



- I. **Nombre del Área que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT en el estado de Baja California.
  
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL** .
  
- III. **Partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente al 1) Nombre, Domicilio Particular, Teléfono Particular y/o Correo Electrónico de Particulares.
  
- IV. **Fundamento legal y razones:**Se clasifica como **información confidencial** con fundamento en el artículo 115 primer párrafo de la LGTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de **datos personales** concernientes a una persona física identificada e identificable.
  
- V. **Firma del titular:** Mtro. RICARDO JAVIER CÁRDENAS GUTIÉRREZ  

  
- VI. **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**ACTA\_15\_2025\_SIPOT\_2T\_2025\_ART 67\_FVI, en la sesión celebrada el **11 de julio del 2025**.

Disponible para su consulta en:

[http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA\\_15\\_2025\\_SIPOT\\_2T\\_2025\\_ART67\\_FVI.pdf](http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf)



MORRO SANTO DOMINGO

Granja Morro Santo Domingo

---

MANIFESTACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL  
Modalidad Particular

---

Municipio de San Quintín ◦ Baja California

*Elaborado por: Consultoría y Logística Ambiental, S.C.*

Agosto, 2024

MORRO SANTO DOMINGO, S. DE P.R. DE R.I.  
PRESENTA LA SIGUIENTE  
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL- MODALIDAD PARTICULAR  
PARA EL PROYECTO GRANJA MORRO SANTO DOMINGO  
UBICADO EN LAGUNA MANUELA, MUNICIPIO DE SAN QUINTIN,  
BAJA CALIFORNIA



*Elaborado por:*  
*Consultoría y Logística Ambiental, S.C.*  
*Calle Politécnico Nacional #514, planta alta*  
*Colonia El Conchalito, CP: 23094*  
*La Paz, Baja California Sur*  
*T: (612) 1 382 382/ (612)348 42 13*  
*Responsable legal: Adrián Morales Enciso*  
*Responsable técnico: Alejandra Mendizábal*

**Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la debida citación**

Mendizábal Cortés, Alejandra Daniela. Manifestación de Impacto Ambiental- modalidad particular- Granja Laguna Manuela. [Documento técnico]. Consultoría y Logística Ambiental, S.C. La Paz, 2024

La Paz, BCS, a 08 de agosto de 2024



## SUMÁRIO

---

<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	<b>10</b>
I.1. EL PROYECTO .....	10
I.2. EL PROMOVENTE .....	10
I.3. DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	11
<b>II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	<b>12</b>
II.1. NATURALEZA .....	12
II.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	12
II.2.1. Colindancias .....	19
II.2.2. Selección del sitio .....	20
II.2.3. Sitios alternativos .....	23
II.3. INVERSIÓN REQUERIDA .....	23
II.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS .....	24
II.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ESPECIE .....	24
II.5.1. Descripción de la especie .....	24
II.5.2. Ciclo de vida .....	26
II.5.3. Relaciones con otras poblaciones silvestres y posibles efectos perjudiciales .....	28
II.6. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	30
II.6.1. Aspectos generales del procedimiento de cultivo .....	31
II.6.2. Infraestructura .....	31
II.6.3. Obras asociadas .....	35
II.6.4. Etapas del proyecto .....	37
II.6.5. Programa de trabajo .....	44
II.6.6. Materiales, equipos y personal .....	44
II.6.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera .....	46
II.7. MECANISMOS Y MEDIDAS DE CONTROL PARA REDUCCIÓN SIGNIFICATIVA DE EFECTOS POTENCIALMENTE NEGATIVOS EN LAS POBLACIONES SILVESTRES NATIVAS .....	48
II.7.1. Control sanitarias de aguas de cultivo y producto .....	48
II.7.2. Medidas contra depredadores y control de fugas de organismos .....	49
II.7.3. Control del riesgo de la introducción y diseminación de enfermedades e organismos cultivados y/o hacia las poblaciones de fauna silvestre .....	50
II.7.4. Accidentes y planes de emergencia .....	52



<b>III. VINCULACIÓN CON EL MARCO JURÍDICO .....</b>	<b>53</b>
III.1. PROGRAMA DE DESARROLLO .....	53
III.1.1. Programa Nacional de Desarrollo (2019-2024) .....	53
III.1.2. Programa Estatal de Desarrollo .....	53
III.2. LEYES Y REGLAMENTOS .....	54
III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente .....	54
III.2.2. Ley de Aguas Nacionales. ....	56
III.2.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental .....	57
III.2.4. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. ....	58
III.2.5. Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables para el Estado de Baja California .....	62
III.2.6. Ley de Vertimientos en la Zonas Marinas Mexicanas .....	64
III.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO .....	65
III.3.1. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto .....	65
II.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) .....	66
II.3.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California. ....	68
III.4. ÁREAS PRIORITARIAS Y PROTEGIDAS .....	73
III.4.1. Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios .....	73
III.4.2. Reserva de la Biosfera Complejo lagunar Ojo de Liebre .....	75
III.4.3. Áreas prioritarias .....	77
III.4.4. Regiones prioritarias .....	78
III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	79
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL .....</b>	<b>83</b>
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	84
IV.1.1. Localización del proyecto .....	85
IV.1.2. Área de influencia .....	85
IV.1.3. Área de caracterización ambiental .....	86
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	87
IV.2.1. Medio abiótico .....	87
IV.2.2. Aspectos bióticos .....	123
IV.2.3. Medio socioeconómico .....	147
IV.2.4. Paisaje .....	154
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>157</b>
V.1. TÉCNICA PARA EVALUAR DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	157
V.2. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS .....	162



<b>VI. ESTRATÉGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	<b>167</b>
VI.1.CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS .....	167
VI.2.DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	167
VI.3. SUPERVISIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	171
<b>VII. PRONÓSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>173</b>
VII.1. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS AMBIENTALES .....	173
VII.2. PRONÓSTICO GENERAL .....	175
VII.3. CONCLUSIONES .....	175
<b>VIII. REFERENCIAS</b> .....	<b>179</b>

## **ANEXOS**

### **A. ANEXO DOCUMENTAL**

- A1. Copia simple Acreditación persona jurídica Morro Santo Domingo S de PR de RL
- A2. Copia simple RFC Morro Santo Domingo S.de PR de RL
- A3. Copia simple Acreditación de poder legal en el Anexo Documental A2
- A4. Copia simple Documento de identidad en el Anexo Documental A4
- A5. Concesión de Zona Federal Marina

### **B. INFORMACIÓN AMBIENTAL**

- B1. Localización del proyecto
- B2. Ficha Descriptiva AICA No. 12
- B3. Ficha Descriptiva RMP No. 02
- B4. Ficha Descriptiva RTP No. 05
- B5. Resumen Tabla de impacto ambiental

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Localización Laguna Manuela .....	10
Figura 2. Áreas que componen el nuevo proyecto Granja Morro Santo Domingo.....	13
Figura 3. Localización del área L1 .....	14
Figura 4. Subáreas de la poligonal L1 .....	16
Figura 5. Ubicación del Área L2 .....	17
Figura 6. Localización del lote L3.....	18
Figura 7. Localización del Lote 2.....	19
Figura 8. Localización respecto a la red viaria .....	20
Figura 9. Vista externa e interna de la concha.....	24
Figura 10. Anotomía interna del ostión del pacífico .....	25



Figura 11. Distribución <i>C. gigas</i> en el mundo. ....	26
Figura 12. Ciclo de vida moluscos bivalvos.....	27
Figura 13. Método de cultivo em Long-lines.....	32
Figura 14. Método de costales sobre camas.....	34
Figura 15. Actividades de selección de ostrillas en la balsa de apoyo .....	35
Figura 16. Vista general de la balsa de apoyo .....	35
Figura 17. Actividades en la balsa de apoyo.....	36
Figura 19. Localización del proyecto según zonificación del POEGT .....	66
Figura 20. Localización del proyecto respecto a la UGA-12 del POEBC.....	69
Figura 21. Sub- zonificación alrededor de la Laguna Manuela.....	74
Figura 22. Áreas que comprenden la Reserva de la Biosfera Ojo de liebre. ....	76
Figura 23. Localización respecto a las AICAs .....	78
Figura 24. Localización respeto a las RMPs .....	78
Figura 25. Localización respecto a las RTPs.....	79
Figura 26. Localización respecto a las RHPs .....	79
Figura 27. Poligonales de la RB Complejo Lagunar Ojo de Liebre .....	83
Figura 28. Área de caracterización ambiental.....	86
Figura 29. Localización del proyecto según el clima.....	88
Figura 30. Temperaturas promedio mensual para el periodo 1970-2001.....	90
Figura 31. Radiación solar global media estacional .....	90
Figura 32. Insolación anual en el territorio mexicano (en horas).....	91
Figura 33. Precipitación total anual, medial anual y moda anual para BCS .....	92
Figura 34. Evapotranspiración real de México .....	93
Figura 35. Zonificación de heladas para la república mexicana .....	94
Figura 36. Rosa de los vientos.....	95
Figura 37. Provincia Península de Baja california. ....	97
Figura 38. Tipos de suelo en el entorno al área del proyecto.....	99
Figura 39. Región Hidrológica,.....	101
Figura 40. Laguna Manuela .....	102
Figura 41. Aspectos cualitativos de los rasgos batimétricos de Laguna Manuela .....	103
Figura 42. Fuentes de contaminación potenciales.....	111
Figura 43. Estaciones de la red de monitoreo de control sanitario .....	113
Figura 44. Variaciones de corto y mediano plazo registradas en la temperatura de fondo.....	116
Figura 45. Distribución espacial de la temperatura mensual media durante el periodo mayo -	117



Figura 46. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela.....	120
Figura 47. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela,.....	121
Figura 48. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela.....	122
Figura 49. Histograma de frecuencias de las concentraciones de amonio .....	122
Figura 50. Distribución de frecuencia de las concentraciones de clorofila.....	128
Figura 51. Variabilidad del estado trófico de Laguna Manuela, B.C., .....	128
Figura 52. Proporción de especies de acuerdo con su formas de vida .....	130
Figura 53. Distribución espacial de los hábitats preferenciales de aves.....	141
Figura 54. Delegaciones del Municipio de San Quintín.....	147
Figura 55. Número de hijas (os) nacidas vivas(os) por rango etáreo de la madre.....	148
Figura 56. Causas de la migración .....	148
Figura 57. Disponibilidad de servicios y equipamientos .....	148
Figura 58. Disponibilidad de bienes .....	150
Figura 59. Disponibilidad de TIC.....	150
Figura 60. Afiliados por institución de salud .....	150
Figura 61. Número de personas por tipo de carencia.....	151
Figura 62. Asistencia escolar para la población de 3 a 24 años.....	151
Figura 63. Población de 15 años o más, según nivel de escolaridad .....	151
Figura 64. Etnicidad de la población de tres años o más .....	152
Figura 65. Población económicamente activa (PEA) .....	152
Figura 66. Población no económicamente activa (PNEA) .....	153
Figura 67. Población por condición de pobreza multidimensional, 2020.....	153
Figura 68. Comparación de los porcentajes de pobreza multidimensional.....	153

#### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Coordenadas del área L1 .....	14
Tabla 2. Subpoligonales por etapas de cultivo por polígonos .....	15
Tabla 3. Coordenadas del polígono L2 .....	17
Tabla 4. Coordenadas del polígono L3 .....	17
Tabla 5. Coordenadas polígono L4a .....	18
Tabla 6. Coordenadas de la poligonal L4b (ampliación de la L4a).....	19
Tabla 7. Posición taxonómica .....	25
Tabla 8. Etapas y fases de cultivo .....	31
Tabla 9. Cantidad de trabajadores por función .....	46
Tabla 10. Estrategias del POEGT .....	67



Tabla 11. Actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales de la RB Ojo de Liebre.....	77
Tabla 12. Clasificación de clima en el área del proyecto .....	89
Tabla 13. Elevación de los planos de marea en metros, respecto al nivel medio del mar en Laguna Guerrero Negro, B.C. ....	103
Tabla 14. Prisma de mareas medio y tiempos de residencia del agua para Laguna Manuela...	106
Tabla 15. Fuentes de contaminación potenciales en la Laguna Manuela.....	110
Tabla 16. Coordenadas del polígono certificado en Laguna Manuela hasta el año 2005. ....	112
Tabla 17. Coordenadas del polígono clasificado en Laguna Manuela, 2010. ....	112
Tabla 18. Intervalos de tolerancia extremos y óptimos para el crecimiento y sobrevivencia del ostión del pacífico, y condiciones prevalecientes en el sitio. ....	115
Tabla 19. Intervalos de variación en las concentraciones de macronutrientes en la boca de intercomunicación de Laguna Manuela, bajo condiciones de otoño-invierno, y primavera-verano. ....	119
Tabla 20. Clasificación de estados tróficos propuesto por Contreras- Espinoza, et al. (1994) .	126
Tabla 21. Lista de especies potenciales para la zona propuesta para desarrollar el proyecto y en su área de influencia.....	129
Tabla 22. Bivalvos y gasterópodos bentónicos reportados para el estrato intermareal del complejo lagunar Ojo de Liebre .....	132
Tabla 23. Lista potencial de especies de mamíferos marinos reportados para el complejo lagunar Ojo de Liebre.....	133
Tabla 24. Lista de especies de peces de la clase Chondrichthyes reportadas para el complejo lagunar Ojo de Liebre, Manuela y Guerrero Negro.....	136
Tabla 25. Lista de especies de peces de la clase Osteichthyes reportadas para el complejo lagunar Ojo de Liebre, Manuela y Guerrero Negro.....	136
Tabla 26. Lista de especies de aves reportadas para el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, Guerrero .....	138
Tabla 27. Lista de las especies de mamíferos marinos que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	142
Tabla 28. Lista de las especies de aves que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	144
Tabla 29. Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda I.....	149
Tabla 30. Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda II.....	149
Tabla 31 Importancia de los impactos según Conesa Fernández Vitora. ....	160



Tabla 32 Actividades impactantes .....	161
Tabla 33. Factores que podrán impactarse .....	161
Tabla 34. Interacciones de actividades y factores .....	162
Tabla 35. Valoración de impactos.....	166

EJEMPLAR DE CONSULTA



## I. INFORMACIÓN GENERAL

### I.1. DEL PROYECTO

Nombre: “Granja Morro Santo Domingo”

Ubicación: El proyecto se localiza en zona marítima, en la Laguna Manuela, al suroeste del Municipio de San Quintín, delegación Villa Jesús María en Baja California.



Figura 1. Localización Laguna Manuela

Localidad: Laguna Manuela

Municipio: San Quintín

Entidad federativa: Baja California

Duración del proyecto: El proyecto pretende desarrollarse en dos etapas, con toda la infraestructura montada el primer año y una ampliación de su área productiva hasta el cuarto año de vigencia. A contar del primer año se pretende una etapa operativa de 100 años.

### I.2. DEL PROMOVENTE

Nombre o razón social: Morro Santo Domingo, S. DE P.R. DE R.I.

Acreditación de personalidad Jurídica en el Anexo Documental A1

Registro Federal de Contribuyentes:

Datos fiscales se encuentran en el Anexo Documental A2

Nombre y cargo del representante legal:

Acreditación de poder legal en el Anexo Documental A3 y Documento de identidad en el Anexo Documental A4

Dirección para recibir u oír notificaciones:

Teléfono:

Correo electrónico:

**I.3. DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

Estudio elaborado por Consultoría y Logística Ambiental, S.C.

