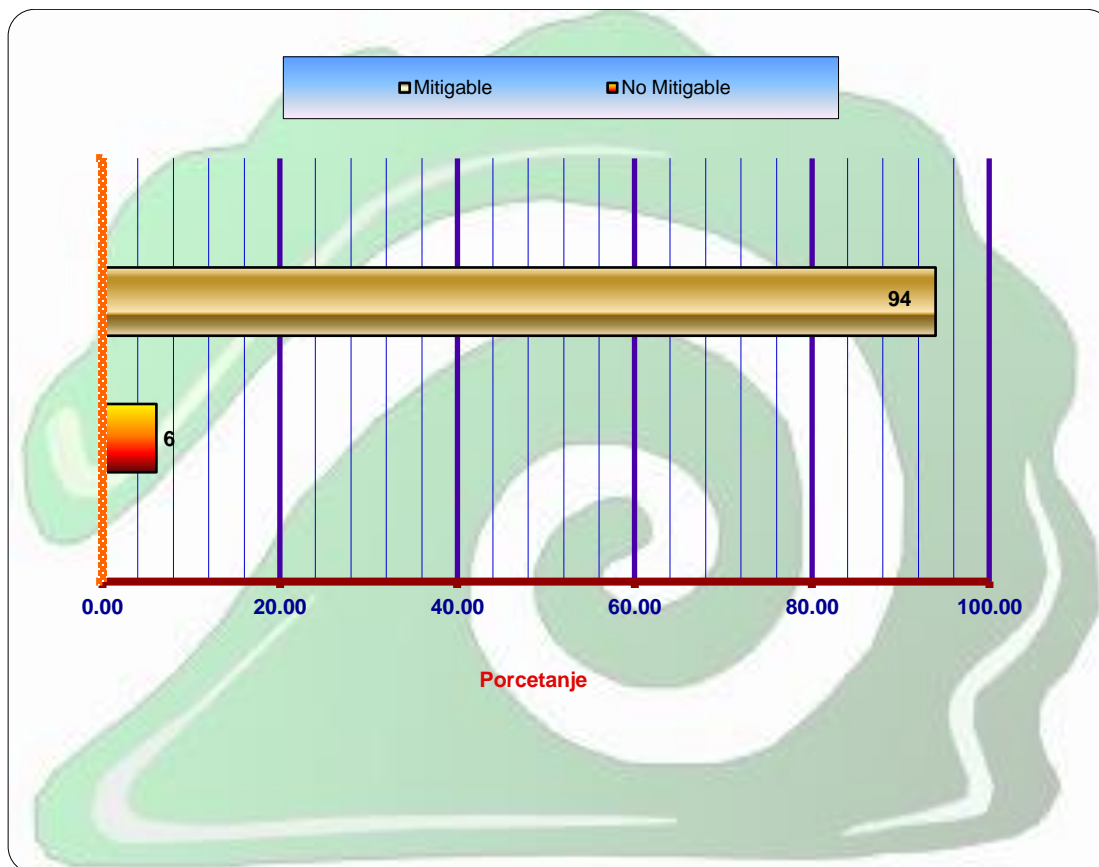


Figura 73. Porcentaje de impactos mitigables y no mitigables.



Tabla 31. Evaluación de impactos en la etapa de preparación del sitio.

				ETAPA DE PREPARACIÓN																							
				ACTIVIDAD EVALUADA: Preparación del sitio																							
Matriz de Impactos Ambientales				Empresa		Características del disturbio														EVALUACIÓN		MITIGACIÓN					
				OOMSAPAS de Los Cabos		Impacto	Sentido	Punto de disturbio (1)		Amplitud (2)		Incidencia (3)		Duración (4)		Reversibilidad (5)		Importancia (6)		Ocurrencia (7)		M _{mx}	0.805	m _{f, Si}	15		
PROYECTO	Desaladora Cabo San Lucas			Beneficiosos	Adverso			Alejado	Próximo	Localizado	Extensivo	Indirecto	Directo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Baja	Alta	S _%	79.38	m _{f, No}	3		
Tópicos Generales						Formas de Impacto				Alejado	Próximo	Localizado	Extensivo	Indirecto	Directo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Baja	Alta	vr	20.62	m _{f, ar}	5
Ambientes	Esferas	Sistemas	Organizaciones	Disturbio: Modificaciones: Agentes: Factores: Efectos				0.003	0.005															0.003	0.005	0.003	0.005
				1	0	+	-			0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005				
																					n _i	23	m _{No%}	13.04			
																					h _i	0.639	m _{ar%}	21.74			
																					h _{i+}	h _{i-}	Sí	m _i			
																					0.162	0.446	No				
																					S _i	S _{i%}	ar	20			
Natural	Litósfera	Suelo	Calidad	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos	1		-	✓	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.023	3.60	Sí	N _m			
			Basuras	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí				
		Geomorfología	Relieve	Cortes; Rellenos; Nivelación; Aplanados	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	No			
			Mar; Playa; Superficie; Batimetría	Relleno; Dragado; Modificación; Hidrología	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí	3		
	Hidrosfera	Agua	Duna	Cortes; Rellenos; Nivelación; Aplanados	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	No			
			Planicie	Cortes; Rellenos; Nivelación; Aplanados	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	No	m _%		
		Superficial	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	Sí	86.96			
		Basuras	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓		0.031	4.85	Sí				
		Atmósfera	Aire	Microclima	Eliminación; Despalme; Nivelación	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	ar		
				Calidad	Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí	13.04	
	Biosfera	Flora	Matorral	Eliminación; Despalme; Nivelación	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	Sí			
			Fauna	Mamíferos	Ahuyentar	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	ar		
		Paisaje	Armonía	Aves	Ahuyentar	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	ar		
				Reptiles	Ahuyentar	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	4.85	ar		
Social	Social	Social	Escenario	Horizonte Visual; Visibilidad; Clareo; Maquinaria	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí			
			Ruido	Maquinaria; Tránsito Humano;	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí			
			Olor	Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo	1		-	✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	ar			
Infraestructura	Economía	Social	Calidad de vida	Oportunidad Iniciativas; Bienestar; Confort	1	+		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.23	Sí				
			Economía	Negocios; Turístico; Públicos; Privados	Oferta-Demanda	1	+		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.23	Sí			
	Empleo	Jornales	Temporales	1	+		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.23	Sí				
		Profesionales; Técnico	Temporales	1	+		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.025	3.91	Sí				
		Equipamiento	Agua potable	Instalación; Aumento de Red	1	+		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.029	4.54	Sí				
Economía regional	Oportunidad; Divisas; Expansión Comercial	Oferta-Demanda	1	+		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.23	Sí						



Tabla 32. Evaluación de impactos en etapa de construcción de la planta desaladora.

				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																							
				ACTIVIDAD EVALUADA: Construcción de planta desaladora																							
Matriz de Impactos Ambientales				Empresa		Características del disturbio														EVALUACIÓN		MITIGACIÓN					
				OOMSAPAS de Los Cabos		Impacto	Sentido	Punto de disturbio (1)		Amplitud (2)		Incidencia (3)		Duración (4)		Reversibilidad (5)		Importancia (6)		Ocurrencia (7)		M _{mx}	0.735	m _{fSi}	15		
PROYECTO		Desaladora Cabo San Lucas		Beneficiosos	Adverso			Alejado	Próximo	Localizado	Extensivo	Indirecto	Directo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Baja	Alta	S _%	76.05	m _{fNo}	1		
Tópicos Generales						Formas de Impacto				Alejado	Próximo	Localizado	Extensivo	Indirecto	Directo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Baja	Alta	vr	23.95	m _{far}	5
Ambientes	Esferas	Sistemas	Organizaciones	Disturbio: Modificaciones: Agentes:Factores: Efectos				0.003	0.005															0.003	0.005	0.003	0.005
				1	0	+	-	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	n _i	21	m _{No%}	4.76		
																						h _i	0.559	m _{ar%}	23.81		
																						h _{i+}	h _{i-}	Si	m _i		
																						0.106	0.397	No			
																						S _i	S _{i%}	ar	20		
Natural	Litósfera	Suelo	Calidad	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos				1															0.023	4.11	Si	N _m	
				Basuras				1																	0.019	3.40	Si
		Playa	Zona Federal Marítimo Terrestre	Excavacion				1																0.025	4.47	Si	
				Geomorfología				1																	0.025	4.47	Si
	Hidrosfera	Agua	Superficial	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos				1															0.025	4.47	Si		
				Calidad				1																0.025	4.47	Si	
				Fauna	Mamíferos	Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo				1													0.025	4.47	Si		
		Ahuyentar				1																0.031	5.55	ar			
					Aves	Ahuyentar				1														0.031	5.55	ar	
							Reptiles	Ahuyentar				1													0.031	5.55	ar
				Peces	Ahuyentar; Fragmentación; Pérdida de Hábitat				1														0.031	5.55	ar		
						Bentos	Eliminación; Rellenos; Dragados; Descargas				1														0.031	5.55	No
	Paisaje	Armonía	Escenario				Horizonte Visual; Visibilidad; Clareo; Maquinaria				1														0.025	4.47	Si
			Ruido		Maquinaria; Tránsito Humano;				1														0.025	4.47	Si		
Olor			Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo				1														0.025	4.47	ar				
SOCIAL	Social	Social	Calidad de vida	Oportunidad Inicativas; Bienestar; Confort				1														0.027	4.83	Si			
				Economía				1																0.027	4.83	Si	
	Infraestructura	Empleo	Jornales	Temporales				1														0.027	4.83	Si			
				Profesionales; Técnico				1															0.025	4.47	Si		
				Equipamiento		Agua potable		Instalación; Aumento de Red				1												0.029	5.19	Si	
Economía regional		Oportunidad; Divisas; Expansión Comercial		Oferta-Demanda				1													0.027	4.83	Si				



Tabla 33. Evaluación de impactos en etapa de operación de la planta desaladora.