Representante legal:

Responsable técnico:

Dirección:

Teléfono de contacto:



## II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

---

### II.1. NATURALEZA

El proyecto se refiere a una granja de ostiones de cultivo marino en la localidad de Laguna Manuela, al sur del Estado de Baja California. La elección del local se refiere a la calidad de sus aguas y su aptitud reconocida internacionalmente para este tipo de cultivo. Además de ello, las instalaciones para la limpieza y empaque de los ostiones (planta de procesamiento) se localizan en el Ejido Morelos, B.C., a 3.5 Km del poblado Villa Jesús María. Esta planta tiene el como objeto la integración de la cadena productiva del cultivo a nivel local, sin embargo, no hace parte del presente estudio. El actual proyecto pretende dar continuidad a las actividades de cultivo del proyecto original Cultivo de ostiones Morro Santo Domingo e retomar las áreas de producción del antiguo proyecto Sol Azul- Laguna Manuela.

En parte del proyecto (polígono utilizado hasta la fecha por el proyecto original- denominado L1) se mantendrá el método de “módulos de charolas instalados en *long-lines*” para la pre- engorda y el método de “costales sobre camas en la zona intermareal”, para la engorda. En la otra parte (áreas adicionadas- L2, L3 y L4a y L4b) se utilizará integralmente el método de “costales sobre camas”.

### II.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

Su ubicación es en la Laguna Manuel, al sur de la Bahía de Sebastián Vizcaíno, costa oeste del Estado de Baja California, Municipio de San Quintín, cerca del límite del Estado de Baja California Sur. El proyecto se compone en cinco poligonales que se presentan en la Figura 2y se pasan a detallar a continuación.

La primera poligonal (L1) es desarrollada por el proyecto original Cultivo de Ostiones Morro Santo Domingo y está dividida en subpoligonales productivas y áreas libres. L2, en parte, se distribuye dentro de L1, dentro de un área libre. En esta poligonal se pretende la ampliación de la producción. Las poligonales L2, L3 y L4 son nuevas, siendo que L4 se desarrollará en dos etapas, la primera (L4a) al obtenerse los nuevos permisos ambientales y la segunda (L4b) dentro de un periodo de 4 (cuatro años). Desglosamos cada una de estas áreas en os siguientes apartados.

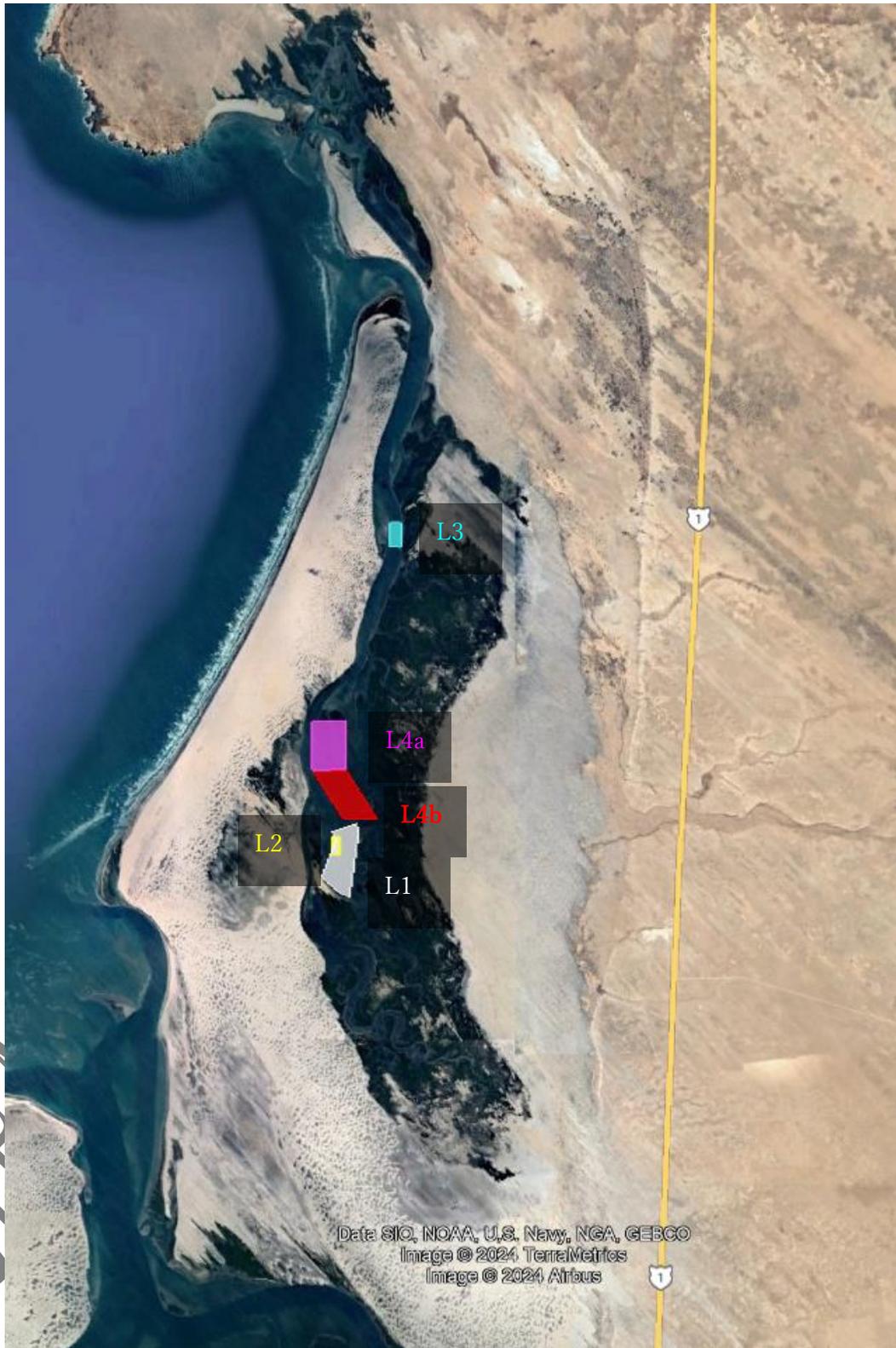


Figura 2. Áreas que componen el nuevo proyecto Granja Morro Santo Domingo

A. Polígono L1



La poligonal L1 abarca 55.3Ha de superficie en Zona Federal Marina y se delimita por las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas del área L1

	longitude Oeste	Latitud Norte
1	114° 03' 56.772"	28° 07' 47.136"
2	114° 03' 54.612"	28° 07' 43.464"
3	114° 04' 00.984"	28° 07' 03;936"
4	114° 04' 08.503"	28° 07' 07.212"
5	114° 04' 14.808"	28° 07' 11.784"
6	114° 04' 19.884"	28° 07' 16.245"
7	114° 04' 10.415"	28° 07' 37.632"
8	114° 04' 12.575"	28° 07' 43.068"

Utilizado como referencia el levantamiento batimétrico desarrollado por la SEPESCA (Arano et al., 2011), se delimitaron 6 áreas en la zona intermareal sujetas a tiempos de exposición al aire adecuados para el crecimiento y sobrevivencia del producto. Bajo la misma referencia batimétrica se identificaron y georreferenciaron dos áreas en la zona de canales para la instalación de los *long-lines*.

- a) Espacios en la zona de canales para la operación de los *long-lines* para el desarrollo de la etapa de pre- engorda en artes de cultivo suspendidos.  
Estas áreas se distinguen en color rojizo en la Figura 4 y suman en su conjunto 1.907Ha, siendo el polígono P1 de 0.588Ha y el P-2 de 1.319Ha.
- b) Espacios intermareales para el desarrollo de la etapa de engorda en costales de ostiones (Poches) sobre camas.



Figura 3. Localización del área L1

Se utilizarán seis subpoligonales (espacios) que suman 8.757Ha. y se distinguen por color amarillo en la Figura 4. Todas las áreas se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Subpoligonales por etapas de cultivo por polígonos

<b>Etapas</b>	<b>Subpolígono</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
Pre- engorda	P-1	0.588
	P-2	1.319
	<i>Subtotal</i>	<i>1.907</i>
Engorda	E1	0.808
	E2	0.946
	E3	1.369
	E4	0.462
	E5	0.634
	E6	4.538
	<i>Subtotal</i>	<i>8.757</i>
<b>Total</b>	<b>10.664</b>	

### Zonas de amortiguamiento

La superficie al interior del polígono perimetral presenta áreas que no resultan útiles ni para el cultivo en camas por presentar profundidades mayores a las adecuadas para el cultivo intermareal, ni para la instalación de *long-lines*, por presentar tirantes de agua inferiores a los requeridos para la operación de artes suspendidas. En consecuencia, una proporción ligeramente superior al 80% de la superficie total (44.40 hectáreas), quedará bajo estatus de área de amortiguamiento. Sin embargo, el hecho de que los polígonos destinados a engorda se encuentren separados físicamente, presenta entre otras las siguientes ventajas, que en su conjunto resultan una medida preventiva-mitigación relevante en el contexto del desempeño ambiental del proyecto:

- Favorece el control y abatimiento del riesgo de diseminación de enfermedades.
- Abate la competencia por alimento que se daría entre los organismos sujetos a engorda, favoreciendo su mayor crecimiento.
- Disgregación espacial del impacto asociado a la generación de excretas sedimentables (heces y pseudoheces) y solubles (compuestos nitrogenados, principalmente).

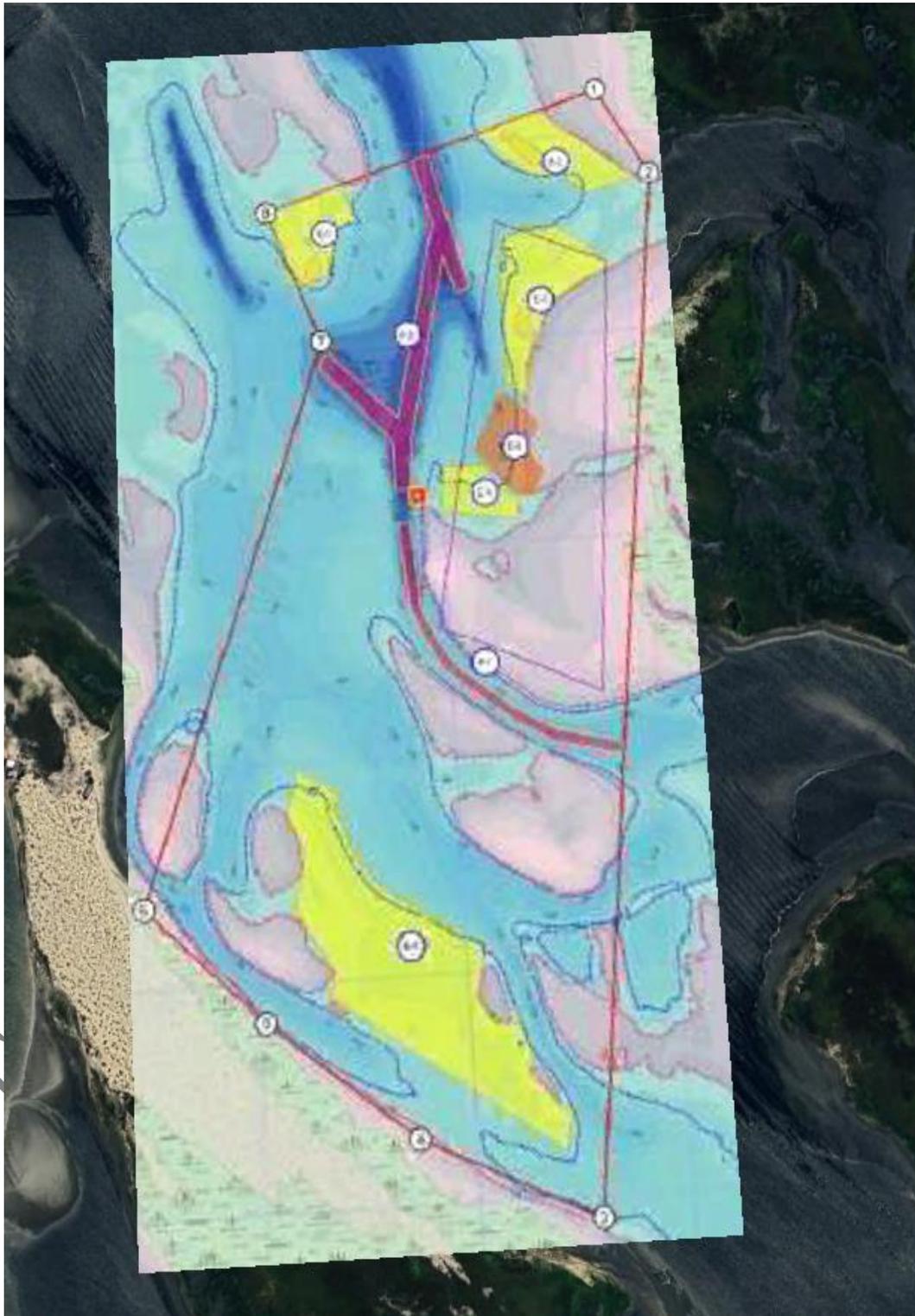


Figura 4. Subáreas de la poligonal L1

### B. Polígono L2

La segunda poligonal se incluye, en parte, dentro del polígono L1, pero se menciona como separado puesto que no hace parte de las subpoligonales de producción mencionadas anteriormente, como se puede observar en la Figura 2.



Figura 5. Ubicación del Área L2

Tabla 3. Coordenadas del polígono L2

Punto	Latitud Norte	Longitud Oeste
7	28° 07' 40"	114° 04' 13"
8	28° 07' 40"	114° 04' 08"
9	28° 07' 29"	114° 04' 13"
10	28° 07' 29"	114° 04' 08"

En su totalidad alcanza una superficie de espejo de agua de 4.97Ha. y en esta se desarrollará el método de costales sobre camas y se limita por las coordenadas de la Tabla 3.

### C. Polígono L3

Este lote se desarrollará aun en el primer año de producción, para el cultivo de ostiones. Se aplicará únicamente la técnica de cultivo de “costales sobre camas” en todo el ciclo productivo.

Tabla 4. Coordenadas del polígono L3

Punto	Latitud Norte	Longitud Oeste
7	28° 10' 45"	114° 03' 34"



8	28° 10' 45"	114° 03' 27"
9	28° 10' 30"	114° 03' 34"
10	28° 10' 30"	114° 03' 27"



Figura 6. Localización del lote L3

El área rectangular que se forma tiene como dimensiones 190.6M X 463.3M, resultando en un área de 08-83-04.98 m<sup>2</sup>, es decir 8.95Ha.

*D. Lotes L4a y L4b*

En estos lotes se aplicará únicamente la técnica de cultivo de “costales sobre camas” en todo el ciclo productivo. Este lote pretende un área de 123.62Ha al cabo de cuatro años. Para ello se desarrollará en dos etapas.

La primera (L4a) se inicia junto con las operaciones de la granja en el año 1 y corresponde a la mitad del área final, en un paralelogramo de dimensiones 626.4m X 1,853.2m (con una superficie de 816,033.8 m<sup>2</sup>), es decir 81-60-33.8Ha y se verá descrito por las siguientes coordenadas:

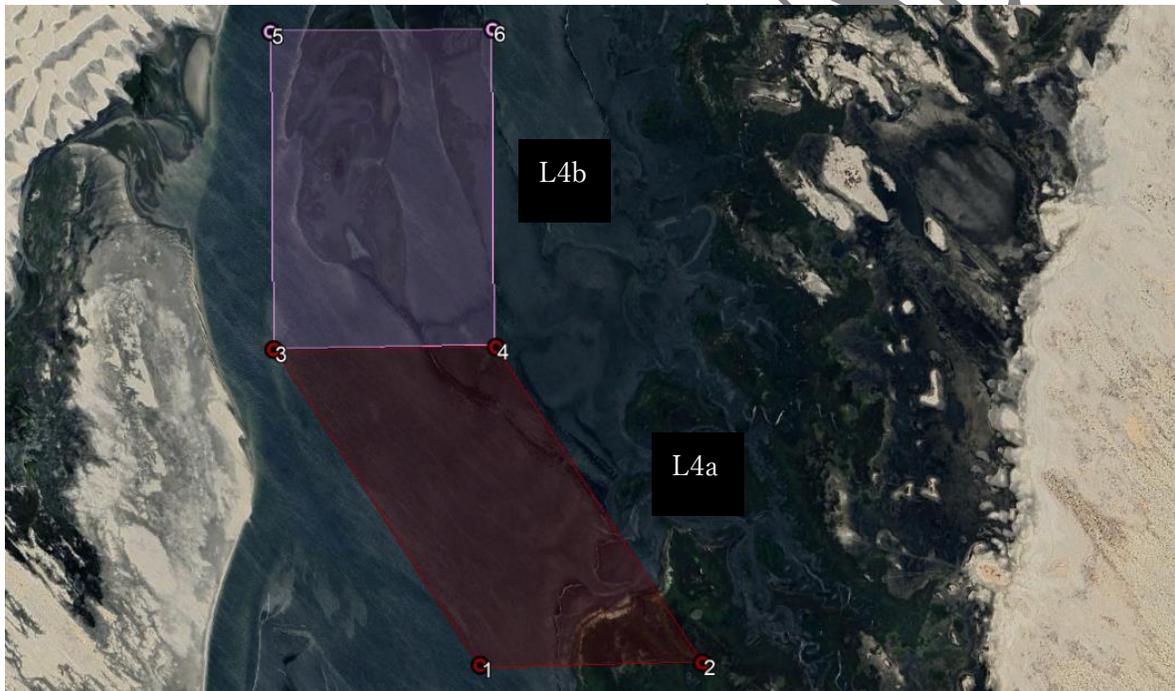
Tabla 5. Coordenadas polígono L4a

Punto	Latitud Norte	Longitud Oeste
1	28° 07' 50"	114° 04' 26"
2	28° 07' 50"	114° 03' 42"
3	28° 08' 19"	114° 04' 26"
4	28° 08' 19"	114° 04' 03"

La segunda etapa se incluirá en el cuarto año de operación y está circunscrita a la poligonal L4b, de dimensiones 624.4m X 895.7m, con espejo de agua de 559,275.08m<sup>2</sup>, o sea, 55-92-75.08Ha, que se describe en la Tabla 6 a seguir:

*Tabla 6. Coordenadas de la poligonal L4b (ampliación de la L4a)*

Punto	Latitud Norte	Longitud Oeste
3	28° 08' 19"	114° 04' 26"
4	28° 08' 19"	114° 04' 03"
5	28° 08' 48"	114° 04' 26"
6	28° 08' 48"	114° 04' 03"



*Figura 7. Localización del Lote 2, indicando su área original y su posterior ampliación.*

### II.2.1. Colindancias

El proyecto entero se localiza en Zona Federal Marítima y colinda, por tanto, con zona marina.

Al proyecto se llega por tierra, desde cualquier parte de la Península por la Carretera Transpeninsular MEX-1 y luego por caminos de terracería en dirección a la costa Pacífico por aproximadamente 8km.



Para alcanzar las áreas de producción contempladas en este proyecto se debe continuar en panga en dirección sur por dentro y fuera de los canales de Laguna Manuela en función de los niveles definidos por la marea.

Se utilizará el embarcadero situado entre la Punta del Morro Santo Domingo y la extremidad Norte de la Laguna Manuela. Se accede al embarcadero por un camino de terracería de 8 km. desde el entronque con la carretera transpeninsular situado en el poblado Villa Jesús María a 35 km. al Norte de Guerrero Negro.



Figura 8. Localización respecto a la red viaria

Las actividades de limpieza y empaque serán realizadas en planta previamente autorizada y certificada en el Ejido Morelos, 3.5Km del poblado Villa Jesús María y por eso, **NO** se requiere su inclusión en este estudio ambiental.

### II.2.2. Selección del sitio

La poligonal L1 hace parte del proyecto original L0 y dado los buenos resultados y el hecho de que se ha mantenido tanto la producción de calidad como los factores ambientales, se pretende mantener exactamente el mismo lugar. También hay que considerar que toda la infraestructura continuará a utilizarse.

Para seleccionar el área de las poligonales L2, L3 y L4 (a y b), las cuales corresponden a la ampliación de este proyecto, se observaron diferentes características como la calidad de agua, los vientos y corrientes, así como la accesibilidad y la presencia de otros cultivos similares en el área.

Entre los criterios considerados para la selección del sitio de cultivo piloto fueron analizados por orden de importancia:

*A. La calidad de agua*

Las aguas que rodean a toda la península de Baja California destacan por su calidad ya que están libres de fuentes contaminantes. Para el caso de los ostiones, este criterio es uno de los más importantes, ya que, al ser moluscos filtradores, acumulan contaminantes y toxinas, tornándolos sensibles a las condiciones de calidad de agua.

La posición latitudinal, cercad el trópico, también aporta a la calidad del agua del mar, ya que el litoral de la península recibe los aportes nutritivos que la corriente fría del Pacífico Norte provee, aumentando su diversidad y riqueza, misma que se encuentra otros pocos lugares en el mundo.

Entre los criterios fisicoquímicos más importantes para el cultivo del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) destacan:

Temperatura: el rango óptimo para el buen desarrollo del cultivo se sitúa entre 15 y 25°C. Dado este requerimiento toda la parte sur de la Península se vio descartada, ya que las temperaturas alcanzan valores arriba de 30° en el verano, lo que hubiera obligado a una producción estacional, reduciendo la capacidad de producción y la rentabilidad del proyecto.

Otros parámetros: Además de la temperatura, características como la salinidad, oxígeno disuelto, pH, nutrientes, etc., que caracterizan las aguas de ambas costas de la Península sí son compatibles con las exigencias fisiológicas del ostión japonés y no constituyen en si un criterio de selección de sitio.

*B. La textura de los suelos*

Para la ampliación del proyecto se pretende utilizar la técnica de cultivo denominada costales sobre camas. Esta técnica requiere suelos de sedimento duro y granulometría mediana, de modo que se puedan sostener las estructuras de cultivos (las “camas”). Específicamente, se busca una textura que posea entre 80 a 100% de arena, complementada, de ser el caso, con arcilla o limo. Este tipo de suelo blando se pueden entrar en fondo de los esteros y lagunas costeras, como es el Caso de Laguna Manuela.

*C. Los niveles de marea*



Para desarrollar adecuadamente la técnica de cultivo en costales, se debe buscar áreas en las estructuras de cultivo queden fuera del agua en las mareas bajas. Específicamente, se busca un rango entre mareas de 2.5m. Esto permite facilitar el acceso para la supervisión de las estructuras y las operaciones de mantenimiento, además de permitir la exposición de epibiontes, como método de eliminación y control naturales, y fortalecer la resistencia de los moluscos a periodos fuera del agua, con la intención de que permanezcan vivos durante el proceso de comercialización. El rango requerido se presenta únicamente en la costa occidental de la Península.

#### *D. Las corrientes de agua*

Para el cultivo de ostión se buscan áreas de con corrientes, pero que no sean muy fuertes, ya que el ostión al ser filtrador depende del movimiento del agua para su alimentación (a base de fitoplancton, sustancias orgánicas disueltas etc.), mismo que no debe ser fuerte para no afectar la estabilidad del cultivo. Para dar cuenta de este criterio, se buscan áreas protegidas las corrientes más fuertes del litoral, como se puede encontrar en lagunas coseras y esteros, donde la corriente marina puede variar entre 10 y 50cm/ segundo.

#### *E. Vientos*

Así como las corrientes fuertes, los vientos pueden afectar la estabilidad de las estructuras de cultivo. Por este motivo se deben buscar áreas protegidas de los vientos, fuera de las áreas de mayor frecuencia ciclónica y de *fetch*<sup>1</sup> corto.

#### *F. La accesibilidad*

Además de las características físicas y condiciones para un buen cultivo, hay que considerar el transporte del producto y la logística necesaria para que llegue a su destino en condiciones óptimas. Esto está muy ligado al tiempo que el producto fresco demora entre el sitio de producción y el consumidor final. Por ello, dentro de la Península de Baja California, la Laguna Manuela destaca por encontrarse a una distancia, en media, menor a 5Km de distancia de la Carretera transpeninsular, aún cuando para el proyecto se requerirá utilizar el desembarcadero ya existente entre la punta del Morro Santo Domingo y la extremidad norte de la Laguna Manuela, sitio que posee 8km de distancia a la carretera transpeninsular por camino de terracería.

---

<sup>1</sup> Las tormentas asociadas a los centros de alta y baja presión atmosférica generan oleaje cuando los vientos asociados a estos sistemas atmosféricos soplan en una cierta distancia por un período dado. La distancia se conoce como *fetch* y es la longitud característica del sistema donde el viento sopla sin obstáculos. Ya el período se conoce como duración y es el tiempo durante el cual el viento sopla sin una disminución significativa.

### *A. Histórico de cultivos*

El área donde se pretende llevar a cabo este proyecto, ya se utilizó con el mismo propósito en años anteriores. La Granja Sol Azul estuvo entre los años 2005 y 2019 funcionando en las áreas que se pretenden ampliar el proyecto, con resultados de excelencia tanto en la producción como en la conservación y no afectación al medio circundante.

El área de cultivo L1 viene siendo utilizada desde el año 2000 por el propio promotor.

#### **II.2.3. Sitios alternativos**

La selección de las áreas tiene como base dos factores: la producción esperada y la capacidad de albergar estructuras por el sitio (capacidad máxima).

La capacidad máxima, por su vez, será determinada por:

- a) La disponibilidad de superficies aptas para la instalación y operación de las artes de cultivo seleccionadas.

Para las artes suspendidas hay que tomar en cuenta la columna de agua puesto que presuponen el uso tridimensional del espacio, de modo que la profundidad de los canales es determinante.

Ya para el cultivo en camas en zonas intermareales, la cantidad de camas deberá considerar la pendiente del terreno, la batimetría y las características de oscilación del nivel del mar (exposición al aire adecuada a los requerimientos de la especie a cultivar).

- b) El tipo y espaciamiento óptimo de las artes de cultivo,
- c) Las densidades recomendables de los organismos sujetos a cultivo.

Además de lo anterior, debe haber factibilidad económica y financiera, es decir, las áreas deben ser capaces de soportar una producción redituable para el costo de inversión y de operación.

Por lo anterior, el área elegida destaca por sus características físicas, dimensiones y cercanía al polo de procesamiento en el Ejido Morelos. Además, parte de ellas ya están en uso por el promotor desde el año 2000, debidamente autorizada. Por lo mismo, no se ha contemplado ninguna alternativa a las áreas solicitadas para este proyecto.

#### **II.3. INVERSIÓN REQUERIDA**

Ampliar la producción a las nuevas áreas tendrá un valor de aproximadamente 2 millones a más.



## II.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS

El área no se encuentra urbanizada, ya que corresponde a Zona Federal Marítima. Para el desarrollo del proyecto se requerirá de un embarcadero, el cual ya existe entre el extremo norte de la Laguna Manuela y el Morro Santo Domingo y no hace parte de esta MIA.

No se pretende la instalación de infraestructura permanente ni sólida en el área, menos en ZFMT.

El proyecto requiere de un vigilante el cual es compartido con otras empresas y ya cumple su función en el área, Este funcionario cuenta con su caseta y un baño seco, ambas estructuras existentes y que no hacen parte de esta MIA.

## II.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA ESPECIE

### II.5.1. Descripción de la especie

#### A. Anatomía

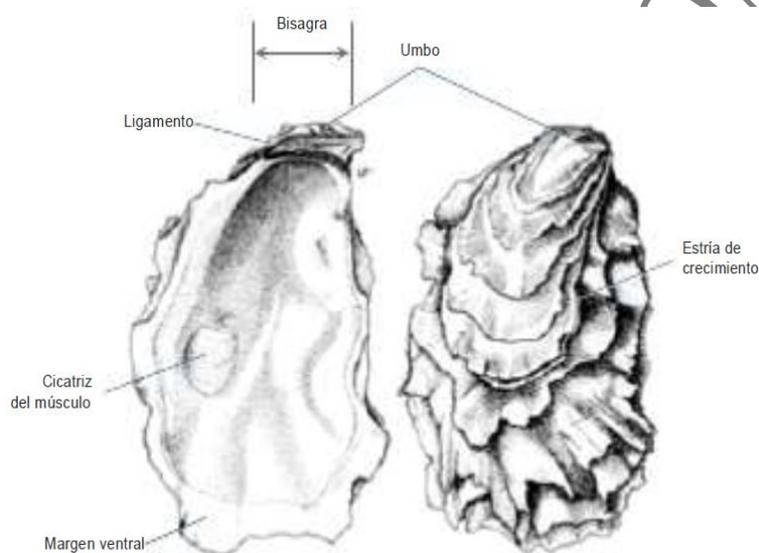


Figura 9. Vista externa e interna de la concha

Posee una línea de empalme valvar ondulada y estrecha. Ambas valvas son cóncavas pero asimétricas. La valva izquierda se adhiere al sustrato y por ello presenta mayor longitud y desarrollo en el umbo, mientras que la derecha, resulta de menor concavidad y espesor, cumpliendo las funciones de opérculo.

El Ostión del Pacífico *C. gigas* es una ostra relativamente grande de forma irregular larga y ovalada. Su longitud de concha varía entre 8 y 15cm con máximos de 30cm, pero excepcionalmente se pueden encontrar ejemplares con 40cm.

En el lado externo de su concha presenta franjas radiales laminares y onduladas de aspecto escamoso color castaño.

El lado interno es liso y de color lechoso, con la cicatriz del músculo en la valva izquierda de un color blanco amarillento, la cual difiere de la cicatriz frecuentemente violeta que se presenta en la parte interna de la valva derecha. El borde dorso-anterior es cóncavo con la cavidad de umbolar normalmente profunda.

Internamente, los tentáculos del pliegue interno del manto son cónicos y su longitud es casi cuatro veces su anchura. El pliegue medio presenta dos capas, interna y externa. Los tentáculos de la capa interna son cónicos redondeados y su longitud es tres a cinco veces su anchura. Todos los tentáculos son color marfil o blanco amarillento con manchas castaño o negras. La agalla color marfil presenta de  $13 \pm 2$  filamentos. El corazón de color marfil o blanquecino amarillo presenta las aurículas en castaño ligero.

### B. Taxonomía

Nombres comunes: Ostión del Pacífico, Ostión Japonés, Ostra Portuguesa, Ostra Miyagi, Ostión Gigante, Ostión Gigante del Pacífico, Ostión Rey del Pacífico, Ostión de Roca del Pacífico.

Tabla 7. Posición taxonómica

<b>Phylum</b>	Mollusca
<b>Clase</b>	Bivalvia
<b>Subclase</b>	Pteriomorpha
<b>Orden</b>	Ostreoida
<b>Familia</b>	Ostreidae
<b>Género</b>	Crassostrea
<b>Especie</b>	gigas

### C. Abundancia y distribución

El ostión del Pacífico es originario del noreste de Asia, habitando típicamente sustratos duros o fangosos de los sistemas estuarinos de los mares del Japón, y sureste de Asia, en donde su cultivo se ha desarrollado hace siglos.



Figura 10. Anatomía interna del ostión del pacífico



Figura 11. Distribución *C. gigas* en el mundo.

El ostión del pacífico se caracteriza por su rápido crecimiento potencial, su alta resistencia a parásitos y el amplio rango de tolerancia a condiciones ambientales, por lo que actualmente es considerado la mejor opción para el cultivo ostrícola en muchos lugares del mundo. Hoy día esta especie se

cultiva en Asia (China y Siberia); Europa (a lo largo del Mar Mediterráneo y en las costas sureñas de las Islas Británicas y Portugal); en la costa occidental de Norteamérica, y en Australia y Nueva Zelanda en el Pacífico Centro-Sur.