				ETAPA DE OPERACIÓN																											
				ACTIVIDAD EVALUADA: Operación de la planta desaladora																											
Matriz de Impactos Ambientales				Características del disturbio																	EVALUACIÓN		MITIGACIÓN								
																					M _{mx}	0.770	m _{fSi}	15							
PROYECTO																					S _%	77.27	m _{fNo}	0							
Desaladora Cabo San Lucas																					vr	22.73	m _{fAr}	7							
Tópicos Generales																					S _{%+}	27.90	m _T	22							
Formas de Impacto																					S _{%-}	72.10	m _{S%}	68.18							
Ambientes	Esferas	Sistemas	Organizaciones	Disturbio: Modificaciones: Agentes:Factores: Efectos	Impacto		Sentido		Punto de disturbio (1)		Amplitud (2)		Incidencia (3)		Duración (4)		Reversibilidad (5)		Importancia (6)		Ocurrencia (7)		n _i	22	m _{No%}	0.00					
					1	0	Beneficiosos	Adverso	Alejado	Próximo	Localizado	Extensivo	Indirecto	Directo	Temporal	Permanente	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Baja	Alta	h _i	0.595	m _{ar%}	31.82					
								0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	0.003	0.005	h _{i+}	0.166	h _{i-}	0.429	Si	No	m _i	
																								S _i	S _{i%}	ar	22				
Natural	Litósfera	Suelo	Calidad	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.023	3.9	Si	N _m					
			Calidad	Basuras	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si						
	Hidrosfera	Agua	Superficial	Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si						
			Calidad	Basuras	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si						
			Calidad	Extracción de agua de mar	1		-		✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si						
			Calidad	Agua de rechazo	1		-		✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		0.027	4.5	Si						
	Biosfera	Fauna	Calidad	Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si						
			Mamíferos	Ahuyentar	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	5.2	ar						
			Aves	Ahuyentar	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	5.2	ar						
			Reptiles	Ahuyentar	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	5.2	ar						
Peces			Ahuyentar; Fragmentación; Pérdida de Hábitat	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.031	5.2	ar							
Bentos			Eliminación; Rellenos; Dragados; Descargas	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.028	4.7	ar							
Peces - bentos			Extracción de agua de mar	1		-		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.5	Si							
Paisaje			Armonía	Escenario	Horizonte Visual; Visibilidad; Clareo; Maquinaria	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	ar					
				Ruido	Maquinaria; Tránsito Humano;	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si					
				Olor	Humos; Gasificación de Combustibles; Polvo	1		-		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	ar					
SOCIAL	Social	Social	Calidad de vida	Oportunidad Inicativas; Bienestar; Confort	1		+		✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.027	4.5	Si							
			Economía	Negocios; Turístico; Públicos; Privados	1		+		✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		0.027	4.5	Si					
	Infraestructura	Empleo		Jornales	Temporales	1		+		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓	0.031	5.2	Si						
				Jornales	Permanentes	1		+		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		0.027	4.5	Si						
				Profesionales; Técnico	Temporales	1		+		✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.025	4.2	Si					
				Profesionales; Técnico	Permanentes	1		+		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.029	4.9	Si					
		Equipamiento			Agua potable	Instalación; Aumento de Red	1		+		✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.029	4.9	Si					
					Servicios	Urbanización	1		+		✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		0.027	4.5	Si					
					Economía regional	Oportunidad; Divisas; Expansión Comercial	1		+		✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓		✓	0.027	4.5	Si				



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



34. Evaluación del proyecto.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO	Empresa	OOMSAPAS de Los Cabos					
	Representante	Lic. Oscar René Núñez Cosío					
Nombre del Proyecto	Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas						
N=	62	Mmxp=	2.17	MT=	64	Mip=	60
NmTp=	4	Hi+p=	0.434	Hi-p=	1.229	Hip=	1.75
Mip%=	93.75	NmT%p=	6.25				

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Con el fin de prevenir o disminuir los impactos ambientales generados en las etapas de preparación del terreno, construcción y operación de la planta desaladora, se plantea una serie de estrategias de prevención y mitigación, con el objetivo de hacer sustentable el proyecto, al proteger el medio abiótico, biótico y socioeconómico. Sin embargo, el 6% se determinó que no son mitigables, algunos de ellos como las nivelaciones, rellenos y compactaciones son efectos permanentes que generan un impacto negativo al momento de la acción pero que en las demás etapas del proyecto no generan afectaciones.

Al realizarse en los relieves corte, relleno, despalme, nivelación, compactación y ejecución de la obra de pavimentación, banquetas y guarniciones, el suelo cambiara su estructura y función. Una forma de aprovechar el relieve, aunque poco común por la gran dependencia de los espacios para tal efecto, es rellenar en otros sitios que lo requieran a manera de ganar relieve y que quede apto para construcción, como son los sitios permitidos que admitan escombros y residuos de excavaciones de la obra. De la misma forma, las zonas planas del proyecto serán utilizadas para la construcción por lo que se verán afectadas y sustituidas por infraestructura urbana y pavimentación.

En la zona se observa un sistema de dunas costeras originadas por vientos, las cuales se encuentran fuera de la línea de costa y se han ido modificado (fragmentado), parte de esta duna esta segmentada por caminos y terracerías, así como algunas construcciones, en la zona esta estructura de dunas se



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



encuentra totalmente impactada y modificada por lo que no está realizando servicios ecosistémicos. Durante la etapa de preparación del terreno se verá afectada por las obras de nivelación y compactación, no existe una medida de mitigación, sin embargo, al tratarse de una duna fragmentada e impactada la modificación de la misma no incrementa el impacto sobre esta estructura ya generado por acciones anteriores.

El predio Cardonal donde se realizará la obra, se encuentra autorizado para hacer uso y aprovechamiento del suelo en el oficio S.G.P.A./DGIDA/DG/1242/07 del 1 de junio de 2007. El sistema ECARTO de la Dirección Municipal de Catastro y en el plano de Zonificación Secundaria PDU2040-ET-403 en la Segunda Actualización de Plan Director de Desarrollo Urbano para San José del Cabo y Cabo San Lucas 2040, se determinó que el área seleccionada para la construcción se encuentra dentro de la zona de dunas. Sin embargo, el acuerdo del Cabildo No. 0154, Acta de Sesión 19 del 06 de abril de 2009 hace una autorización condicionada del cambio de uso de suelo a dunas, con aprovechamiento, siempre y cuando se cumpla entre otros aspectos con lo siguiente:

- a) Mantener una franja de 100 m de estricta protección la cual deberá ser medida a partir de la zona Federal Marítima Terrestre.
- b) Seguidamente a la franja de protección establecer una zona de transición de al menos 40 m la cual deberá ser destinada preferentemente a usos recreativos. Se permitirán obras e instalaciones de apoyo congruentes a los usos colindantes inmediatos.

Dando cumplimiento a lo anterior, el área del proyecto se encuentra ubicada a 700 m aproximadamente de la Zona Federal Marítimo Terrestre, quedando fuera de la zona de protección y de transición requeridas.

Para el caso del bentos, se verán afectados de manera permanente en la etapa de construcción en el momento en el que se instale el emisor submarino y si es el caso la torre de captación y el Inmisor submarino, para mitigar este efecto se realizara un recorrido con buzos previo a la instalación de estructuras y tuberías y los organismos bentónicos observados serán reubicados, este tipo de estructuras puede tener efectos benéficos ya que constituye un sustrato solido que sirve de refugio y fijación para algunas especies, al respecto se recomienda realizar monitoreo submarinos periódicos para determinar las condiciones que existen en la zona y determinar si estas estructuras han ayudado a las especies de la zona.

DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Etapa de preparación del sitio y construcción

Medio terrestre:



Contaminación del suelo. Durante todas las etapas existe la posibilidad de que el suelo sea contaminado por basura, derrames accidentales, residuos, etc. Durante la etapa de construcción esta posibilidad es más crítica, ya que existe una importante generación de desechos tanto de residuos de construcción como de basura y empaques de distintos productos como cemento, pintura, etc., este impacto es mitigable ya que se pueden implementar acciones para evitar la afectación del suelo.