Además, se han registrado introducciones de esta especie en Ecuador, Belice, Costa Rica, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Brasil, Israel, Filipinas y Malasia, Rumania, Ucrania, Fiji, Polinesia Francesa, Guam, Palau, Samoa, y Vanuatu (FAO, 2004), sin embargo, Conte, *et. al.*, (1994), señalan que los intentos por su introducción en mares tropicales no han sido del todo exitosa.

### II.5.2. Ciclo de vida

Su ciclo de vida se asemeja a lo de los otros moluscos bivalvos, iniciando con el desove simultáneo de machos y hembras, seguida de la fertilización externa de los huevos, el desarrollo de un estadio larvario de vida libre, fijación en el sustrato, metamorfosis, y crecimiento hasta la etapa adulta.

Específicamente, el ostión del Pacífico es una especie hermafrodita protandra con cambio de sexo errático y estacional. Cuando jóvenes, funcionan como machos durante su primer desove, permaneciendo como tales la mitad para el segundo desove. Los adultos funcionan como machos o hembras separados en cualquier estación reproductiva, pero el cambio de sexo de macho a hembra ocurre a menudo en algún punto en su vida (Katkansky y Chispea, 1966).

Presenta desove anual, alcanzando la madurez sexual durante el primer año de vida, pudiendo producir una hembra adulta de 50 a 100 millones de huevos en un solo desove (Pauley, et al., 1988). Como en otros ostiones, los desoves de machos y hembras ocurren simultáneamente gobernados de manera determinante por fluctuaciones de temperatura del agua y a una mutua estimulación (Pauley, op cit.).

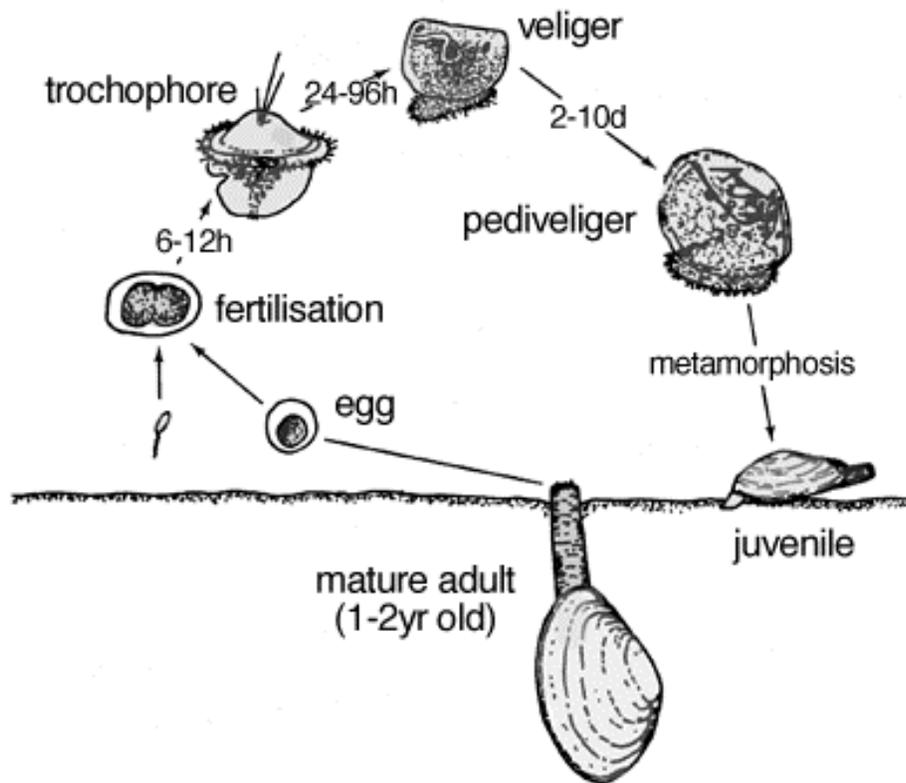


Figura 12. Ciclo de vida moluscos bivalvos

Bajo condiciones favorables, entre el 90 y 95% de los huevos fertilizados logran el estado *veliger* dentro de un periodo de 48 horas. Desova típicamente en verano, siendo la temperatura del agua el factor que tiene mayor influencia en los periodos de desarrollo gonádico y el desove.

#### A. *Estadio larvario*

En los bivalvos marinos la duración de la fase larval varía entre las tres y cinco semanas, dependiendo de las condiciones ambientales como temperatura, salinidad y tasa de alimento. Una vez en la fase embrionaria temprana, la dispersión es pasiva (por difusión turbulenta), pero cuando empiezan a alimentarse la dispersión vertical se produce por nado activo, mientras que en la dispersión lateral predominan los procesos advectivos (corrientes).

El ostión del Pacífico presenta un periodo de vida libre planctónica de aproximadamente 25 días de duración. Al acercarse el término de su vida pelágica la larva sufre una reducción en el tamaño del velo y desarrolla una mancha ocular, característica que indica que finaliza su vida nadadora, por lo que requiere de un sustrato para su fijación. El período larvario en esta especie se extiende de 12 días a 6 semanas, tiempo durante el cual, busca el sitio adecuado para su asentamiento.



### *B. Establecimiento en el bentos*

Su asentamiento implica el descenso de la larva al fondo del mar, seguido por una secuencia de nado y arrastre, comportamiento que culmina en la fijación una vez que selecciona un sustrato apropiado. La larva explora el sustrato por medio del pie, pero si no el sustrato no es adecuado la larva puede nadar fuera del sitio y repite el ciclo varias veces hasta encontrar el sustrato adecuado. Gosling (2003), señala que las larvas de algunas especies son capaces de retrasar su establecimiento por varias semanas.

Las larvas de ostión del Pacífico que han alcanzado un tamaño del orden 0.30mm. se fijan a un sustrato duro, resultando el tipo calcáreo el más apropiado para su desarrollo, aunque puede establecerse sobre fondos lodosos. A diferencia de los mejillones y almejas, la fijación se lleva a cabo mediante la secreción de una sustancia cementante, por lo que la fijación se considera irreversible.

### *C. Metamorfosis*

Como en todos los bivalvos, la metamorfosis es una fase crítica en su historia de vida debido a que pierde o reduce su habilidad de movilidad. En esta etapa se lleva a cabo en el organismo una reorganización corporal masiva para ajustarse a la vida sedentaria. Dependiendo de la especie el proceso entero toma de 3 a 4 días, durante el cual, sin capacidad de alimentarse, emplea los nutrientes almacenados como recurso energético. Después de la metamorfosis el adulto secreta la concha.

### *D. Crecimiento*

Se ha visto que el crecimiento de prácticamente todos los bivalvos varía considerablemente de un lugar a otro, lo que demuestra que el crecimiento, aunque presenta una componente latitudinal en su variabilidad, está condicionado principalmente por las características del sitio y su ubicación respecto al nivel de marea. En general, las tallas comerciales de ostión del Pacífico en las zonas acuícolas del Pacífico mexicano se logran en un periodo de engorda de un año.

#### **II.5.3. Relaciones con otras poblaciones silvestres y posibles efectos perjudiciales**

Los moluscos bivalvos provén servicios ambientales únicos y muy importantes de tal forma que los casos de naturalización de alguno de sus representantes, así como sus introducciones con fines acuícolas o pesqueros, se han visto asociadas en lo general a cambios o impactos benéficos.

Se señala que las repercusiones ambientales de sentido positivo se asocian a dos condiciones básicas:

- Su capacidad para filtrar grandes cantidades de agua de mar.

A través del filtrado del agua, las poblaciones robustas de bivalvos gregarios al remover de la matriz acuosa material orgánico e inorgánico en suspensión, tienen el potencial de influir en las comunidades planctónicas (tanto en su biomasa, como en la composición de especies) al manifestar una respuesta inmediata al control de florecimientos explosivos del fitoplancton; en la producción orgánica primaria; en la transparencia del agua y niveles de penetración de luz; en el ciclo de nutrientes y la cadena alimenticia al engrosar de manera sustancial el eslabón de los productores secundarios; y en la estabilización de cambios abruptos en el pH y oxígeno disuelto en la columna de agua (Cloern 1982; Officer et al. 1982; Cohen et al. 1984, 1999).

- Su participación activa en el acoplamiento de los ciclos de nutrientes y flujos de energía entre la columna de agua y los hábitats bentónicos.

La excreción de heces y pseudo -heces asociada a la capacidad de filtración desempeña también una función ambiental relevante toda vez que mediante este proceso los bivalvos se tornan agentes activos en los patrones de sedimentación; desempeñan un papel importante en el acoplamiento entre la cadena alimenticia pelágica y bentónica (biodepósitos), y del ciclo de nutrientes entre la columna de agua y los sedimentos; liberan nutrientes de nitrógeno solubles a la columna de agua que a su vez estimula un incremento en la productividad orgánica primaria; y actúan de manera importante en la fertilización del sustrato de la vegetación asociada.

- Su capacidad de incidir en los aspectos cuantitativos y cualitativos del hábitat

Los bivalvos, como conformadores de hábitats, aportan bases estructurales para incrementar la diversidad, abundancia y la productividad del sitio de establecimiento, y funcionalmente dinamizan los flujos de energía y materiales a través de distintas componentes del ecosistema. Existen tres vías para ello:

- (1) bivalvos que integran poblaciones gregarias cementadas sobre sustratos duros, creando nuevos hábitats tridimensionales y complejos (ostiones);
- (2) bivalvos que aglutinan poblaciones gregarias fijadas a un sustrato duro por medio de filamentos, formando estructuras tridimensionales complejas (mejillones);
- (3) en actividades acuícolas, la estructura de las artes de cultivo aporta elementos tridimensionales complejos adicionales al hábitat que tienen por lo general un efecto atrayente sobre numerosas especies, lo que se traduce en incrementos en la diversidad y abundancia de especies en las áreas de cultivo.

Respecto a los impactos adversos observados en la introducción de moluscos bivalvos, los problemas de mayor significancia se relacionan principalmente con los casos en los que su introducción se ha visto acompañada de la co- introducción de patógenos, parásitos y otras



especies nocivas. Esta situación se asocia más bien al desarrollo de la actividad acuícola, específicamente al suministro de semilla.

#### *A. Flujos potenciales de depredación*

De manera general, una población puede aumentar de tamaño cada vez que su recurso limitante incrementado. En las actividades acuícolas, la biomasa aportada puede redundar en el aumento de los recursos base para niveles tróficos superiores, incluyendo depredadores. En el caso del proyecto, las artes de cultivo proyectadas, en que las ostras se encuentran contenidas, evitan la oferta de presa a especies predatoras potenciales.

#### *B. Probabilidad de adquirir el carácter de vector para la diseminación de enfermedades*

Las principales enfermedades que provocan altas mortalidades entre las poblaciones naturales de ostiones o en cultivos semi-controlados se asocian a la presencia de virus, bacterias patógenas y hongos que son particularmente nocivas para la larva. Otras causas consideradas son gusanos parásitos de las ostras, enfermedades branquiales y de las glándulas digestivas.

A pesar de que las enfermedades de ostiones han tenido relevancia tanto en condiciones naturales como de cultivo, comparada con otras especies, el Ostión del Pacífico en una ostra sana y muy resistente a parásitos para los que otros ostiones resultan vulnerables.

### **II.6. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

Como se mencionó en el ítem anterior, el cultivo de moluscos bivalvos se reconoce como una actividad de bajo impacto ambiental, debido a que no se requiere la aplicación de fertilizantes ni alimento suplementario. Esto es principalmente cierto en zonas donde los procesos oceanográficos locales y regionales establecen las condiciones propicias para el sostenimiento de niveles altos de productividad orgánica primaria. Las condiciones de la laguna Manuela, ya expuestos en este estudio, son inigualables para el desarrollo de este tipo de cultivo.

El proyecto pretende el maricultivo de semillas de ostión y para ello optará por dos sistemas, el primero considerará utilizar el Método de Módulos de Charolas instalados en *long-lines* durante las fases de la etapa de pre- engorda, mientras que la “Técnica de Costales sobre Camas” en la zona intermareal para la etapa de engorda. Este sistema se utilizará en la poligonal L1, donde se subdividirán las áreas para el desarrollo de ambos métodos.

El segundo sistema se refiere a la utilización “Técnica de Costales sobre Camas” en todo el proceso de pre- engorda y engorda en las poligonales L2, L3, L4a y L4b.

## II.6.1. Aspectos generales del procedimiento de cultivo

### A. Fases del ciclo productivo

Bajo la consideración de la naturaleza de las actividades asociadas, el flujo operativo el ciclo de cultivo de ostión puede dividirse en 2 etapas y 5 fases:

Tabla 8. Etapas y fases de cultivo

Etapa	Fases
<b>Pre- engorda</b> Poligonal L1: Long-lines Poligonales L2, L3, L4a y L4b: Costales sobre camas	Fase 1: Recepción y siembra Duración: 30 días
	Fase 2: Pre- engorda 1 Duración: 30 días Acumulado: 2 meses
	Fase 3: Pre- engorda 2 Duración: 45 días Acumulado: 3.5 meses
<b>Engorda</b> Todas las poligonales (L1, L2, L3, L4a y L4b)	Fase 4: Engorda 1 Duración: 4-5 meses Acumulado: 8 meses
	Fase 5: Engorda 2 Duración: 4- 7 meses Acumulado: 12 - 15 meses

## II.6.2. Infraestructura

### A. Método módulos de charolas instalados en long-lines

Este método de cultivo se utiliza en zonas relativamente someras, donde la marea más baja permite que la distancia del arte de cultivo con respecto al sustrato sea de al menos un metro. En sistemas oceánicos, la distancia de las artes de cultivo con respecto al fondo puede ser de hasta 50 metros. Lo anterior dependerá de las características del sitio elegido para la instalación del sistema de pre engorda.

Las líneas largas se componen de una estructura principal o línea madre y las artes de cultivo específicas que se colocan en ella. La línea madre puede ser de diferentes materiales (Polipropileno, Nylon, Algodón o Acero) y de distintos diámetros, dependiendo de las características propias del sitio y la capacidad de carga para soportar las artes de cultivo.

El sistema de anclaje, debe considerar, en ambos extremos, la instalación de muertos de concreto o anclajes al sustrato, dispuestos de manera paralela a la corriente o al oleaje de mayor influencia.

La línea se mantiene suspendida en la superficie mediante boyas o flotadores calculados para lograr la flotabilidad necesaria que soporte y mantenga las artes de cultivo en suspensión de manera permanente.



El proyecto Cultivo de ostión Morro Santo Domingo tuvo inicio en 2014, autorizado en materia de impacto ambiental con esta técnica de cultivo. Actualmente presenta este estudio para dar continuidad a su trabajo en el mismo espacio y, además, incorporar nuevas áreas con el método de costales sobre camas.

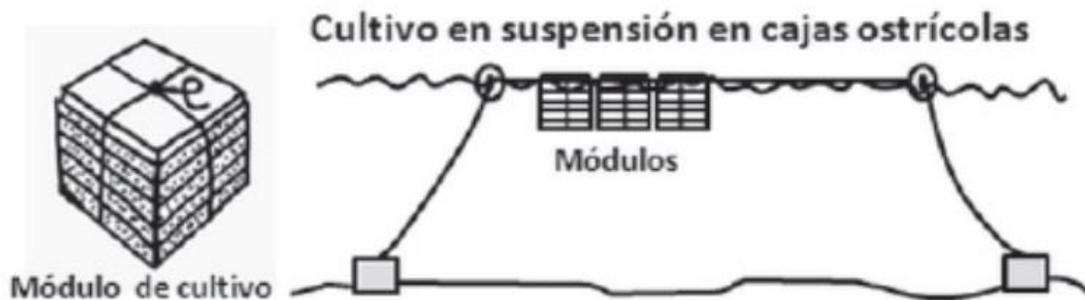


Figura 13. Método de cultivo en Long-lines

i. *Especificaciones de long-lines y módulos de pre- engorda*

Línea madre. La línea madre se constituye en la columna vertebral de los *long-lines* aportando el sustrato para la instalación de las artes de cultivo secundarias por emplearse en la etapa de pre- engorda. Para el caso específico los *long-lines* se estructurarán mediante un cabo de propileno de 1" de diámetro y 200 m de longitud. En su sección longitudinal los 100 m centrales del cabo representan el área útil de la estructura, mientras que los tramos de 50 m extremos servirán como tirantes para su anclaje al fondo.

Sistemas de anclaje y flotación. Los anclajes de los *long-lines* se ubicarán en los extremos de la línea madre en el sentido longitudinal. Cada anclaje consistirá en un muerto de concreto a través del cual, durante su colado, se alojará un tubo de PVC de 1.5" de diámetro que servirá posteriormente para el engarzado y sujeción de la línea madre. Dada la experiencia del promotor en este sentido, los muertos tendrán dimensiones de 1.00 x 0.50m de base por 0.40m de altura, lo que representa un peso aproximado al aire 460Kg, bajo la referencia de una densidad del concreto simple de 2.3 toneladas/m<sup>3</sup>, lo que, dadas las particularidades del sitio, han resultado suficientes para mantener en el sitio proyectado y en operación a los *long-lines*.

El sistema de flotación proyectado para los *long-lines* mantendrá a línea madre prácticamente a nivel de superficie al aportar una estructura boyante disgregada en un conjunto de bollas del tipo de las utilizadas en las redes de atún (bollas amarillas), equidistantes en 5.00 a través de la zona útil de la línea madre. Para estabilizar la flotabilidad de la línea madre, en los extremos de su área

útil se dotará al sistema de bollas de mayor capacidad de flotación (bollas esféricas de 60cm de diámetro).

Módulos de pre-engorda. Durante las fases de pre-engorda se utilizarán para contener la semilla sacos fabricados de malla mosquitero de tamaño de luz de 1.2mm para contener la semilla a las densidades proyectadas. Cada saco se mantendrá confinado en una charola de ostiones plástica de tipo reticular de 1 cm de luz (3/8") y dimensiones de 58.5cm (23") x 58.5cm (23") x 7cm de altura (3"), las que se acoplarán verticalmente en número de 5 para conformar un módulo que se dotará de un flotador de poliestireno instalado entre dos charolas independientes ubicadas en la parte superior del módulo. El módulo armado, se sujetará finalmente mediante una relinga al *long-line*. Para un mejor control de las densidades, cada saquito es dividido mediante costura en cuatro compartimentos de 1x1 pie. En la línea se instalarán 3 módulos en los espacios determinados entre dos bollas consecutivas de tal forma que cada *long-line* tendrá la capacidad para alojar un total de 60 módulos.

#### *B. Método de costales sobre camas*

Este método consiste en la instalación de parillas (también denominadas estantes o camas) en las cotas -0,2m con costales, los cuales están llenos de semillas de ostiones.

Para el desarrollo de esta técnica se requiere la instalación de estantes o parrillas (denominados de camas) en el área destinada al cultivo. Existen dos tipos de camas que podrán ser empleadas: (1) Camas fabricadas con varilla corrugada de ½ pulgada (13.0mm) de diámetro. Cada unidad consiste en tres varillas de 3.m de largo, unidas con soldadura eléctrica sobre otras tres de 2.0m dobladas en forma de U para formar las patas.

Las camas se instalan hundiéndolo sus patas en el sedimento hasta obtener una altura de 30 a 40cm por encima del piso. Para su correcta localización se buscan las cotas de nivel 0.0 y -0,2m respecto al nivel medio del mar. Esta posición permite exponer los cultivos un máximo de 3h durante las mareas vivas.

(2) Como alternativa también se podrán utilizar camas fabricadas de tubería de ABS cédula 40, estructuradas mediante conectores y amarres de piola negra tipo Samson #36. En este caso, las camas individualmente presentan una longitud de 6m (20 pies), compuestas por 7 "porterías" de tubería de ABS de 1½", que aportan la estructura básica de la cama, y tres largueros longitudinales perpendiculares de tubo de ABS de ½" que aportan el soporte para la colocación de los sacos suspendidos sobre el fondo. Las "porterías", presentan tramos de 7" en las patas destinados para



su hincado en el fondo, sobre las cuales se integra un larguero transversal que evitará que la cama se entierre por el peso de los costales a mayor profundidad de la deseada (Figura 14).



Figura 14. Método de costales sobre camas

Sacos de ostiones. Los sacos más ampliamente utilizados para el cultivo de moluscos en sistemas intermareales, conocidos como “Poches” se fabrican de polietileno extrudido. Este material es usualmente conocido por el nombre comercial del productor Vexar®. Sin embargo, en el mercado se disponen de mallas de plástico similares producidas por otros productores (ej. Durethene®, Nortene®). Los proveedores ofrecen el producto en una variedad de formas, configuraciones y tamaños de la malla, pudiendo adquirirse en capas, rollos de malla en tubular, o bien como sacos preformados que se encuentran soldados por vulcanizado en uno de sus extremos, con un conformado que separa las dos caras para dejar un espacio interior para que el producto pueden crecer sin opresiones, permitiendo obtener resultados de mayor calidad y mejores rendimientos en la producción. También se podrán utilizar los costales están constituidos por malla de polietileno Redlon inerte. En todos los casos se usarán costales de 50cm de ancho y un (1) metro de largo.

Sobre cada cama se colocan seis a ocho costales, dependiendo del material y dimensiones que tienen las camas, sujetándolos individualmente a la cama mediante ganchos con sus respectivas tiras de caucho.

Para cada etapa del cultivo se utilizarán costales de malla con abertura diferentes. Los costales de siembra, en donde se recibe la semilla, cuenta con una malla con 4mm de luz, mientras que los costales de engorda que contendrán las ostrillas tendrán una malla con abertura de 14mm de luz.

Una vez introducido el ostión, uno de los extremos del costal se cierra con una cuerda nylon, mientras que el otro extremo permanece cerrado con dos ganchos de alambre plastificado sujeto a tiras de cauchos, las cuales se fabrican a partir de cámaras de llantas de automóvil.

### II.6.3. Obras asociadas

#### A. Balsa de apoyo

Como infraestructura de apoyo marina, se dispone de una balsa flotante de una superficie aproximada de 16.00 x 7.00 m, instalada aproximadamente al centro del polígono L1 (Figura 4), destinada como plataforma de apoyo a las actividades de siembra, pre-engorda y engorda, esto es: armado de módulos de pre-engorda; desdobles y clasificación por tamaños; limpieza y relleno de sacos, etc. Esta balsa se utiliza en el actual proyecto, autorizado en 2013, Cultivo de ostiones Morro Santo Domingo, como puede observarse en la Figura 16.



Figura 15. Actividades de selección de ostrillas en la balsa de apoyo



Figura 16. Vista general de la balsa de apoyo

Estructuralmente la balsa presenta un diseño muy simple pero sumamente eficiente que consiste básicamente de una tarima de madera construida de barrote de 2x6" piso de madera recubierto con resida epóxica y un sistema de flotación bajo la tarima conformado por piezas de poliuretano de alta densidad.

La balsa se divide operativamente en tres áreas: dos de ellas en sus extremos provistas con estructuras



metálicas livianas de aluminio que soporta un techo de malla de sombra. En uno de los costados opera el área de apoyo a la etapa de engorda, provista de una zona de almacén (canastas y pochos), mesas para los desdobles y separación del ostión por tallas, mientras que en el extremo opuesto opera el área de apoyo a la pre-engorda que aloja una repisa a nivel de techo para el guardado de los tamices y una mesa dotada de un tanque de agua para el cribado y clareo de la semilla en húmedo. El espacio de la porción central se utiliza como área de enjuague de los saquitos mosquiteros con semilla y el lavado con agua a presión de charolas, sacos y producto, sin que se utilice al efecto ningún tipo de detergente (Figura 17).



Figura 17. Actividades en la balsa de apoyo

#### *B. Sanitario*

Se continuará a usar las instalaciones que se han venido operando durante el desarrollo del proyecto Cultivo de ostiones Morro Santo Domingo, aprobado en 2014, el cual en su primera fase se integra un sanitario seco tipo ecológico localizado en una isla ubicada al interior del cuerpo lagunar conocida como “la isleta”, que delimita al polígono perimetral en su porción suroeste (Figura 4). Dada la relevancia que tiene el control de la contaminación por coliformes en la zona de cultivo, el promovente mantiene estrictas medidas de limpieza del sanitario, como lo hace constar el Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California A.C.,

#### *C. Campamento*

Se utilizará una techumbre ya existente en Zona Federal para uso de los trabajadores como área de descanso.

No se requiere de ningún otro tipo de estructura, ya que todas las instalaciones para dar continuidad a la línea de producción se localizan en el Ejido Morelos, B.C. y no hacen parte de este estudio.

## II.6.4. Etapas del proyecto

### A. Etapa de preparación de sitio

Permisos para inicio de construcción y factibilidades. Para iniciar las actividades del proyecto, el promovente obtendrá todos los permisos y autorizaciones referentes al cultivo e instalación de infraestructura en zona federal marítima. Hay que recordar que este proyecto es la continuación del proyecto Granja Morro Santo Domingo, autorizada en 2014. De modo que se continuará a aprovechar toda la infraestructura del proyecto original.

Fuera lo anterior, el proyecto no requiere llevar a cabo ninguna actividad de preparación de sitio y construcción. Por la naturaleza del proyecto no se requiere de llevar a cabo ninguna actividad de preparación del sitio para la instalación de los long-lines, ni para la instalación de las camas, como se entiende este aspecto en las obras de ingeniería civil, salvo la circunstancia de que estas últimas tendrán que instalarse preferentemente en bajamares de sicigia. Sin embargo, dentro de las estrategias que se han considerado para garantizar el desarrollo armónico y ordenado de la actividad dentro del proyecto de zonificación, ya se implementó en el proyecto original y se mantendrá en estos elementos logísticos de referenciarían geográfica que permitan con una precisión geográfica razonable la instalación del sembrado de las artes de cultivo, y promover a la vez la eficiencia en el manejo espacial de las fases del ciclo productivo.

Esto incluye dos componentes básicas:

(1) El establecimiento del sistema planimétrico y altimétrico de control.

El establecimiento del sistema planimétrico y altimétrico de control consiste en la instalación física de vértices de control y bancos de nivel en puntos estratégicos del terreno en cada uno de los polígonos de engorda, permitiendo orientar el desarrollo de las actividades dentro del marco de referencia establecido por el proyecto de zonificación.

Dentro de sus aplicaciones destacan:

- Instalar sistemas de referencia secundarios y desmontables para el trazo y señalización rápida y eficiente de las áreas de sembrado de las artes de cultivo.
- Disponer de bancos de nivel que permitan identificar y cuantificar variaciones diferenciales en el relieve de la planicie en las zonas destinadas al sembrado de las artes de cultivo.
- Disponer de vértices de referencia para la delimitación de las zonas de pastizales en las zonas de sembrado de tarimas y el monitoreo de posibles cambios.
- Disponer de señalizaciones discretas de campo que permitan confirmar al personal el sitio en el que se ubica con relación al proyecto de zonificación.



Los vértices de control y bancos de nivel serán tubos de PVC de 1" de diámetro provisto de tapón del mismo material, hincado en el sustrato a una profundidad de dos pies bajo en nivel de superficie.

- (2) Formulación e instrumentación del sistema de referencia cartográfica/GPS para el geoposicionamiento de las actividades en la planicie.

El sistema de referencia cartográfica/GPS, se constituye por una serie de elementos que permiten tener una comunicación bidireccional entre material cartográfico digital y equipos de posicionamiento global GPS. Este sistema resulta de gran utilidad toda vez que permite acoplar de manera eficiente y precisan las distintas actividades de campo consideradas en el programa de crecimiento y seguimiento del proyecto. Bajo esta perspectiva el sistema de referencia cartográfico /GPS estará integrada, entre otros, por los siguientes elementos:

- Cartografía digital del proyecto de zonificación en formato compatible con equipos de posicionamiento global por satélite, en el que se integren la ubicación de los vértices de control y bancos de nivel del sistema planimétrico y altimétrico de referencia.
- Integración de la base de datos de los vértices de los diferentes polígonos integrados en el proyecto de zonificación, mismos que se alimentarán a los equipos GPS del personal de campo.
- Integración cartográfica del programa de avance de siembras y programas de mantenimiento, biometrías y cosechas, para su transferencia a los equipos GPS del personal.
- Integración de la base de datos de la ubicación de depredadores y otras observaciones pertinentes, cuyo registro georreferido resulta de mucha utilidad en el seguimiento del proyecto.

#### *B. Etapa de construcción*

No existen actividades constructivas necesarias para el desarrollo del proyecto, ya que camas y costales serán construidos y comprados fuera del área del proyecto e instalados directamente en el fondo marino de las áreas a las cuales el proyecto Granja Morro Santo Domingo pretende ampliar sus actividades (poligonales L2, L3, L4a y L4b), sumando entonces a las ya existentes en proyecto original Cultivo de ostión Morro Santo Domingo.

#### Instalación de *long-lines*

Se utilizará la misma estructura instalada en el proyecto original, misma que se instaló de la siguiente forma:

Una vez que se señalaron en la línea madre los puntos de inflexión entre la parte útil y los tirantes que fijarán al fondo, así como los puntos en donde se acoplarán las boyas secundarias, se procede a la instalación, la cual se lleva a cabo mediante una combinación estratégica de maniobras a bordo de una embarcación con motor fuera de borda, actividades de buceo y posicionamiento en el campo mediante el uso de dispositivos GPS.

El equipo básico que se utilizará en la instalación de los *long-lines* incluye una lancha de fibra de vidrio de (~22 pies de eslora) dotada con motor fuera de borda de 4 tiempos de 115Hp, equipo de buceo autónomo completo o semiautónomo tipo Hookah y posicionador GPS.

Como primer paso se posicionan y colocan los muertos de anclaje en puntos previamente definidos dejando bollas provisionales para su localización en superficie. Para evitar la formación de senos en la línea madre la posición de los anclajes extremos deberá establecer un paralelismo entre el eje longitudinal del *long-line* y el eje del canal.

Una vez instalados los anclajes se fija un extremo de la línea madre a uno de los anclajes, y se procede al tendido del cabo en dirección al otro anclaje y flujo de la corriente, engarzando las boyas secundarias (amarillas) en el cabo y fijándolas en su posición (espaciamiento de 5.00m) en la medida que se tiende la línea hasta llegar al extremo de la parte útil. Posteriormente se amarra la punta del cabo al segundo anclaje y se instalan las boyas principales en los extremos de la parte útil para terminar con esto la instalación.

#### Instalación de módulos

La instalación de las artes secundarias de cultivo se realiza en la medida en la que se desarrollen los ciclos productivos. La sujeción de los módulos a la línea madre realizará desde una embarcación menor con motor fuera de borda utilizando eslingas de cuerda negra tipo Sampson de 3/8" de diámetro. De acuerdo con diseño proyectado, se instalaron tres módulos entre cada uno de los tramos de la línea madre delimitados por las boyas secundarias (5.00m), con 1.70m. de separación.

Instalación de camas. Una vez obtenidos los permisos se inicia con la instalación de las camas en líneas paralelas, siguiendo el nivel del terreno

Se trasladarán las camas (previamente armadas) a los sitios en donde se proyecte la instalación correspondiente mediante el uso de embarcaciones menores de fibra de vidrio, en donde se procederá, bajo condiciones de bajamar, a su instalación de conformidad con el esquema de sembrado proyectado.