MITIGABLE: Para evitar el derrame de combustibles y aceites se deben realizar las siguientes medidas: 1) Colocar tapetes sanitarios anticontaminantes 2) Extraer el suelo donde se haya realizado un derrame y confinarlo en botes con tapa hermética para su tratamiento 3) Establecer áreas para colocación de equipo y vehículos 4) Implementar bitácoras de los servicios 5) Si se utilizan: solventes o detergentes en cualquiera de las etapas, que estos sean biodegradables o que vayan acorde al ambiente para evitar una mayor contaminación de tipo químico, además se deberán colocar recipientes con tapa y contar con un sistema de recolección de residuos de manera periódica, los recipientes que se colocaran en todas las etapas del proyecto deberán indicar el tipo de residuos que se podrán disponer en cada uno de manera obligatoria se tendrá por lo menos una separación de orgánicos e inorgánicos, en caso de ser necesario se colocaran recipientes especiales para los residuos peligrosos, la recolección de estos últimos se realizara a través de una empresa certificada para la recolección, el transporte y la disposición de los mismos.

Basura: Durante todas las etapas del proyecto se generan residuos sólidos, sin embargo la cantidad y tipo de estos varían en las diferentes etapas, por lo cual se deberá considerar para cada una el volumen y tipo de residuos generados, para ello se contara con un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, de Manejo Especial y Peligrosos.

MITIGABLE: Para el manejo de las basuras orgánicas e inorgánicas 1) Campaña de recolección de basuras permanente 2) Colocación de botes para basura con tapadera en varios sitios del proyecto 3) Implementar un programa de separación de basura 4) implementar programa/calendario de recolección de basura.

Descargas de aguas residuales: Durante las etapas de preparación y construcción se utiliza una cantidad importante de trabajadores que requieren de satisfacer sus necesidades biológicas, el no contar con infraestructura adecuada obliga a que estos realicen estas necesidades a cielo abierto o que se generen derrames de aguas sanitarias.

Mitigable: Durante las etapas de preparación y construcción se deberán colocar baños portátiles a razón de uno por cada 20 trabajadores como mínimo, la medida



incluye también el mantenimiento y limpieza adecuada de estos baños a través de la contratación de una empresa especializada.

Afectación Al relieve. En la etapa de construcción, la excavación de zanjas donde serán instalados los tubos para la conducción del agua, tanto de la obra de toma como de la de descarga, requerirá de la operación de una máquina excavadora por lo que el suelo se verá afectado por la acción mecánica de esta maquinaria, dentro de las afectaciones se incluye una afectación de la Zona Federal Marítimo terrestre de 80 m², las tuberías serán enterradas por lo que la afectación a esta zona será temporal.

En el predio seleccionado existe una duna impactada y fragmentada que será afectada por el proyecto, ya que la zona será nivelada y compactada, esta duna como se mencionó antes se encuentra impactada y fragmentada es atravesada por caminos irregulares y está inmersa en una zona que se ha desarrollado en los últimos años.

NO MITIGABLE: Por la naturaleza del corte, relleno, despalme, nivelación, compactación y ejecución de la obra de pavimentación, banquetas y guarniciones. Una acción, aunque poco común por la gran dependencia de los espacios para tal efecto, es rellenar en otros sitios que lo requieran a manera de ganar relieve y que quede apto para construcción, como son los sitios permitidos que admitan escombros y residuos de excavaciones de la obra, el material resultado de los cortes que pueda ser utilizado para la nivelación y compensación deberá considerarse en el desarrollo del proyecto.

Zona Federal Marítimo Terrestre. Debido a la instalación de las tuberías para la toma de agua y la descarga de salmuera el proyecto considera la afectación de la Zona Federal Marítimo Terrestre, este impacto es mitigable y solo ocurra durante una etapa, ya que las tuberías serán enterradas, al finalizar esta actividad la tubería será cubierta con la misma arena de la playa quedando prácticamente en condiciones similares a las que se encuentra actualmente.

Durante la colocación de tubería del inmisor y emisor submarino se dará una afectación temporal de la Zona Federal Marítimo Terrestre, este impacto es temporal ya que una vez colocado el tubo se realizara el relleno dejando las condiciones de la playa similares a la condición natural, para mitigar este impacto, se deberá: mantener el perfil de playa similar a la condición normal respetando las curvas de nivel de la zona afectada, realizar las aperturas de zanjas conforme a las especificaciones del proyecto, el uso de maquinaria deberá estar controlado y verificar que este no presente fugas o derrames.

Geomorfología

Mar; Playa; Superficie; Batimetría. La afectación por el proyecto en superficie es básicamente por la obra civil y la instalación de las tuberías para captación de



agua y descarga de la salmuera, en cuanto a la obra civil la afectación es sobre el predio seleccionado, como ya se indicó parte del proyecto se realizara sobre los restos de una duna impactada y fragmentada lo que implica la modificación de los vestigios de esta duna, la playa se ve afectada de manera temporal por la instalación de dos tuberías mismas que irán enterradas por lo que una vez colocadas estas serán cubiertas con la misma arena de la playa manteniendo las condiciones prácticamente iguales a la situación original de la playa, en la etapa de construcción, la excavación de zanjas donde serán instalados los tubos para la conducción del agua, tanto de la obra de toma como de la de descarga, requerirá de la operación de una máquina excavadora por lo que el suelo se verá afectado por la acción mecánica de esta maquinaria,

Mitigable: Debido a la demanda de agua de mar se requiere de la instalación de tubería tanto para la extracción como para el agua de rechazo, las medidas a considerar para mitigar este impacto son respetar el trazado de la línea de conducción, realizar los movimientos de tierra excavaciones previo a la colocación de los tubos y rellenar de manera inmediata una vez colocada la tubería.

En mar las afectaciones principales son por la toma de agua la cual consiste en una torre de captación y se conectará a la planta desaladora por medio de un tubo de 36” de diámetro nominal hecho en PEAD con una longitud de 240 m mar adentro, La captación se realizará mediante una torre de toma la cual se situará a una profundidad de entre 20 y 29 metros y a una distancia de la costa de 240 m. Se dispondrá de unas rejillas para impedir que entren grandes sólidos al inmisario. La torre se ha diseñado de forma que las líneas de corriente de agua captada sean horizontales y de esta manera evitar la inmovilización y reducir el arrastre de peces. La velocidad de aproximación será menor de 0,15 m/s, y el flujo laminar.

La toma de agua de mar para desalación absorbe conjuntamente organismos planctónicos, huevos de peces, larvas, etc., que resultarán dañados o muertos al pasar por el sistema de filtros físicos de las bocas de succión, la mitigación que se deberá considerar es la colocación de una rejilla que impida que organismos como peces y algunos organismos bentónicos.

Durante la instalación de las tuberías en el fondo marino y la colocación de la torre de captación se genera una suspensión temporal de sólidos removidos desde el fondo (arena de mar) que puede afectar a algunos organismos marinos.

Mitigable. Se realizara previo y durante la colocación de las tuberías y de las torres de captación recorrido con buzos que ahuyentaran con su presencia a los peces que pudieran estar en estas zonas y se removerán de manera manual organismos bentónicos que pudieran verse afectados, en el área donde se pretende colocar las tuberías no se han identificado comunidades importantes de



organismos marinos es un arenal con oleaje y corrientes importantes por lo que las pocas especies observadas se considera son organismos en tránsito por lo que la efectividad de la medida de mitigación propuesta podrá funcionar adecuadamente y evitar afectaciones a los organismos marinos.

Durante la etapa de operación del proyecto, se deben realizar recorridos de buceo por el área de la boca toma para cerciorarse del estado de la estructura protectora.

Salmuera: La descarga directa al mar de la salmuera de rechazo, procedente de los procesos de desalación, forma una pluma de agua muy densa que por su mayor densidad fluye por gravedad sobre el fondo marino en la dirección de máxima pendiente, (siguiendo las bajadas más empinadas). La diferencia de densidad entre el agua de mar circundante y la salmuera hace que los procesos de dilución de la salmuera sean naturalmente lentos, por lo cual se propone usar un difusor a alta presión para acelerar el proceso de mezcla.

El área de vertimiento presenta ciertas ventajas que favorecen la disolución de la salmuera como el tipo de corrientes y el oleaje, la zona es muy dinámica y se prevé que la disolución se rápida debido a estos factores.

Mitigable: el tramo que conducirá el agua de rechazo, estará dotado con un tramo final de difusores que aseguren la dilución de la salmuera, para evitar la contaminación al mar por el vertido de la salmuera, esta será previamente diluida con agua de mar y vertida en la zona especificada, las corrientes y mareas realizaran una rápida dilución eliminando afectaciones al medio marino.

Duna: La zona de duna en donde se localiza el proyecto es un área impactada y fragmentada que se encuentra afectada por construcciones, vialidades y áreas turístico-recreativas.

Como se observa en la imagen la zona del polígono donde se pretende desarrollar la planta desaladora es una zona que está inmersa en un área previamente impactada el polígono y la sección de duna donde se pretende ubicar la planta está fragmentado y en campo se observó que la duna esta segmentada y alterada debido a estas obras.

El proyecto afectara en su totalidad este polígono ya que se generara una nivelación y compactación del terreno alterando la estructura del vestigio de esta duna 1.44 has que corresponde al área de dunas (Figura 74).



Figura 74. Áreas Impactadas alrededor del área propuesta para el proyecto.