En el sitio de instalación las patas de las camas se hincarán en el sustrato aproximadamente 7 pulgadas hasta el nivel del tubo transversal inferior lo que evitará que la estructura se hunda más en el sustrato con el peso de los costales. Para el control de la vertical durante la instalación de las porterías se usará un nivel de burbuja. Para mantener la separación de proyecto entre las porterías (1.00) y su alineamiento respecto a las especificaciones del esquema de sembrado se realizará tendrá el auxilio de un cabo tendido en el terreno y tensado dotado con plomadas a 1m de distancia. La dirección del cabo se determinará con auxilio de las referencias del sistema planimétrico. Posteriormente se instalarán sobre las camas en sentido transversal 3 tubos de ABS cédula 40 de ½" y 6.0 m de largo (largueros), que se aportarán la tarima para la colocación de los sacos, y delimitarán físicamente a cada una de las camas.

De manera adicional resulta necesario considerar que debido a que el programa de operación prevé un crecimiento gradual en la capacidad instalada, no se presenta una distinción clara, cronológicamente hablando, entre las etapas de construcción y las de operación y mantenimiento, sino que estas se suceden y combinan en el tiempo. En tal sentido, y para evitar redundar información que pueda generar confusión, se entenderá que la etapa de construcción (instalación de *long-lines* y camas de ABS), resulta una actividad permanente; primero debido al programa de crecimiento, y después, por el remplazo de líneas madre y camas una vez que estas han alcanzado su vida útil.

### *C. Etapa de operación y mantenimiento*

#### *i. Obtención de semillas*

El cultivo objeto de la presente se tipifica como un cultivo de ciclo incompleto, por lo que no existen requerimientos de reproductores, teniéndose como requerimientos básicos el insumo biológico; semilla producida en laboratorios comerciales.

De conformidad con los lineamientos de la Carta Nacional pesquera vigente, el promovente tiene proyectado integrar al proceso productivo semillas abastecidas por laboratorios comerciales mexicanos. Esta opción es operativamente la mejor opción, sin embargo, dado que el suministro oportuno es un factor crítico de la producción, se incluirá como proveedores alternativos laboratorios extranjeros como Taylor Shellfish Co. y Coast Seafod, ubicadas en Washington, Estados Unidos, quienes ha sido proveedores de semillas de ostión de granjas que operan en Baja California y se ubican como unos de los mayores productores de ostión del Pacífico de los Estados Unidos.

ii. *Método de charolas en long-lines*

Siembra: En cada charola se disponen en saquitos de malla mosquitero con una densidad aproximada de 1500 semillas cada uno. Cada charola encaja 4 sacos y se empilan en módulos de 5 charolas. Después de 30 días los ejemplares son separados por un tamiz de 6mm, de modo que los ejemplares mayores a 6mm se colocan en charolas de densidad 500 ejemplares por saco y los menores pasan por un nuevo tamiz de 4mm. Aquellos que sean mayores a 4mm también son colocados en sacos de malla para pre- engorda con una densidad de 1000 ejemplares por saco. Ejemplares menores se mantienen en las charolas de siembra. Por otro ciclo de 30 días, donde se repite la selección.

Pre- engorda. Los ejemplares son mantenidos en pre engorda 1 por otros 30 días y son nuevamente clasificados a través del uso de tamices de acuerdo con su tamaño (para ello se usan tamices con apertura de luz de 14, 12, 9 y 6mm. Aquellos que son menores a 6mm se mantienen en pre- engorda 1, mientras que los de tamaño mayor continúan para pre- engorda 2, siendo que los ejemplares entre 6 y 9 mm se mantendrán en sacos con una densidad de 650 unidades/saco, los de 9-12 en sacos con densidad de 500 unidades/saco, los individuos entre 12 y 14mm en sacos con densidades de 350 unidades/sacos y los individuos mayores a 14mm en sacos con densidad de 250 unidades/saco. El tiempo de la pre- engorda 2 es de 45 días (con un acumulado que varía entre 3 y 5 meses). Al final este periodo, los individuos menores a 12mm se mantendrán en pre- engorda 2 por un nuevo ciclo, en sacos de densidad 500ind/saco, al igual que los individuos entre 12 y 14mm, que se mantendrán en pre- engorda 2 en sacos con densidad 350mm. Los individuos mayores a 14mm irán a la fase de engorda 1. Se estima que, con esta metodología, se siembre aproximadamente 12,875 millares de semillas en el ciclo de un año.

Engorda. Los individuos de juveniles se colocan en densidades de 800 individuos en pochos de 4mm, iniciando la fase de engorda 1 por un periodo de 4 meses. Después de este periodo son clasificados por su tamaño, de modo que, aquellos que alcancen una talla superior a 1 ¼" pasaran a la quinta fase, que es engorda 2, mientras que aquellos que no alcancen la talla serán mantenidos por más un ciclo en engorda 1. Los pochos de engorda 2 tendrán una densidad de 130 juveniles/costal y permanecerán en esta fase por 4 a 7 meses en total. Si al cabo del ciclo no alcanzan la talla comercial (entre 7 y 12cm) se mantendrán en engorda 2, mientras que aquellos que alcancen la talla entrarán al proceso de cosecha.

iii. *Método de costales sobre camas*

Siembra. Mensualmente se realizará la siembra de 3 millones de semillas, o sea un total de 36 millones/año, con un tamaño de 3-4mm. Las semillas se obtendrán de laboratorios especializados en la producción de estos organismos como se explicó al inicio de este tópico. En media, se espera una sobrevivencia del 65% durante esta fase. Sin embargo, tomando en cuenta el período de adaptación al sitio, se estima que durante el primer ciclo la sobrevivencia será de tan solo 50%



(18 millones), mientras que durante el segundo ciclo sea 60%. Según la época del año y la velocidad de crecimiento de las ostrillas, esta etapa durará entre uno y dos meses.

Engorda: Las ostrillas se transferirán a los costales de malla de luz grande. Esta etapa durará de cinco a nueve meses dependiendo a la velocidad de crecimiento de los ostiones y la sobrevivencia promedio será del 80% a partir del tercer ciclo. Pero por las mismas razones señaladas en el párrafo anterior, se estima que esta sobrevivencia será solamente del 65% durante el primer ciclo y del 75% durante el segundo ciclo.

De acuerdo con los requisitos del mercado, se cosecharán ostiones de una talla de 7 a 12 cm.

Dentro de un mismo lote, no todos los individuos alcanzan la misma tasa de crecimiento. Por lo tanto, se realizarán cosechas parciales desde el quinto mes de engorda, pudiendo entonces extraer los individuos de talla comercial; se esperaría que los últimos ostiones alcancen la talla comercial hasta los nueve meses.

Rotación de costales. Con el fin de evitar que la flora y la fauna epífita (fouling) ensucien los costales, éstos se voltearán una vez al mes para exponer a esos organismos al sol durante las mareas bajas y así destruirlos. Además, esta operación permite reacomodar los ostiones en el interior del costal y quebrar los bordes de la concha con la finalidad de endurecerla.

Cosecha: Durante esta etapa los costales de engorda serán llevado a tierra a la unidad de empaque. Ahí se seleccionarán los ostiones de tamaño comercial, se eliminarán todos los organismos epífitos y se empacarán en cajas de cartón encerado. Cada caja tendrá un peso promedio de 20 kg. La técnica de empaque y las condiciones de transporte son de primordial importancia para que el producto llegue al consumidor en perfecto estado.

Biometría: Las biometrías resultan imprescindibles en el manejo del cultivo toda vez que representan el insumo básico para el control de inventarios y programación de cosechas, así como para la identificación oportuna de condiciones anómalas en sobrevivencia y crecimiento. Bajo tales consideraciones se llevarán cabo biometrías al inicio y término de cada fase, y con periodicidad trimestral durante las fases de engorda, considerando las siguientes variables.

- Longitudes de concha (mm).
- Peso total y peso de la concha (gr).
- Estado de madurez gonadal.
- Mortalidad (%)
- Estado general (forma, color y bio-incrustaciones)

A partir de la información generada se estimarán las tasas de crecimiento, sobrevivencia, e índices de condición, y se mantendrá actualizado permanentemente el inventario de producto y las fechas probables de cosecha para las distintas unidades de producción.

Otras actividades, como el proceso de limpieza y de empaque, mediciones de calidad del producto, actividades de manutención se realizarán en la planta previamente autorizada, misma que se ubica en el Ejido Morelos, B.C.

iv. *Actividades de mantenimiento*

Fase de pre- engorda. De manera rutinaria se hará una inspección general de la integridad física de las líneas madre y de los sistemas de flotación de los *long-line* presentes en las inmediaciones del sitio en donde se encuentren realizando trabajos los equipos de campo, para proceder en su caso al remplazo de las boyas o al reforzamiento de las líneas madre y su limpieza en caso necesario.

Toda vez que la pared de las artes de cultivo secundarias aporta un sustrato para la fijación de macroalgas y otros incrustadores (*fouling*), los módulos se revisarán al menos una vez por semana con la finalidad de realizar en caso necesario dos acciones de mantenimiento:

- Remplazo de canastas sucias por canastas limpias.
- Lavado de las bolsas de malla mosquitero para eliminar incrustaciones que reduzcan el flujo del agua por la malla, favoreciendo con esto la supervivencia y crecimiento de los organismos en etapa de pre- engorda.

La limpieza rutinaria de las artes de cultivo coadyuva a garantizar su función, pero a la vez permite eliminar el peso excedente que incrementa el estrés físico sobre la línea madre, las artes secundarias y el sistema de flotación. La frecuencia en la que se limpiarán y sustituirán las canastas, así como la limpieza de la malla mosquitero estará en función de la cantidad de epibiontes, macroalgas adheridas y sedimento, lo que puede variar temporalmente y entre los distintos sitios de cultivo. En consecuencia, no existe una regla general para tal efecto, pero en todo caso estas acciones se realizarán tratándose del presente proyecto al menos con periodicidad quincenal.

Las labores de limpieza y el recambio de charolas sucias por limpias se llevarán a cabo en la balsa de apoyo. La limpieza de la malla mosquitero se realizará con un chorro a presión moderada, aplicándose mayor presión tratándose de las charolas.

Fase de engorda.

En esta etapa el mantenimiento aplicado es menor que el que se da a las canastas. Durante la fase el cuidado se concentra en dos aspectos principales:



- Evitar que las crestas de crecimiento de los ostiones se incrusten en la malla y los ostiones se peguen.
- Evitar el exceso de incrustaciones de epibiontes en las paredes de los sacos.

El primer aspecto se controla en la práctica sacudiendo ligeramente los sacos una vez a la semana para que se los organismos se distribuyan de manera uniforme en todo el saco, si existen algunos ostiones pegados a las mallas será necesario despegarlos manualmente o con una pequeña varilla metálica u otro accesorio que funcione para tal efecto.

Con el volteo mensual de los costales y su exposición a la desecación durante las bajamares se controla la fijación excesiva de organismos epífitos. Muchos de estos organismos son competidores del ostión por ser también filtradores ya que se trata principalmente de esponjas, bryozoarios, ascidias y otros moluscos, y en ocasiones son responsables de enfermedades fatales como son los poliquetos perforadores *Polydora sp.* En este último caso, el gusano llena parcialmente la excavación con sus desechos, dejando espacio para una madriguera en forma de U. Cuando la perforación tiene lugar entre el borde del manto y la concha, el ostión trata de mantener al gusano fuera por medio de una nueva concha, creando unas "ampollas de lodo" de aspecto desagradable, que impiden la comercialización del producto.

#### *D. Etapa de abandono de sitio*

En caso de que el proyecto finalice, se retirarán todas las costales y estructuras, de la misma forma que fueron instaladas, es decir, mediante transporte en panga con motor fuera de borda. Toda estructura será entregada para reuso por otras empresas del rubro o se enviarán a reciclaje.

### **II.6.5. Programa de trabajo**

El programa de trabajo es sencillo. Las estructuras de la poligonal L1 se mantendrán conforme se hace en el proyecto autorizado (Cultivo de Ostión Morro Santo Domingo), mientras que la infraestructura de las otras áreas (menos de la poligonal L4b) se instalará en un mes después de obtener todos los permisos y autorizaciones necesarias. A partir del segundo mes se llevará a cabo el inicio de las operaciones.

La poligonal L4b es una ampliación de la poligonal L4a y se utilizará a partir del cuarto año de producción. La instalación también durará 1 mes y el inicio de las actividades productivas empezará inmediatamente.

### **II.6.6. Materiales, equipos y personal**

#### *A. Utilización de explosivos*

No se requerirá del uso de explosivos en todas las etapas del proyecto (desde la preparación de sitio a operación y mantenimiento). Tampoco se espera el uso en la etapa de abandono, de ser el caso.

### *B. Materiales*

#### Etapas de preparación e Instalación de nuevas estructuras

Los costales con el material de cultivo serán llevados de tierra al sitio de cultivo mediante pangas.

Una vez concluidas todas las etapas de instalación de camas se espera una producción anual de 1,500 Toneladas de ostión. Para ello se requerirá:

- 157.5 Toneladas de varillas de acero para 10,500 Camas.
- 63,000 costales de polietileno inerte. Los costales que se pretenden utilizar se importarán de Francia, ya que allá son fabricados industrialmente especialmente para la ostricultura. Tendrán 50cm de ancho y 1m de largo, con dos tipos de abertura (4mm y 14mm de luz).

#### Etapas de operación

Tratándose de cultivos de moluscos filtro alimentadores que se desarrollan en el ambiente marino, no es necesaria la aplicación de fertilizantes, alimento u otros suplementos. Bajo estas condiciones, la productividad y potencial de un sitio para el cultivo de bivalvos dependerá de la concentración natural de nutrientes en el agua y de alimento disponible al cultivo (fitoplancton y detritus orgánicos en suspensión principalmente).

La disponibilidad de alimento para organismos filtradores en la Laguna Manuela, expresada en términos de la concentración de clorofila (como índice de la biomasa del fitoplancton), según estudios de la SEPESCA y del programa IMECOCAL, ponen de manifiesto el gran potencial productivo, particularmente bajo condiciones otoño-invierno, toda vez que se registraron altos valores promedios durante el periodo, de  $4.96 \text{ mg m}^{-3}$ , que son cinco veces superiores al promedio de la estación 120-30 (de referencia) de IMECOCAL en el mismo periodo.

Además de la semilla se requerirá de enseres incluidos en las artes de cultivo, de tal forma que otros insumos básicos podrían integrarse dentro de tres tipos; ropa y equipo de trabajo para el personal, equipo para conducir las biometrías y actividades de seguimiento, y combustibles y lubricantes para los vehículos marinos y terrestres que transportarán al personal y producto.

Morro Santo

### *C. Equipos y maquinaria*

El proyecto en sí solo requiere de estructuras metálicas en formato de camas, como se describió anteriormente. Su construcción será llevada a cabo en el taller del poblado Jesús María.



#### D. Personal

##### Etapa de preparación e instalación

Para la construcción de las camas, que se llevará a cabo en un taller de soldadura en el poblado de Villa Jesús María, empleará 4 personas, siendo dos soldadores y 2 ayudantes por 4 meses.

Para el transporte de estas estructuras desde la base en tierra hacia la zona de cultivo requerirá de seis (6) personas: 1 supervisor, 1 motorista y 4 operarios, Se estima que se realizarán 21 viajes a razón de uno por día durante los periodos de grandes mareas.

##### Etapa de operación

Para la poligonal L1, que ya hace parte del proyecto original Cultivo de ostiones Morro Santo Domingo, se espera un número aproximado de 40 empleos directos y del orden de 80 indirectos; estimándose estos último sobre la base del impacto que ejercerán las compras a los proveedores de insumos y servicios, así como por el del personal que será requerido para el manejo de la producción en sus etapas de proceso y comercialización.

Para las nuevas poligonales (L2, L3, L4a, L4b), se espera generar un total de 32 empleos directos, repartidos como se sigue:

*Tabla 9. Cantidad de trabajadores por función*

Función	Cantidad
Gerente de producción	1
Jefe de planta	1
Jefe de área	2
Operarios	21
Chofer	1
Almacénista	1
Ayudante Mantenimiento	1
Veladores	4
TOTAL	32

En total, se espera la contratación de 72 empleos directos y 80 indirectos, con el proyecto funcionando a su capacidad máxima

#### II.6.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

##### A. Tipos de residuos que se generarán

Por la simplicidad del sistema, no son esperados residuos de la etapa operativa por casusa de la producción de ostión.