NO MITIGABLE: En la zona se observa un sistema de dunas costeras que ha sido modificado (fragmentada), parte de esta duna esta segmentada por caminos y terracerías, así como algunas construcciones, en la zona esta estructura de dunas se encuentra totalmente impactada y modificada, durante la etapa de preparación del terreno se verá afectada por las obras de nivelación y compactación no existe una medida de mitigación, sin embargo al tratarse de una duna fragmentada e impactada la modificación de la misma no incrementa el impacto sobre esta estructura.

Planicie: Una pequeña zona del área del proyecto que representa 0.06 Has. Es una planicie con ligera pendiente, esta zona se verá afectada por los trabajos de nivelación, compactación y urbanización.

NO MITIGABLE: las zonas planas del proyecto serán utilizadas para la construcción por lo que se verán afectadas y sustituidas por infraestructura urbana y pavimentación.

AGUA

Superficial

Derrames; Goteo; Residuos Peligrosos: No existen cuerpos de agua superficiales cercanos al proyecto, actualmente y debido a las obras de un campo de golf en las



colindancias del proyecto existen lagos artificiales cuya función es almacenar agua para el riego del campo,

MITIGABLE: Los derrame y goteos de combustibles, grasas, aceites y aditivos no se pueden evitar, por ser hechos fortuitos. Para mitigarlos y evitar que lleguen al acuífero, se deben tomar las siguientes medidas: 1) Colocar tapetes sanitarios absorbentes y anticontaminantes 2) Extraer el suelo donde se haya realizado un derrame y confinarlo en botes con tapa hermética 3) Establecer áreas para revisión y mantenimiento menor, entendiéndose como los cambios de aceite, grasas y aditivos de la maquinaria y de los equipos 4) Implementar bitácoras de los servicios de mantenimiento de vehículos y maquinaria, los cuales se realizaran en talleres especializados fuera del área del proyecto 5) Si se utilizan: solventes, insecticidas, germicidas, o detergentes en cualquiera de las etapas que estos sean biodegradables o que vayan de acorde al ambiente para evitar una contaminación de tipo químico.

Basuras: MITIGABLE: Para el manejo de las basuras orgánicas e inorgánicas 1) Campaña de recolección de basuras permanente 2) Colocación de botes para basura con tapadera en varios sitios del proyecto 3) Implementar un programa de separación de basura 4) implementar programa/calendario de recolección de basura.

Agua Marina: Ya se indicó que las principales afectaciones al medio marino son: La extracción de agua de mar, el Vertido de salmuera y las obras de colocación de tuberías y de la torre de captación.

Impactos por la toma de agua: el principal impacto que pudiera generar la toma de agua marina es la succión de organismos marinos como peces y algunos bentónicos, en el caso de la disposición de salmuera el impacto principal se genera por la temperatura y alta concentración del agua de rechazo que es vertida al mar y las afectaciones por las obras marinas tuberías y torre de captación de agua son por un lado la generación temporal de partículas suspendidas en la columna de agua y la presencia de personal y quipo en estas zonas lo cual puede afectar a la fauna del área.

Mitigable: Estos impactos son mitigables y además es importante recalcar que existen factores que favorecen la colocación de estas obras en la zona marina frente a la planta de tratamiento, toda vez que en la zona no existe una gran diversidad de organismos marinos el suelo es básicamente arena con sustratos finos y el oleaje y la corriente marina son intensos, las observaciones de fauna marina fueron escasas, la mayoría de los organismos observados en buceos de prospección fueron organismo en tránsito en cuanto a los organismos bentónicos estos también son escasos prácticamente y muy dispersos.



En cuanto a las condiciones oceanográficas de la zona también existe una ventaja al respecto ya que la disolución de la salmuera se podrá generar con mayor rapidez en comparación con zonas en donde el oleaje y las corrientes son menores.

Las medidas a considerar son las siguientes:

La torre de captación dispondrá de unas rejillas para impedir que entren peces y animales bentónicos y el diseño considera hacerse de forma que las líneas de corriente de agua captada sean horizontales y de esta manera evitar la inmovilización y reducir el arrastre de peces.

Previo a la colocación de la torre de captación y la instalación de las tuberías para la captación de agua y el agua de rechazo (salmuera) se realizaran buceos para ahuyentar a los posibles peces u otros grupos de animales marinos que se encuentren en la zona y se realizara un rescate manual de los organismos bentónicos encontrados colocándolos en lugares cercanos.

Durante la etapa de operación se realizaran buceos de mantenimiento, limpieza y se revisara el estado de las rejillas para que estas siempre estén en buen estado y puedan cumplir su función.

En cuanto al impacto por la salmuera esta deberá tener una dilución previa con agua marina y contar con difusores que ayuden a acelerar la disolución de este compuesto.

Lixiviación afectación a los cuerpos de agua. Un inadecuado manejo y recolección de la basura pueden generar contaminación en el suelo y en los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas.

MITIGABLE: El mal manejo de la basura y desechos que se generan en las tres etapas puede generar impactos negativos en el suelo y en los mantos freáticos, por lo que se implementara un plan de manejo de residuos y se realizara una correcta recolección de los mismos.

AIRE

El impacto sobre el aire es principalmente debido a la contaminación por polvos y partículas suspendidas que se generan durante la etapa de construcción por las acciones de movimiento de tierras, nivelación, compactación y transporte de material y escombros.

Auto remediable: durante la etapa de preparación del terreno se utilizan maquinarias que generan polvos y partículas suspendidas en la atmosfera que pueden afectar de manera muy insignificante la zona, este impacto es auto remediable ya que las actividades son temporales, los vientos y la rápida sedimentación de las partículas suspendidas permitirán que el impacto sea



mínimo y se regrese a las condiciones naturales, los trabajos con maquinaria y equipo pesado serán regulados en horarios y se realizarán conforme a las especificaciones del proyecto, como medida adicional se realizara un humedecimiento del suelo y los vehículos que transporte materiales y escombros deberán estar cubiertos con lonas.

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas la calidad del aire pudiera verse afectada por polvo o emisiones a la atmosfera estas últimas en ninguna etapa del proyecto serán en niveles superiores a la operación normal de este tipo de obras por lo que no se prevé un impacto importante al respecto o la necesidad de medidas extraordinarias

MITIGABLE: El material articulado que invada de manera parcial la atmósfera del sitio del proyecto, es inevitable. Tanto los humos y polvo serán generados. Para mitigar sus efectos se podrán tomar las siguientes medidas de mitigación: 1) Se pueden utilizar filtros para la disminución de gases en maquinaria pesada, vehículos y equipo 2) Dar mantenimiento regular y sistemático a la maquinaria pesada y equipos 3) Implementar y ejecutar un programa de revisión y mantenimiento, de maquinaria y equipo 4) mientras esté la etapa de construcción mantener hidratado el suelo para evitar un excesivo levantamiento de polvos, para evitar su fuga.

BIOSFERA

Matorral

Durante la ejecución del proyecto se afectara la capa de vegetación localizada en el polígono de interés, como ya se ha mencionado la zona presenta impactos previos y es un área fragmentada y segmentado por caminos de acceso y caminos irregulares de terracería, por lo que la zona ya presenta afectaciones sobre la flora y fauna, como parte de las acciones que requiere el proyecto se realizara una remisión de las especies de flora aún existentes en la zona generando un impacto sobre estas especies.

MITIGABLE: durante la etapa de preparación y construcción se removerá la poca vegetación presente en el proyecto, para mitigar este efecto se realizará un programa de rescate y reubicación de especies de flora.

Fauna

En cuanto a la fauna esta se verá afectada principalmente por la afectación a la capa vegetal y por la presencia de personal en las distintas etapas del proyecto.

AUTORREMEDIBLE: Los mamíferos salvajes del sitio se ahuyentaran de manera temporal, pero normalmente una vez que se habitúan al trasiego de maquinaria y a la presencia humana, sobre todo durante la noche y horas de pernocta, solos regresan. No se requiere de aplicar ningún manejo para que ellos



se habitúen al proyecto, la zona ya está impactada y la presencia de actualmente mamíferos es muy limitada a especies pequeñas como ratones, algunos mamíferos de mayor tamaño posiblemente a la presencia humana ya has emigrado hacia otras zonas con menor impacto.

Durante las distintas etapas se realizaran campañas de concientización dirigidas a los trabajadores para que tomen conciencia de la importancia de la fauna nativa en las zonas y de la posibilidad que esta continúen en el área durante la etapa de operación del proyecto, se colocaran letreros para indicar que queda estrictamente prohibido cazar, capturar o molestar a la fauna silvestre.

En la etapa de operación se crearan jardineras con especies nativas lo que ayudara a que algunos organismos se reincorporan a esta zona una vez concluidas las primeras etapas del proyecto.

En cuanto a los reptiles y otros grupos terrestres las condiciones son similares a la de los mamíferos por lo que se espera un re poblamiento una vez estabilizado el proyecto en la etapa de operación.

En el caso de las aves es el grupo menos vulnerable debido a su capacidad de desplazamiento también se espera que durante ciertas etapas del proyecto se dé un migración temporal de la zona por la presencia de maquinaria y personal y que eventualmente se reincorporen o transiten la zona.

AUTORREMEDIBLE: En la zona no se identificaron mamíferos marinos o colonias de estos organismos, sin embargo es probables que sean zonas de paso de lobos marinos y delfines, la presencia de los tubos no representa ningún impacto para estas especies, durante la colocación de las tuberías la presencia de embarcaciones y personas genera que de manera natural estos organismos se alejen de la zona evitando con ello algún impacto negativo, en cuanto a los peces la situación es similar ya que con la presencia de buzos estos tienden a alejarse de la zona, en el caso de animales bentónicos con limitada movilidad estos serán removidos manualmente y colocados en sitios cercanos.

ARMONIA

Escenario

Horizonte Visual; Visibilidad; Clareo; Maquinaria. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se genera un impacto visual importante ya que en la zona existe la presencia de trabajadores, maquinaria equipo, escombros y materiales apilados.

MITIGABLE-AUTORREMEDIBLE: Al concluir las estepas iniciales del proyecto e iniciar la operación del mismo, el escenario natural recupera parte de la armonía en este caso es importante señalar que la zona ya está impactado con



otro tipo de obras por lo que el proyecto se integra a esta zona semi urbanizada que en gran medida está orientada al desarrollo turístico.

Durante las etapas de construcción se implementaran las siguientes medidas: Recolección de basura y limpieza permanente de la obra, recolección y acopio adecuado de escombros y materiales, uso de maquinaria y vehículos solamente durante jornadas laborales normales, uso de elementos que ayuden a la integración del proyecto al entorno como pinturas color terracota o arena, acabados acordes al entorno áreas de jardinería.

Ruido

MITIGABLE: El ruido producido por maquinaria y equipos, es inevitable durante cualquier obra de construcción, del género que sea. Se puede mitigar implementando las siguiente medidas: 1) El ruido que se produce en las etapas es bajo, no permanente debido a que se producirá durante horario de trabajo diurno. Se debe implementar el uso de silenciadores en maquinaria y equipo 2) El ruido humano es de bajos decibeles por lo que se considera de baja intensidad y poco molesto 3) Dar mantenimiento a maquinaria y equipo en todas las etapas del proyecto (vehículos, transporte de carga pesada, talleres, etc.)

El resto de los impactos identificados son positivos y coadyuvarán al desarrollo armónico de la región, el proyecto como tal viene a solucionar una de las principales problemáticas de la ciudad y del municipio que es el abasto de agua para la población, la industria y el comercio, Los Cabos y la ciudad de Cabo San Lucas principalmente se han consolidado como uno de los destinos turísticos más importantes de nuestro país lo cual se ve reflejado en una derrama económica importante en la generación de una gran cantidad de empleos y en el crecimiento y consolidación de una industria paralela que apoya o sustenta el turismo y que en su conjunto demandan la cantidad y calidad de agua necesarias para su continuidad.

El proyecto en primera instancia genera un impacto positivo al satisfacer esta demanda, de manera simultánea genera una menor presión a los suministros tradicionales de este vital liquido lo cuales podrán ser redistribuidos de mejor manera y por lo tanto satisfacer a la población y a la economía de la zona.

Un proyecto de estas características además genera impactos en la economía local al generar empleos temporales y permanentes, el suministro de materiales y servicios técnicos y profesionales, etc.

VI.2. IMPACTOS RESIDUALES

Toda actividad genera impactos en el ecosistema, ya sea de forma temporal o permanente. Los impactos residuales son aquellos que persisten aun cuando se



realizaron las medidas de mitigación o simplemente no pueden ser mitigables al realizar el proyecto.

Los impactos residuales en el suelo que se generarán en el área de la planta desaladora, volverán la superficie dura e impidiendo que el suelo cumpla la función de ser sustrato para plantas y hábitat para fauna, pero se contará con áreas verdes con vegetación local la cual compensara en cierta medida este impacto. Por lo anterior, el proyecto no impactará de manera considerable el ecosistema.

El área del proyecto no se encuentra cerca a ningún cuerpo de agua lentic o lotico por lo que no se modificará ningún cuerpo de agua. En cuanto al uso del agua marina, los vertidos generados son: salmuera o rechazo de la ósmosis inversa, agua de lavado de los filtros de arena, vertidos de limpieza de membranas y drenajes de suelos y otros vertidos de menor relevancia. Las costas del Océano Pacífico son ideales para terminar de disolver el agua de salida, ya que al romper el oleaje transforma su energía a energía cinética con gran turbulencia, que mezcla vigorosamente las aguas que se encuentran en esta zona y las corrientes costeras son ideales para terminar de dispersar cualquier pequeña diferencia, garantizando así un efecto nulo al medio ambiente, evitando la descarga de salmuera y evitando sus efectos nocivos a los organismos bentónicos que habitan el fondo del mar.

A nivel de paisaje, se generará una modificación en el estado natural del paisaje local de forma permanente por medio de la planta desaladora. Por lo cual, el diseño de las áreas verdes presenta vegetación de tipo local, generando un nuevo paisaje que sea armónico entre la planta y el ecosistema.

Finalmente, a nivel socioeconómico la planta desaladora es una fuente de empleo temporal y permanente, ayudando a la economía local y mejorando la calidad de vida de la población de Los Cabos, solventando la demanda de agua potable que tiene actualmente el municipio. Adicional a esto, ayuda de forma directa a disminuir la presión sobre éste recurso en el acuífero de San José del Cabo.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Los componentes ambientales que se localizan en el sistema ambiental inmediato han sido modificados por el desarrollo y crecimiento de la ciudad de Cabo San Lucas, la zona cuenta con alto potencial de desarrollo turístico que se ha ido incrementando hacia esta zona, las proyecciones considerando la tendencia actual de crecimiento es que esta zona continúe su desarrollo principalmente en el sector turístico y habitacional de media a alta con



residencias tipo turísticas, actualmente en la zona del proyecto se observa un campo de golf, construcciones con infraestructura de servicios incluyendo otra planta desaladora que opera a través del OMSAPAS Los cabos y que también contribuye al suministro de agua a las colonias y desarrollos de la zona y construcciones turísticas que se encuentran más cercanas a la playa, dentro de estas obras se identifican también caminos de acceso y algunos caminos irregulares que dan acceso a los desarrollos descritos, el proyecto como se observa en la imagen siguiente está inmerso en esta zona desarrollada parcialmente, el polígono propuesto se encuentra segmentado por los caminos de acceso mencionados y colinda con el campo de golf y obras de infraestructura de apoyo para este.

En una imagen ampliada de esta zona se aprecia que conforme se sigue la playa hacia el norte existe otro desarrollo turístico habitacional y en dirección hacia tierra firme se observa el crecimiento de la mancha urbana de Cabo San Lucas.

El proyecto como tal representa tan solo el 0.088% de la superficie de la cuenca la cual mide 1706.523 has. Esta cuenca aún conserva muchos elementos naturales sobre todo hacia las partes centrales y altas de la misma, sin embargo en contraste incluye también una de las ciudades más dinámicas en cuanto a su crecimiento como lo es la ciudad de Cabo San Lucas.

El estado de conservación de los componentes ambientales en las inmediaciones donde se pretende realizar el proyecto el estado de conservación se observa totalmente alterado y modificado incluyendo el área del polígono que conforma la propuesta para la instalación de la planta desaladora, existen en las inmediaciones zonas que aún conservan parte de sus condiciones naturales, sin embargo caso todas estas zonas se encuentran fragmentadas o afectadas por caminos y algunas de ellas desmontadas o desmontadas parcialmente conforme se avanza hacia las zonas más altas el grado de conservación de la zona mejora notablemente, las partes más cercanas a la zona urbana y desarrollada conservan algunas zonas con vegetación pero como se mencionó la mayoría de estas están fragmentadas y atravesadas o delimitadas por calles y caminos irregulares, es muy probable que estas zonas continúen con un desarrollo futuro debido al crecimiento de la zona y su dinámica actual, estos predios en su mayoría serán desarrollados en el corto y mediano plazo con fines turísticos para también para atender las demandas de vivienda de la zona, este crecimiento será inevitable mientras el desarrollo turístico continúe con la inercia que actualmente muestra.

En este escenario las zonas más escarpadas y altas es probable que mantengan los elementos naturales en condiciones adecuadas y es necesario que al respecto se implementen políticas de conservación de zonas con alto valor biológico o que contribuyan de manera importante a la recarga de mantos acuíferos.

El proyecto como tal no representa un incremento, riesgo o impacto mayor al ya existente.



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Figura 75. Áreas Impactadas alrededor del área propuesta para el proyecto.



Pronósticos del SA con la realización del proyecto

Como se ha mencionada reiteradamente el proyecto pretende desarrollarse en un polígono que está inmerso en un área previamente impactada y modificada, algunas zonas del proyecto son atravesadas por caminos que dan acceso a otras instalaciones localizadas en la zona, la parte de la duna que se verá afectada actualmente se observa fragmentada el polígono esta segmentado por varios lados existen caminos y construcciones que prácticamente envuelven al polígono de interés, a tratarse de una zona impactada y modificada los elementos naturales originales principalmente la fauna se observa que ha sido desplazada hacia otras zonas de menor impacto y presencia humana, la flora también se observa con afectaciones importantes y como se mencionó la duna ha sido fragmentada y segmentado por lo que es muy probable que aun sin el proyecto esta zona continúe degradándose y por lo tanto no represente ningún servicio ambiental en contraste de zonas similares que aún no se han visto afectadas.