Emisiones a la atmósfera. Durante la etapa de operación, las emisiones a la atmósfera serán las procedentes del funcionamiento del uso de pangas y de los vehículos de transporte. Tanto el ruido y humos se controlarán a través de la afinación y mantenimiento oportuno de los motores.

Residuos sólidos. Durante la etapa de instalación de infraestructura no se esperan residuos sólidos. Tanto camas como costales, ganchos y tiras de caucho son reutilizables y, en caso necesario, pueden ser reciclados.

Ya durante la operación, los residuos serán principalmente basura doméstica de la gente que trabajará en el proyecto, Los desechos generados por el campamento serán seleccionados y clasificados en orgánicos e inorgánicos y retirados continuamente del área de campamento y llevados una vez a la semana al basurero municipal.

Residuos sólidos Industriales. No habrá sólidos industriales previa operación del proyecto.

Los residuos, producto de la limpieza, son el sedimento pegado a las conchas y el *fouling* (epibiontes) adheridos al ostión o a los costales. Esta materia orgánica está constituida por epibiontes, tales como algas, líquenes, esponjas, anémonas, briozoarios y ascidias. En un cultivo bien manejado y controlado, la operación de voltear mensualmente expone estos epífitos a los rayos solares durante la baja mar con el objeto de “quemarlos”, de modo que los volúmenes descargados de esta biota durante la limpieza y empaque final, son bien reducidos. Además de lo anterior, las cantidades que pudieran permanecer para el momento del procesamiento seguirá los protocolos de recolección y descarte que la planta de procesamiento lleva a cabo y que no es parte de este estudio.

Residuos fisiológicos. Los residuos fisiológicos se contendrán en el sanitario descrito anteriormente que se localiza en ‘La Islita’

Residuos agroquímicos. En el caso del ostión, por ser este un organismo filtrador, no se requiere aportar ningún tipo de alimento artificial o fertilizante durante su engorda. Sus requerimientos alimenticios son fitoplanctón y materia orgánica disuelta, los cuales se encuentran disponibles en el agua marina de forma natural y en cantidad suficiente. Por lo tanto, no se usará ningún tipo de producto químico durante el cultivo y el proceso del ostión.

*B. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.*

Durante las actividades de instalación no se estiman residuos provenientes, ni de la construcción de camas, en taller de soldadura.

En las etapas de operación de cosecha no se esperan residuos, sin embargo, para el área de campamento se contará con tambos de residuos y habrá un baño seco.



Para los residuos fisiológicos se contará con un sanitario seco tipo ecológico localizado en una isla ubicada al interior del cuerpo lagunar conocida como “la isleta”, que delimita al polígono perimetral del área L1, en su porción suroeste (Figura 4).

Durante la operación, como se mencionó anteriormente los residuos se eliminarán conformes procedimientos y estructura ya existente en la planta localizada en el Ejido Morelos, B.C., que no hace parte de este estudio.

### C. *Generación de gases efecto invernadero*

Las emisiones directas a la atmósfera que se generen durante la instalación de infraestructuras, así como durante la operación del proyecto se limitarán a las generadas por los motores de las pangas y vehículos de transporte. Las emisiones no serán significativas porque el equipo no será de gran cantidad y el punto de localización del proyecto se encuentra en área con corrientes de aire. Sumando estos factores las principales emisiones se remiten a CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> (Enchassi, Kochendoerfe y Rizq, 2014). Estos gases son nocivos para la salud (Scwela y Goelzeruya. 1993), “ocasionan el agotamiento de los recursos, pérdida de la diversidad biológica, calentamiento global, lluvia ácida y smog.” (Aceves Gutierrez, H *et al.*, 2021).

## II.7. MECANISMOS Y MEDIDAS DE CONTROL PARA REDUCCIÓN SIGNIFICATIVA DE EFECTOS POTENCIALMENTE NEGATIVOS EN LAS POBLACIONES SILVESTRES NATIVAS

### II.7.1. **Control sanitarias de aguas de cultivo y producto**

El cultivo de moluscos bivalvos está regulado en materia de sanidad por la Secretaría de Salud a través del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB). Este programa dio inicio de las décadas de los setenta, cuando en 1974 se firmó el primer entendimiento con la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos, dándose así la posibilidad de importarse al mercado de ese país los productos cultivados en México, provenientes de áreas certificadas.

Las actividades de monitoreo sobre la calidad del agua en Laguna Manuela dieron inicio en el año 2000, recibiendo en 2001 la clasificación inicial de área APROBADA para el cultivo de moluscos bivalvos; lo anterior con base en los resultados de coliformes fecales en el agua de mar, los cuales se encontraron dentro de los criterios establecidos por el PMSMB para dicha clasificación. Además, en el 2005 recibió la clasificación de área remota, debido a las condiciones de aislamiento y la casi nula presencia de asentamientos humanos (PMSMB, 2008).

Desde entonces, el Comité en el Estado de Baja California del PMSMB, con el apoyo de los productores realiza constantes y periódicos monitoreos, conduciendo de manera permanente el programa de control sanitario de la calidad del agua y del producto, en las áreas en donde se desarrollan actividades acuícolas, lo que garantizará la aplicación oportuna de las medidas necesarias para el mantenimiento de la certificación de la zona. La logística de campo será determinada por el propio comité.

Los aspectos de detalle del programa de control sanitario de la calidad del agua y del producto y sus resultados que se abordan a detalle en el capítulo IV.

## **II.7.2. Medidas contra depredadores y control de fugas de organismos**

### *A. Medidas contra depredadores*

Los moluscos bivalvos en el estrato intermareal presentan una amplia variedad de depredadores entre los que se incluyen varios tipos de aves, cangrejos, peces, caracoles y estrellas de mar, cuya actividad e importancia relativa varía de sitio a sitio. Los bivalvos pequeños, tales como mejillones, ostiones y almejas son el alimento preferido de algunas variedades de cangrejos; uno de sus predadores más comunes tanto en estuarios, como en aguas costeras.

Para el caso específico, la técnica de cultivo de ostión en sacos de polietileno extrudido sobre tarimas, ofrece dentro de sus ventajas la reducción significativa del problema de depredadores con relación al cultivo directo en el sustrato al permitir mantener a los sacos fuera de contacto con el sustrato y sus depredadores. Por ejemplo, en Alaska, bajo la modalidad de cultivo en tarimas, en la fase temprana de engorda se registraron mortalidades del orden del 3%, en comparación con un 63% registrado en la siembra directa de la semilla en el sustrato (Pauley et al., 1988).

### *B. Control de fugas*

Toda vez que los organismos objeto del cultivo son sésiles, en los sistemas de cultivo intermareales como el que nos ocupa, los sacos se integran a las medidas de seguridad para prevenir la “fuga” de los organismos bajo cultivo. Sin embargo, para que el desempeño de estos mecanismos sea óptimo, deben tenerse en consideración dos aspectos: el tamaño de la luz de malla, y el sistema de anclaje.

#### *i. Tamaño de luz de malla*

El tamaño de luz de malla en los sacos, a la vez de garantizar un confinamiento seguro de los organismos, debe permitir un adecuado intercambio del agua que contiene su alimento para asegurar buenas condiciones de crecimiento, de tal forma que deben considerarse ajustes en el tamaño de la luz de malla a medida que progresa el ciclo productivo.



Durante las fases de pre- engorda se utilizarán sacos fabricados de malla mosquitero de tamaño de luz de 1.2mm para contener la semilla a las densidades proyectadas. Cada saco se mantendrá confinado en una charola de ostiones plástica de tipo reticular de 1cm de luz (3/8") y dimensiones de 58.5cm (23") x 58.5cm (23") x 7cm de altura (3") las que se acoplarán verticalmente en número de 5 para conformar un módulo que se dotará de un flotador de poliestireno instalado entre dos charolas independientes ubicadas en la parte superior del módulo.

Para la etapa de engorda se utilizarán sacos de polietileno extrudido de tipo estándar de 50cm de ancho y 1 metro de largo en dos tamaños de malla:

- 1) Costales para la fase de siembra (Engorda 1), con malla de 4 mm de luz, que se utilizarán para tallas que van de >14mm, a <3.2 cm (1¼").
- 2) Costales para la fase de engorda (Engorda 2) con malla de 14 mm de luz que se utilizarán para tallas que van de >3.2cm (1¼") hasta talla comercial.

ii. *Anclaje de las artes de cultivo*

De manera adicional a la adecuación del tamaño de la luz de malla al tamaño del producto a través de las etapas de cultivo, el anclaje adecuado tanto de los sacos en las camas tiene mucha importancia. Este anclaje corresponde a tensores elásticos provistos en sus extremos por ganchos de acero.

**II.7.3. Control del riesgo de la introducción y diseminación de enfermedades y organismos cultivados y/o hacia las poblaciones de fauna silvestre**

Siendo las enfermedades de organismos cultivados un problema reconocido a escala mundial, con impactos potenciales en el desarrollo de las actividades acuícolas y en los bancos naturales, se han establecido previsiones pertinentes en las regulaciones internacionales, intuyendo las listas de enfermedades serias y que no tienen vías de tratamientos conocidos, o que son de muy difícil control sanitario y causan altas mortalidades. En atención a esta problemática, México integra en su marco legal en materia acuícola las normas oficiales mexicanas NOM-010-PESC- 1993 y NOM-011-PESC-1993.

La NOM-011-PESC-1993 Publicada en el D.O.F. del 16 de agosto, 1994., establece los requisitos para regular la aplicación de cuarentenas, a efectos de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y/o notificables, en la importación de organismos acuícolas vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinadas a la Acuicultura y Ornato en los Estados Unidos Mexicanos. En el Apéndice A Normativo de Enfermedades Certificables de las especies incluidas, se consideran para los moluscos bivalvos, ostiones específicamente, las siguientes:

- Enfermedad del velo del ostión (VVD), parecido al Iridovirus.

- Enfermedad viral de tipo Herpes del ostión.
- Enfermedad viral de las branquias por Iridovirus.
- Bonamiosis (*Bonamia sp.*, *B. Ostreae*\*)
- Marteiliosis (*Marteilia refringens*, *M. Sydney*\*)
- Mikrocytosis (*Mikrocytos mackini*\*, *M. Roughley*\*)
- Perkinsosis (*Perkinsus marinus*\*, *P. olsen*)
- Haplosporidiosis (*Haplosporidium costale*\*, *H. Nelson*\*)
- Marteilioidosis (*Marteilioides chungmuensis*, *M. branchialis*)

Las especies señalados en asteriscos son reconocidos por la Organización Mundial para la Salud Animal (OIE), como los agentes causantes de enfermedades de mayor mortalidad en especies de ostión (Ruesink, et al. 2005). En el Apéndice Normativo B de la misma Norma, se presenta la lista de enfermedades Notificables, (susceptibles de tratamiento), que no causan altas mortalidades, pero que se consideran en las etapas de la cuarentena.

De manera complementaria a lo previsto en la NOM-011-PESC-1993; la NOM-010-PESC-1993, publicada en el D.O.F. en agosto 16 del 1994, establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional. En tal sentido, para el abatimiento del riesgo de la introducción y diseminación de enfermedades de organismos cultivados y/o hacia las poblaciones de fauna silvestre, se mantendrán bajo estricta observancia las medidas de manejo y control establecidas en las normas señaladas. Tratándose de la importación de semilla de ostión, en su caso, de conformidad con lo señalado en la NOM-010-PESC-1993, se tramitarán ante la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en el estado de Baja California la obtención de la autorización zoonosanitaria acuícola para la adquisición de la semilla, acompañando la solicitud del Certificado de Sanidad de Origen, y la Certificación Sanitaria del o los lotes importados, en donde se asegure que los organismos adquiridos están libres de las enfermedades certificables, y se notifique en su caso las enfermedades notificables, de acuerdo lo que señalan los Apéndices B y C de la norma, respectivamente. Una vez que se ejerce la autorización de la solicitud de importación se hace de conocimiento de la Subdelegación de Pesca en un plazo no mayor de 10 días.

Es importante señalar que, de manera adicional a la prevención del riesgo en la diseminación de enfermedades aportado por la observancia de estas normas para la especie considerada, el riesgo en la diseminación de enfermedades y la probabilidad de adquirir el carácter de vector para la introducción de otras especies exóticas, se reduce con el uso de semilla producida en laboratorios nacionales.



#### II.7.4. Accidentes y planes de emergencia

Se aplicarán todas las medidas y planes ya autorizados y vigentes que se utilizan el proyecto original Cultivo de Ostión Morro Santo Domingo, perteneciente a la misma promotora de este proyecto.

Considerando solo las áreas de producción en zona marítima, el principal problema se presenta con la incidencia de ciclones tropicales.

Huracanes o depresiones tropicales. Aparte de problemas de índole biológica tal como son las mareas rojas y las epizootias, el riesgo mayor que corre el proyecto es la posible ocurrencia de depresiones tropicales o huracanes. Aunque la probabilidad que se presenten es remota, las consecuencias de tal fenómeno podrían ser graves tanto para los habitantes como para el proyecto: inundaciones de los caminos de acceso paralizando durante varios días el tráfico de gente y de insumos y la destrucción parcial de las instalaciones en tierra. Pero si, además vientos fuertes llegasen a azotar la zona durante la bajamar, el área de cultivo sufriría graves daños al voltearse las camas.

Las acciones de emergencia contra fenómenos naturales de tal amplitud serían:

- Mantenerse informado de la trayectoria de las depresiones cuando éstas se acerquen a la zona.
- Evacuar al personal no estrictamente necesario hacia la localidad más cercana
- Instruir al personal que permanezca en el campamento para que se guarezca en el edificio más sólido
- Asegurar los techos de los edificios y de las cisternas
- Sacar del agua las embarcaciones y amarrarlas
- Verificar el funcionamiento de los medios de comunicaciones portátiles
- Almacenar víveres y agua potable para un mínimo de diez días
- Mantener bien surtido el botiquín de campo de primeros auxilios

### III. VINCULACIÓN CON EL MARCO JURÍDICO

---

#### III.1. PROGRAMA DE DESARROLLO

##### III.1.1. Programa Nacional de Desarrollo (2019-2024)

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 tiene como lineamientos que es posible imprimir un rumbo nacional sin autoritarismo, que se puede forjar la modernidad desde abajo y sin exclusión y que desarrollo no se contraponen a la justicia social. En base a estos criterios el Plan se desarrolló bajo 12 principios y se divide en tres ejes fundamentales: (1) Justicia y Estado de Derecho, el (2) Política Social y (3) Economía. Este último eje se propone impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

*“Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.”*

Sin embargo, el fortalecimiento del mercado interno y la generación de empleos va más allá del sector público y el privado debe hacer su parte, principalmente en aquellas actividades económicas que no solo son rentables pero que también están en acuerdo con la vocación del lugar donde se desarrollan.

En este sentido, el cultivo de ostiones en Laguna Manuela es congruente con sus condiciones naturales, permitiendo una actividad sustentable, de alto rendimiento y derrama local.

##### III.1.2. Programa Estatal de Desarrollo

El Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 del estado de Baja California, se divide en 10 políticas públicas: (1) Bienestar para todas y todos; (2) Salud y calidad de vida; (3) Seguridad ciudadana y justicia; (4) Cultura, deporte y disfrute del tiempo libre; (5) Educación, ciencia y tecnología; (6) Desarrollo urbano y regional; (7) Desarrollo económico y sostenible; (8) Derechos humanos, igualdad de género e inclusión. (9) Combate frontal a la corrupción y máxima transparencia; y (10) gestión pública honesta y al servicio de la gente.