La realización del proyecto en términos generales no representa un incremento significativo del impacto en cuanto a la flora y fauna ya que actualmente la zona está afectada considerablemente, en relación a estructura de la propia duna esta se ha ido alterando debido a su fragmentación actual por lo que la estructura original de esta se observa alterada y con tendencia a seguir deteriorándose, la construcción de la obra implica impactos a la zona pero en su mayoría estos son temporales y mitigables, en contraste el beneficio del proyecto permitirá satisfacer la demanda de agua de la población y atender las demandas existentes, de manera indirecta representa un beneficio a los acuíferos que actualmente surte de agua a esta zona permitiendo que esta extracción disminuya o bien se distribuya de manera más adecuada y equitativa.

Las afectaciones más importantes del proyecto se centran en el Sistema Ambiental marino y son causados principalmente por la toma de agua de mar y en mayor medida por la descarga de salmuera, el impacto por la colocación de las tuberías para la toma y descarga respectivamente es un impacto mínimo y temporal sobre sistema ambiental ya que estos irán enterrados, sin embargo la toma y la descarga de agua pueden generar impactos en el sistema marino, las características del sistema ambiental marino favorecen o minimizan las posibles afectaciones, esta zona cuenta con corrientes y oleaje importante que por un lado permitirán una rápida disolución de la salmuera y por otro lado debido a estas condiciones y las características del fondo arenoso la presencia de organismos marinos es muy limitada, los pocos organismos observados en su mayoría son animales en tránsito que únicamente utilizan la zona para desplazarse hacia otras áreas utilizadas como zonas de alimentación o refugio, las cuales nos e verán afectadas por el proyecto debido a que se encuentran a una distancia importante.



Debido a esto el sistema ambiental marino recibirá impactos mínimos y que pueden ser mitigados.

La realización del proyecto sin la aplicación de medidas correctivas o de mitigación generaría impactos más significativos, en el caso del sistema marino la toma de agua considera como una medida de mitigación importante la colocación de rejillas en la torre de captación y la supervisión de buzos para el ahuyentamiento de organismos marinos y la reubicación de animales bentónicos de poca movilidad, no aplicar estas medidas representaría un impacto sobre estas especies aun si poca distribución en el área seleccionada.

En el caso del agua de rechazo el proyecto contempla una dilución previa y la colocación de difusores que faciliten la dispersión y disolución de la salmuera, no considerar estas medidas significaría que esta salmuera se diluyera de manera muy lenta afectando a organismos marinos que pudieran estar presentes en la zona.

En cuanto al sistema terrestre si bien la zona está prácticamente impactada es importante que se apliquen las medidas propuestas y aquellas que durante la supervisión ambiental se considere necesarias para evitar mayores impactos en la zona.

Pronósticos del SA sin la realización del proyecto

Como ya se indicó aun cuando no se realice el proyecto el SA terrestre continuara su degradación paulatina debido a las actividades e infraestructura que lo rodea el proyecto está en medio de las vialidades que comunican a otros desarrollos y la planta en operación con la carretera y posteriormente con la ciudad de Cabo San Lucas por lo que una vez que se consoliden los proyectos que actualmente están en desarrollo el uso de estos caminos se incrementara notablemente afectando al polígono propuesto, la duna fragmentada difícilmente podrá recuperar sus características y funciones naturales ya que esta además de alterada fragmentada, la flora y la fauna seguirán sufriendo y posiblemente en mayor medida la presión del área por el solo hecho del tránsito de personas y vehículos, la zona en conclusión continuara fragmentada y en degradación a menos que se limitara el acceso a esta zona y se buscaran accesos alternativos.

El SA Marino en este sentido dejaría de recibir un impacto que como ya se ha mencionado seria mínimo ya que en la zona no se identifica la presencia de muchos organismos marinos, sin embargo en contraste la ciudad no tendría el abasto de agua que plantea la realización del presente proyecto.

Con base a los criterios ambientales descritos, y considerando el grado de impacto que ya se presenta en la zona, la valoración ambiental del sitio se puede considerar como apta para la realización del proyecto, ya que desde el punto de vista técnico la zona está altamente impactada, no tienen aptitud agropecuaria,



acuícola o industrial, y se ha visto en los últimos años que el uso del suelo en los alrededores se ha orientado hacia los asentamientos humanos de tipo residencial, turístico y comercial, lo cual ha hecho que la calidad ambiental y paisajística hayan disminuido.

El proyecto genera un beneficio significativamente alto a la población, el comercio y el desarrollo turístico al general el recurso agua para satisfacer la demanda actual.

VII.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con el fin de establecer las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los impactos ambientales negativos procedentes del presente proyecto, se establece un programa de vigilancia ambiental con tres lineamientos: plan de manejo Integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, programa de atención a contingencias y el programa de capacitación.

VII.2.1. Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos, de Manejo Especial y Peligrosos

Objetivo General

Implementar los procedimientos internos dentro de todas las instalaciones de la planta desaladora de Cabo San Lucas para el adecuado manejo integral de los Residuos Sólidos orgánicos e inorgánicos, de manejo especial y peligrosos que se generen durante las distintas etapas del proyecto, estableciendo mecanismos óptimos y específicos para el manejo de los mismos.

Objetivos Específicos

- Minimizar la generación de residuos.
- Separar desde la fuente los residuos sólidos urbanos.
- Manejar los residuos sólidos en forma separada según sean orgánicos, inorgánicos (reciclables y no reciclables) o sanitarios.
- Disponer los residuos peligrosos conforme a la normatividad vigente (recolección, almacenamiento temporal, transporte y disposición final).
- Minimizar los costos de manejo de residuos.
- Valorizar los residuos.
- Reducir el consumo de materias primas que acaban como residuos.

VII.2.2. Programa de Atención a Contingencias

Las contingencias son situaciones de riesgo derivado de actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas. Puede haber diferentes niveles, desde un aviso preliminar, hasta el que requiere de acciones de emergencias.



El Programa de Atención a Contingencias es el instrumento principal para brindar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada a una situación de emergencia causada por fenómenos destructivos de origen natural o humano, establece las pautas y promueve entre el personal a mantenerse alerta ante cualquier evento y obtener la información necesaria sobre los pasos de acción disponible durante situaciones potencialmente peligrosas.

Este programa define los procedimientos para combatir estas contingencias y los mecanismos de coordinación con organismos y servicios de emergencia.

Objetivo General

Ejecutar acciones oportunas ante cualquier contingencia que se pudiera presentar como consecuencia de un siniestro para salvaguardar a las personas, bienes y el entorno de los mismos que se encuentren dentro de las instalaciones de la planta desaladora de Cabo San Lucas.

VII.2.3. Programa de Capacitación Ambiental

Objetivo general

Mediante la articulación y fortalecimiento de las acciones de educación, capacitación y comunicación ambiental con los trabajadores, contratistas y prestadores de servicio que participen en cualquiera de las etapas del “Proyecto de Construcción, Operación, mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”, se pretende generar una cultura ambiental que permita la adecuada operación del proyecto principalmente en los temas de manejo de residuos, cuidado del medio ambiente y atención a contingencias, sin descuidar temas generales de interés o que ayuden al cuidado del entorno ambiental donde se desarrolla el proyecto.

Objetivos específicos

- Fortalecer la dimensión ambiental e incorporar los criterios, enfoques y contenidos de sustentabilidad en la construcción y operación del “Proyecto de Construcción, Operación, mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”.
- Impulsar y fomentar una cultura ambiental, mediante procesos de comunicación, información y capacitación, que reorienten patrones de producción y consumo con criterios de sustentabilidad.
- Fortalecer la difusión y extensión del conocimiento de los planes, la legislación y de la normatividad vigente en materia ambiental, para propiciar la participación activa de los trabajadores, proveedores y prestadores de servicio que participen en alguna etapa del “Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”.



- Capacitar y actualizar a los trabajadores, proveedores y prestadores de servicio.

VII.2.4. Ejecución del Programa de Vigilancia.

Una vez que inicie el proyecto, se debe iniciar el programa de vigilancia ambiental, el cual se mantendrá durante las tres etapas. Antes de iniciar la obra se deben realizar todas las capacitaciones; las cuales deben ser retroalimentadas. Al iniciar la obra se debe recolectar la información sobre flora y fauna presente, la cual, será la base para la elaboración y aplicación del programa de rescate y reforestación. El programa de vigilancia ambiental finalizará a la par con el proyecto.

VII.3. CONCLUSIONES.

Teniendo en cuenta la información recopilada de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos, así como la evaluación de impactos ambientales, medidas de mitigación y compensación, se puede concluir que:

- El proyecto cumple con los lineamientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.
- La mayoría de los impactos identificados son de baja significancia ambiental al implementarse las medidas de mitigación.
- Se generarán pocos impactos residuales, los cuales deben ser monitoreados de manera periódica para realizar una óptima mitigación.
- La realización del proyecto podrá satisfacer la demanda de agua potable que se presenta actualmente en el municipio de Los Cabos. Adicional a esto, disminuirá la presión sobre el recurso que se genera en el acuífero de San José del Cabo.

Las localidades de Cabo San Lucas y San José del Cabo se encuentran en una constante expansión a nivel poblacional, industrial y hotelera, por lo que es necesario desarrollar estrategias para conseguir el agua potable de forma oportuna. Considerando que ambas localidades ya presentan un déficit en la disponibilidad del recurso, el desarrollo del proyecto generará beneficios socioeconómicos muy altos, mejorando la calidad de vida de la población y proporcionando mejores recursos a la industria y hotelería.

La mayoría de los impactos identificados son mitigables, por lo cual no generarán una modificación severa en el ecosistema. Los impactos no mitigables son de tipo puntual al modificar las características del suelo en el área de construcción, por lo que no afectarán el resto del ecosistema, adicional a esto se integrará de la forma más efectiva la planta desaladora con el paisaje.

La implementación de medidas de mitigación y del programa de seguimiento ambiental incluyendo el monitoreo y la toma de datos (calidad de agua), deberán



de realizarse de manera permanente considerando siempre la necesidad de implementar medidas adicionales o reconsiderar aquellas que sea necesario.

Finalmente, se concluye que el “Proyecto de Construcción, Operación, mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”, es ecológicamente viable, socioeconómicamente favorable y económicamente factible.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Se presenta cuatro ejemplares impresos y un disco compacto con la siguiente información:

- Manifiesto de Impacto Ambiental
- Resumen ejecutivo del proyecto
- Memoria descriptiva
- Anexos de información

VIII.1.1. Fotografías

Se presentan en el Anexo I.

VIII.1.2. Listas de flora y fauna

Se enlistan en los Anexos II al IV.

VIII.2. OTROS ANEXOS

VIII.2.1. Documentos legales

Anexo V. Copia de Cedula Fiscal del promovente.

Anexo VI. Contrato de promesa de afectación en fideicomiso traslativo de dominio con cláusula de reversión y constitución de servidumbre.

Anexo VII. Copia Certificada del Acta constitutiva de la empresa promovente.

Anexo VIII. Copia Certificada del Poder Notarial del representante legal.

Anexo IX. Copia de la identificación del representante legal.

Anexo X. Copia de CURP y RFC del representante legal.

Anexo XI. Oficio S.G.P.A./DGIDA/DG/1242/07 del 1 de junio de 2007.

VIII.2.2. Resultados de laboratorio



MIA Modalidad Particular

“Proyecto de Construcción, Operación, Mantenimiento y Puesta en Marcha de una Planta Desaladora en Cabo San Lucas”



Anexo XII. Trabajos topográficos para control de perfil de playa, en planta desaladora de Cabo San Lucas, B.C.S. realizados los días 13, 14 y 15 de diciembre de 2017.

Anexo XIII. Resultados fisicoquímicos de muestra de agua marina compuesta tomada frente a la playa El Faro.

Anexo XIV. Informe Sobre la Delimitación de Zona Federal de la Segunda Planta Desaladora de Cabo San Lucas.

VIII.2.3. Programa de vigilancia ambiental

Anexo XV. Programa de vigilancia ambiental. Planta desaladora Cabo San Lucas OOMSAPAS.



BIBLIOGRAFÍA.

Al-Sofi, M. 2001. Seawater desalination - SWCC experience and vision. Desalination. Vol. 1-3, pp. 121-139.

Álvarez, S., Rivera, J., Gaxiola, G., Acosta, M. y R. Schwartzlose. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas, 5(2), 53-71.

Aurioles Gamboa, D. 1993. Biodiversidad y Estado Actual de los Mamíferos Marinos en México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. pp. 397-412. Vol. Esp. (XLIV).

Aurioles, D. y A. Zavala. 1994. Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California. Ciencias Marinas 20(4): 535-553.

Briseño, R. 1998. Variación genética en la región control del ADN mitocondrial de poblaciones de la Tortuga Golfina, *Lepidochelys olivacea*, en el Pacífico Oriental y las implicaciones para su conservación. Tesis de Maestría en Ciencia Pesquera, Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlan, Sinaloa. 70 p.

Centro de Investigación Científicos y de Educación Superior de Ensenada, S.C. (CICESE). 2018. CICESE unidad La Paz, Sitio Desarrollado por el Grupo de SISMOLOGIA Unidad Foránea La Paz por Ing. Alfredo Aguirre E. <http://sismosbcs.cicese.mx/index.php>. 02 de enero de 2018.

Chacón, D. 2002. Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el istmo Centroamericano. Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica (RCA). San José, Costa Rica. 247p.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea en www.conabio.gob.mx, revisado el 29 de mayo del 2010.

_____. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1 : 4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas –The Nature Conservancy - Pronatura Noroeste (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA). 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy- Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2012. Programa de manejo del área de protección de flora y fauna Cabo San Lucas.



- Curiel, H. J. 2008. Alimentación de machos adultos y subadultos de lobo marino de California, *Zalophus californianus* (Lesson, 1828) de Isla Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
- Custodio, E. y M. R. Llamas. 1976. Hidrología subterránea. Vol. 2, secciones 10 y 12. Barcelona: Ediciones Omega, 2350 pp.
- Delgado Estrella, A., J. G. Ortega Ortiz y A. Sánchez Ríos. 1994. Varamientos de mamíferos marinos durante primavera y otoño y su relación con la actividad pesquera. Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 65: 287-295.
- De la Lanza, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. Ciencias, 76: 4-13.
- Dévora, G., González, R. y N. E. Ponce. 2012. Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México. Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México. Ra Ximhai, vol. 8, núm. 2. pp. 57-68.
- Díaz-Gamboa, R. E. 2010. Relaciones tróficas de los cetáceos teutófagos con el calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. CICIMAR, México. 105 pp.
- Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología (DIGAOHM). Baja California, Costa Este. <http://digaohm.semarnat.gob.mx/derrotero/derrotero/bcs.pdf>.
- Frías V. y C. Moreno, 1988. Ingeniería de Costas. Ed LIMUSA. ISBN:968-18-2780-5.
- Fuentes, M. 2007. La desalación del agua. Gaceta del IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, SEMARNAT.
- Fujita, H. 2003. Enterramientos en concheros y cuevas de Baja California Sur. Arqueología Mexicana. Vol. 11, núm. 62, p 40-43.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, quinta edición, ISBN 970-32-1010-4.
- Gendron, D. 2002. Ecología poblacional de la ballena azul, *Balaenoptera musculus*, de la península de Baja California. Tesis de Doctorado. CICESE. 112 pp.
- Gendron, D. y Urbán, J. 1993. Evidence of feeding by Humpback whales (*Megaptera novaengliae*) in the Baja California breeding ground, México. Marine Mammal Science. 9 (1): 76-81.



Gobierno del Estado de Baja California Sur. 2019. Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024. México, Gobierno Federal.

____. 2015. Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021, Baja California Sur.

____. 2013. Programa Nacional Hídrico. México, Gobierno Federal.

____. 2012. Programas de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Gobierno Federal.

Gómez Gutiérrez, J., 1992. Efecto de las condiciones ambientales sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de eufáusidos (Crustacea) en la costa occidental de Baja California, durante mayo de 1986, julio de 1987 y 1988. Maestría en Ciencias Marinas Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México, xii, 128 h.

González, C. S. 2004. Digitalización del catálogo fotográfico de la ballena gris (*Eschrichtius rebustus*) en Laguna de San Ignacio y Ojo de Liebre durante las temporadas 1996-2003. Memorias de servicio social. UABCS. La Paz, BCS. 55 pp.

Grupo Tortuguero. 2004. Monitoreo comunitario. En: Grupo Tortuguero. Disponible en línea en www.grupotortuguero.org. Revisado el 15 de mayo del 2010.

Guerrero-Ruiz, M.E. 2005. Estado actual de las grandes ballenas en el Golfo de California. Tesis de Maestría. UABCS. La Paz, México. 321 pp.

Guerrero M., J. Urbán y L. Rojas. 2006. Las ballenas del golfo de California. INE. México. 523.

H. Ayuntamiento de Los Cabos B.C.S. 2016. Plan de Desarrollo Municipal Los Cabos 2015-2018.

____. 2013. Segunda Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano San José del Cabo y Cabo San Lucas B.C.S. 2040.

H. Congreso del estado de Baja California Sur. 1995. Plan de Ordenamiento Ecológico para el Desarrollo Urbano y Turístico del Municipio de Los Cabos, Baja California Sur.

Hernández-Ayón, J., Zirino, A., Marinone, S., Canino-Herrera, R. y M. Galindo-Bect. 2003. Relación pH-densidad en el agua de mar. *Ciencias marinas*, 29(4), 497-508. Recuperado en 29 de enero de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802003000400012&lng=es&tlng=es.



INE y SEMARNAP. 1999. Programa Nacional de protección, conservación, investigación y manejo de tortugas marinas. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, México. 72 p.

INECC. 1995. NORMA Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las Fuentes fijas y su método de medición. Diario oficial de la federación, 13 de enero de 1995.

INEGI. 1996. Estudio hidrológico del estado de Baja California Sur. México. ISBN 970-13-0797-6.

_____. 2016a. Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, 409 p.

_____. 2016b. Encuesta Intercensal 2015. Panorama sociodemográfico de Baja California Sur 2015. México.

Jaume-Schinkel, S. 2004. Hábitos alimentarios del rorcual común, *Balaenoptera physalus*, en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de N y C. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 64 pp.

Kaufman, K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. New York: Houghton Mifflin.

Lechuga, J., Rodríguez M. y J. Lloveras. 2007. Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 11-3, pp. 5-14, ISSN: 1665-529X.

Leet, W. y M. Stevenson. 1969. Oceanographic observations from the Mazatlán project: October–August 1967. Data Rep. Inter. Am. Trop. Tuna Comm., 3: 249 pp.

Ley de aguas nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, con la última modificación el 24 de marzo de 2016.

Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, con la última modificación el 17 de enero de 2014.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, con la última fecha de reforma, 24 de enero de 2017.

Lockyer, C. y S. G. Brown. 1981. The migration of whales. En *Animal migration*, D. J. Aidley, editor, pages 105-137. Cambridge University Press, Cambridge.

Lowry, M. S. y O. Maravilla. 2005. Proceedings of the Sixth California Islands Symposium, Ventura, California, December 1 – 3, 2003. National Park Service



Technical Publication CHIS-05-01, Institute for Wildlife Studies, Arcata, California.

Lluch-Belda, D. J., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, E. y G. Ponce-Díaz. 2000. BAC. Centros de Actividad Biológica en el Pacífico Mexicano. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT. 367 pp.

Marquez, R. 1990. FAO Species Catalogue: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11, Rome, FAO.

Márquez, R., G. Tiburcio, L. Sarti, F. Enciso, R. Briseño, A. Rodríguez, K. Ocegüera y K. Arias. 2004. Diagnóstico de la Anidación de las Tortugas Marinas en el Noroeste de México. En: UABCS/WWF. Taller de Conservación de Tortugas Marinas en el Noroeste Mexicano. Reporte del Taller (Editado por J.A. Rodríguez Valencia). WWF-México PGC-04-S120-D62. 145 p.

Márquez, R., A. Villanueva y C. Peñaflores. 1976. Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholts, 1869). Instituto Nacional de la Pesca, Sinopsis sobre la Pesca 2, 61 p.

Medina, J. 2000. Desalinización de aguas salobres y de mar en ósmosis inversa. Madrid: Editorial Mundi Prensa, 799 pp.

Montoya, A. 2013. Determinación de la capacidad de carga turística de la playa el médano en la bahía de Cabo San Lucas, B. C. S., México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 193 p.

Navarro-Lozano, J.O. 2006. Caracterización sedimentológica y geomorfológica de los ambientes costeros en la Bahía San Lucas, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. 157 p.

Nava-Sánchez, E.H., F. Salinas-González, R. Cruz-Orozco, S. Rueda-Fernández y L. Godínez-Orta. 1994. Beach profiles and their relation to waves and grain size at the southern tip of the peninsula of Baja California, México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 9 (1): 25-41.

Peckham, H. 2006. Uso del hábitat de la tortuga amarilla en Baja California Sur, 1998-2005: Las áreas de alto uso en aguas cercanas a la costa ofrecen una oportunidad para la conservación. En: El Grupo Tortuguero. Red Comunitaria de Conservación de la Tortuga Marina. Octava Reunión del Grupo Tortuguero. Loreto, B.C.S. 27 – 29 de enero.

Pérez, C. 2010. Evaluación de la calidad del agua de mar en playas recreativas en el corredor turístico de Los Cabos, B.C.S. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones biológicas del noroeste, S.C., México. 118 p.



Reeves, R. A., B.S. Stewart, P.J. Clapham y J. A. Powell. 2002. Guide to Marine Mammals of the World. National Audubon Society. Chanticleer Press Inc, 527 pp.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, con la última modificación el 31 de octubre de 2014.

Rice, W. D. y A. A. Wolman. 1971. The life history and ecology of the gray whale (*Eschrichtius robustus*). Special Pub. No. 3. The American Soc. of Mamm. 141 p.

Ríos-Olmeda, D., H. Parra, S. Robles y E. Varela. 1996. Informe final de actividades del programa “Investigación y Conservación de tortugas marinas en la playa El Verde, Sinaloa – Temporada 22va. INP – CRIP Mazatlan; 45 p.

Rugh, D. H., Muto, M., Moore, S. E. y D. De Master. 1999. Status review of the Eastern north Pacific stock of grey whales. U. S. Dep. of Commerce. NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-103. 96c pp.

Salinas-Zacarías, M. 2005. Ecología tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S. 102 p.

Sánchez, I., Díaz, G., Ojeda, W., Chebhouni, G., Orona, I., Villanueva, J., González, J. L. y G. González. 2008. Variabilidad climática en México: algunos impactos hidrológicos, sociales y económicos. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXIII, núm. 4, pp. 5-24.

Secretaría CIT. 2004. Una Introducción a las Especies de Tortugas Marinas del Mundo. Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica.

Secretaría de Desarrollo Económico, Medio Ambiente y Recursos Naturales (SDEMARN). 2016. Datos Básicos de Baja California Sur 2016. México.

Secretaría de Desarrollo Económico, Medio Ambiente y Recursos Naturales (SDEMARN) / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2007. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga Laúd (*Dermodochelys coriacea*). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; México.

Secretaria de salud. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana 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. Diario Oficial de la Federación, 22 de noviembre de 2000.

Secretaría de Turismo (SECTUR). 2014. Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en



diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos. Sección V: vulnerabilidad del destino turístico los cabos.

SEMARNAT. 2015. PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015, Que establece especificaciones y requisitos para las obras de toma y descarga que se deben cumplir en las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas.

____. 2015, 20 de abril. ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos.

____. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

____. 2007. NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Diario Oficial de la Federación, 13 de septiembre de 2007.

____. 2007. NORMA Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2007.

____. 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, Gobierno Federal.

____. 2003. Norma oficial mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y tricicls motorizados en circulación, y su método de medición. Diario oficial de la federación, 23 de abril de 2003.

____. 1997. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación, 6 de enero de 1997.

Seminoff, J. A., A. Reséndiz-Hidalgo, B. Jiménez de Reséndiz, W. J. Nichols y T. Todd-Jones. 2008. Tortugas marinas, capítulo 16; p. 457 – 494. En: Danemann, G.D. y E. Ezcurra (Eds.) Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Pronatura Noroeste AC, SEMARNAT, INE, San Diego Natural History Museum. México. 740 p.



- Seminoff, J. A., A. Reséndiz W. y J. Nichols. 2002. Home range of the green turtle (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging ground in the Gulf of California, México. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 242: 253–265.
- Szteren, D., Auriolles, D. G. y L. Gerber. 2006. Population Status and Trends of the California Sea Lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. En: *Sea lions of the world*. Alaska sea grant college program, AK-SG-06-01. pp. 369-384.
- Szteren D. y D. Auriolles-Gamboa. 2011. Regionalización ecológica de las colonias reproductivas de *Zalophus californianus*, como herramienta para su conservación en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* (2011), 37(3): 349–368.
- Valencia, J. 2000. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Bogotá: Editorial McGraw-Hill, 793 pp.
- Vidal, O. y L. T. Findley. 1990. Sinopsis de la investigación reciente sobre mamíferos acuáticos en México, con comentarios sobre el estado de ciertas especies. Resúmenes XV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. 18-20 abril. La Paz, B.C.S., México.
- Walker, D. 2005. Using oceanographic features to predict areas of high cetacean diversity. Tesis de Maestría. Universidad de Gales, Bangor, R.U. 148 pp.



ANEXOS

Anexo I. Anexo fotográfico

Anexo II. Principales especies de flora reportadas en la bibliografía, que se distribuyen en Los Cabos.

Anexo III. Principales especies de fauna reportadas en la bibliografía, que se distribuyen en Los Cabos.

Anexo IV. Principales especies de fauna marina reportadas en la bibliografía, que se distribuyen en Los Cabos.

Anexo V. Copia de Cedula Fiscal del promovente.

Anexo VI. Contrato de promesa de afectación en fideicomiso traslativo de dominio con cláusula de reversión y constitución de servidumbre.

Anexo VII. Copia Certificada del Acta constitutiva de la empresa promovente.

Anexo VIII. Copia Certificada del Poder Notarial del representante legal.

Anexo IX. Copia de la identificación del representante legal.

Anexo X. Copia de CURP y RFC del representante legal.

Anexo XI. Oficio S.G.P.A./DGIDA/DG/1242/07 del 1 de junio de 2007.

Anexo XII. Trabajos topográficos para control de perfil de playa, en planta desaladora de Cabo San Lucas, B.C.S. realizados los días 13, 14 y 15 de diciembre de 2017.

Anexo XIII. Resultados fisicoquímicos de muestra de agua marina compuesta tomada frente a la playa El Faro.

Anexo XIV. Informe Sobre la Delimitación de Zona Federal de la Segunda Planta Desaladora de Cabo San Lucas.

Anexo XV. Programa de vigilancia ambiental. Planta desaladora Cabo San Lucas OOMSAPAS.