Dentro de su política 7- Desarrollo económico y sostenible, componente Pesca y acuicultura sustentable, el PED 2022-2027 establece las siguientes líneas:

L.P.7.6.1 Crédito y financiamiento para productores acuícolas, pescadores y prestadores de servicios de pesca deportiva.



Con esta medida se pretende contribuir al ODS 14, Meta 14.7, PND E.3.8.1 y lograr que:

- En el Estado se apoye a los productores del sector acuícola, pesca comercial y deportiva a través del Programa de Microcréditos para financiar costos de operación de manera revolvente, e impulsar el emprendimiento del sector.
- Se cuente con comités para el dictamen de solicitudes de créditos, mediante los cuales se favorece la transparencia y combate a la corrupción en el proceso del otorgamiento de apoyos a los productores.
- Se otorgue financiamiento a tasa de interés preferencial, favoreciendo aquellas empresas del sector pesquero y acuícola que cuentan con mujeres dentro de su asociación.

L.P.7.6.2 Impulso comercial a mercados locales, nacionales e internacionales para el fomento al consumo sustentable de pescados y mariscos.

Con esta medida se pretende contribuir al ODS 14, Meta 14.b, PND E.3.8.1

- En el Estado se apoye a los productores pesqueros y acuícolas, para posicionarse en el mercado local, nacional e internacional, mediante acciones estratégicas y programas que fomenten el consumo de pescados y mariscos y su comercialización.

L.P.7.6.3 Sanidad e Inocuidad Acuícola y Pesquera. PP065

Con esta medida se pretende contribuir al ODS 14, Meta 14.2, PND E.3.8.1

- En Baja California mantenga el estatus de Estado libre de enfermedades en organismos acuícolas y sus productos de origen pesquero y acuícola sean reconocidos por su alta calidad tanto a nivel nacional como en el extranjero.

En orden de lo anterior el gobierno pretende:

1. Crear el departamento de Prevención y Vigilancia
2. Crear el programa de microcrédito para el sector acuícola y pesquero

El proyecto que aquí se propone continuar y ampliar es una propuesta sustentable de desarrollo local que en línea con el PED pretende mantener y aumentar la producción de ostiones, visando mercado nacional e internacional, y con derrama económica a las familias locales.

## **III.2. LEYES Y REGLAMENTOS**

### **III.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma 01 de abril de 2024*

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:

XII.- actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

#### Vinculación

Si bien el proyecto se refiere al cultivo sustentable de bajo impacto, su localización en un área protegida como lo es el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, se hace imprescindible realizar un estudio de impacto, así como establecer medidas preventivas toda vez que, cualquier proyecto de maricultivo, puede tener afectaciones al medio si no es bien regulado y supervisado.

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.

#### Vinculación

El presente estudio contempla los lineamientos técnicos y jurídicos para el cumplimiento de este artículo.

##### *A. Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental*

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

U) Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas:

I. Construcción y operación de granjas, estanques o parques de producción acuícola, con excepción de la rehabilitación de la infraestructura de apoyo cuando no implique la ampliación de la superficie productiva, el incremento de la demanda de insumos, la generación de residuos



peligrosos, el relleno de cuerpos de agua o la remoción de manglar, popal y otra vegetación propia de humedales, así como la vegetación riparia o marginal.

#### *Vinculación*

Este proyecto busca dar continuidad al proyecto original Cultivo de Ostiones Morro Santo Domingo, el cual está en vencimiento próximo, así como ampliar su área de cultivo dentro de la Laguna Manuela.

### **III.2.2. Ley de Aguas Nacionales.**

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1 de diciembre de 1992. Última reforma DOF 11 de agosto del 2014.*

ARTÍCULO 82. La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, 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.

"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuacultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca.

#### *Vinculación*

Las actividades de acuacultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

#### *A. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.*

Publicado en el Diario Oficial de la federación el 12 de enero de 1994. Última reforma: 28 de octubre del 2014.

Capítulo IV. Uso en Otras Actividades Productivas.

#### *Vinculación*

En su Artículo 125 especifica que "La Comisión" establecerá la coordinación necesaria con la Subsecretaría de Pesca, a fin de facilitar la resolución simultánea de las concesiones que en el ámbito de sus respectivas competencias tengan que expedir en materia de agua y acuacultura.

### **III.2.3. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de junio del 2013. Última reforma el 20 de mayo de 2021*

Título Primero. De la responsabilidad ambiental. Capítulo Primero Disposiciones generales.

Artículo 1. La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

Capítulo Segundo. Obligaciones derivadas de los daños ocasionados al ambiente.

Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Artículo 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.



Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.

#### **III.2.4. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.**

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de Julio del 2007. Última reforma el 04 de junio de 2015*

Título Segundo. Competencias y concurrencia en materia de pesca y acuicultura. Capítulo I. De la distribución de competencias.

Artículo 60.- La Federación, las Entidades Federativas, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de pesca y acuicultura sustentables de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

Artículo 80.- Corresponde a la Secretaría el ejercicio de las siguientes facultades (entre otras).

- I. Regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas;
- II. Proponer, formular, coordinar y ejecutar la política nacional de pesca y acuicultura sustentables, así como los planes y programas que de ella se deriven;
- III. Establecer las medidas administrativas y de control a que deban sujetarse las actividades de pesca y acuicultura;
- VII. Expedir normas para el aprovechamiento, manejo, conservación y traslado de los recursos pesqueros y acuícolas, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;
- VIII. Promover y ejecutar acciones orientadas a la homologación y armonización de medidas con otros países en materia de sanidad, inocuidad y calidad de especies acuáticas;
- IX. Acreditar la legal procedencia de los productos y subproductos pesqueros y acuícolas;
- XI. Resolver sobre la expedición de concesiones y permisos en materia pesquera y acuícola, en los términos de esta Ley, sus disposiciones reglamentarias y normas oficiales que de ella deriven;
- XV. Fomentar y promover las actividades pesqueras y acuícolas y el desarrollo integral de quienes participan en dichas actividades;
- XVI. Coordinar y supervisar la operación de los programas de administración y regulación pesquera y acuícola;
- XVII. Determinar las zonas de captura y cultivo, en aguas interiores y frentes de playa, para la recolección de reproductores, así como las épocas y volúmenes a que deberá sujetarse la colecta;

Título Sexto. Instrumentos de la política pesquera. Capítulo IV. De las concesiones y permisos.

Artículo. - Requieren concesión las siguientes actividades:

I. La pesca comercial; y

II. La acuicultura comercial.

Artículo 42.- La Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos para la pesca comercial a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias.

La Secretaría podrá otorgar concesiones o permisos a personas físicas o morales para la acuicultura comercial, previo cumplimiento de los requisitos que se establezcan en esta Ley y en las disposiciones reglamentarias.

Las concesiones se otorgarán en función de la evaluación de los resultados que arrojen los estudios técnicos y económicos, así como de la cuantía y recuperación de la inversión.

Los permisos se otorgarán cuando por la cuantía de la inversión no se requiera de estudios técnicos y económicos.

Título Noveno. De la acuicultura. Capítulo I. De la planeación para el desarrollo y del ordenamiento acuícola.

Artículo 78.- En materia de acuicultura, son objetivos de esta Ley:

I. Fomentar el desarrollo de la acuicultura como una actividad productiva que permita la diversificación pesquera, para ofrecer opciones de empleo en el medio rural;

II. Incrementar la producción acuícola y la oferta de alimentos que mejoren la dieta de la población mexicana, así como generar divisas;

III. Promover la definición de sitios para su realización, su tecnificación y diversificación, orientándola para incrementar su eficiencia productiva reduciendo los impactos ambientales y buscando nuevas tecnologías que permitan ampliar el número de especies que se cultiven;

IV. Impulsar el desarrollo de las actividades acuícolas para revertir los efectos de sobreexplotación pesquera;

V. Aprovechar de manera responsable, integral y sustentable recursos acuícolas, para asegurar su producción óptima y su disponibilidad; y

VI. Fomentar y promover la calidad y la diversidad de los recursos acuícolas.



Artículo 79. La Secretaría, regulará el crecimiento ordenado de la acuicultura, atendiendo principalmente a las áreas o zonas con potencial para desarrollar esta actividad, mediante la expedición de concesiones o permisos por especie o grupos de especies.

*A. El Reglamento de la Ley de Pesca.*

Capítulo II. De la Acuicultura comercial

Artículo 106.- Acuicultura comercial es la que se realice en cuerpos de agua de jurisdicción federal con el propósito de obtener beneficios económicos. Requerirá de concesión la acuicultura que se realice en cuerpos de agua de jurisdicción federal, que pretendan aprovechar especies cuyas tecnologías de cultivo se han probado en el país.

Artículo 107.- La Secretaría podrá otorgar concesión para la acuicultura comercial en aguas de jurisdicción federal a personas físicas nacionales o extranjeras o a personas morales de nacionalidad mexicana, previo cumplimiento de los requisitos previstos por la Ley y este Reglamento. Lo anterior sin perjuicio de lo establecido en otras disposiciones aplicables.

Artículo 108.- Toda solicitud de concesión deberá acompañarse de:

II. Manifestación de impacto ambiental o informe preventivo o la autorización expedida por la autoridad competente, de conformidad con las disposiciones legales aplicables en la materia.

*B. Decretos, programas y/o acuerdos de vedas.*

Las especies que se explotan en el Estado están vedadas temporalmente de acuerdo con calendarios emitidos anualmente por la CONAPESCA. Para la Laguna Manuela las actividades de pesca son muy bajas o nulas. Además, la Laguna está destinada a la acuicultura de moluscos bivalvos, aunque no existe ningún decreto para ello.

Las especies que tienen veda temporal en el Estado son: Abulón (*Haliotis corrugta*, *H. fulgens*, *H. sorenseni*, *H. cracherodii* y *H. rufescens*); Camarón (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris*, *Farfantepenaeus californiensis*, *Sicyonia disdorsalis*, *S. penicillata* y *Xiphopenaeus riveti*); Curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*); Almeja catarina (*Agropecten circularis*); Atún (*Thunnus albacares* y *T. orientalis*), Erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*); y Langosta roja (*Panilurus interruptus*). La Totoaba (*Totoaba macdonaldi*) y cinco especies de tortugas (*Caretta caretta*, *Chelonia agassizii*, *Lepidochelys olivácea*, *Eretmochelys imbricata* y *Dermochelys coriácea*) tienen veda permanente.

*C. Carta Nacional Acuícola.*

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables confirió a la secretaria de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) por conducto del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) la facultad para la elaboración y actualización de la Carta Nacional Acuícola (CNA) y la publicará en el Diario Oficial de la Federación. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 31 de enero del 2011 y ha sido actualizada en el 2012 y 2013 y está por publicarse la actualización del 2014.

La Carta promueve la innovación de tecnología y proporciona elementos para el desarrollo sustentable de la acuicultura de especies de interés comercial, así como para la práctica de una actividad más organizada que propicie mejores estándares de calidad en la producción. La CNA elaborada por el INAPESCA, presenta el estudio de especies de importancia comercial y potencial productivo.

El Objetivo de la CNA es dar a conocer a los sectores productivos, siendo consultivo y orientador para las autoridades competentes en la resolución de solicitudes de concesiones y permisos para la realización de las actividades acuícolas. Las directrices que establece este instrumento (CNA) para el cultivo de ostión son:

- Utilizar agua de áreas de cosecha clasificadas sanitariamente para la cría del producto, que cumpla con los límites de patógenos y contaminantes establecidos por la Secretaría de Salud.
- Las áreas de cosecha y el proceso del producto deben cumplir con las disposiciones sanitarias de la Secretaría de Salud.
- Utilizar semilla producida en el laboratorio, libre de organismos patógenos y otros contaminantes.
- Aplicar programas de certificación (patógenos específicos) a través del PMSMB.
- Evitar el uso de contaminantes químicos, como desinfectantes, antibióticos y detergentes que pongan en riesgo el cultivo y al consumidor final.
- Elevar los estándares de calidad del producto para penetrar en el mercado extranjero, altamente competitivo.
- Mejorar la eficiencia de la producción para ofertar el producto a precios competitivos.
- Estimular el comercio para incrementar el consumo nacional y extranjero.
- Promover la exportación de moluscos bivalvos.
- Impulsar la creación de Unidades de Manejo Acuícola (UMAC) con sus respectivos planes de manejo, para lograr el desarrollo ordenado y sustentable de la acuicultura.
- Establecer prácticas responsables de cultivo dirigidas a garantizar la producción sostenida y la calidad sanitaria e inocuidad del producto, sin afectar el ambiente.



### III.2.5. Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables para el Estado de Baja California

Publicada en el Periódico Oficial No. 22, de fecha 16 de mayo de 2008, Tomo CXV, Sección II.

Capítulo Primero, disposiciones generales

Artículo 1.- La presente Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones regirán en todo el Estado de Baja California, y tiene por objeto regular el ejercicio de las atribuciones que en materia de pesca y acuicultura le competen al Estado y sus Municipios bajo el principio de concurrencia previsto en la fracción XXIX-L del Artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

Artículo 2.- Son sujetos de esta Ley, las organizaciones o asociaciones de productores, que se constituyan o estén constituidas de conformidad con las leyes vigentes y, en general, toda persona física o moral que, de manera individual o colectiva, realice cualquiera de las actividades de Pesca o Acuicultura previstas en esta Ley.

Artículo 3.- Esta Ley tiene como objetivos establecer las bases para:

- I. Formular y aplicar la Política Estatal de Pesca y Acuicultura Sustentables, así como elaborar sus planes y programas;
- II. Promover la organización y capacitación de los pescadores y acuicultores del Estado;
- III. Apoyar y facilitar la investigación científica y tecnológica en materia de acuicultura y pesca;
- IV. Determinar la integración y funcionamiento del Consejo Estatal de Pesca y Acuicultura, y establecer las bases para la creación, operación y funcionamiento de otros mecanismos de participación de los productores dedicados a las actividades pesqueras y acuícolas;
- V. Procurar y promover que, a las comunidades y pueblos indígenas, se les respete su derecho preferente sobre los recursos pesqueros y acuícolas de los lugares que ocupen y habiten;
- VI. La coordinación entre las distintas dependencias y organismos de la administración pública federal, estatal y municipal, así como la participación de los productores pesqueros y acuícolas de la Entidad;
- VII. Integrar, operar y mantener actualizado el Sistema Estatal de Información de Pesca y Acuicultura;
- IX. Integrar, operar y mantener actualizado el Registro Estatal de Pesca y Acuicultura;

X. Regular y administrar las actividades de pesca y acuicultura en los cuerpos de agua dulce continental ubicadas dentro del territorio del Estado, de conformidad con las bases y limitaciones que menciona la Ley General;

XI. Definir los lineamientos para celebrar con el gobierno federal los convenios y acuerdos de coordinación y colaboración con el fin de asumir las funciones previstas en el artículo 11 de la Ley General, y

XII. Establecer las infracciones y sanciones correspondientes por incumplimiento o violación a las disposiciones de esta Ley, y sus reglamentos.

Capítulo segundo, de las autoridades en materia de pesca y acuicultura y sus atribuciones.

Artículo 7.- Son autoridades en materia de pesca y acuicultura, las siguientes:

I.- El Gobernador del Estado;

II.- La Secretaría, y

III.- Los Municipios.

El Estado y los Municipios en el ámbito de sus competencias, y para el ejercicio de sus atribuciones observarán y aplicarán los principios generales a que se refiere el artículo 17 de la Ley General.

Capítulo undécimo, del fomento a la acuicultura

Artículo 38.- La Secretaría en coordinación con las autoridades competentes, realizará las acciones necesarias para fomentar y promover el desarrollo de acuicultura, en todas sus modalidades y niveles de inversión, y para tal efecto:

I.- Participará en los estudios de investigación, en reproducción, genética, nutrición, sanidad y extensionismo, entre otros, para apoyar a las personas y organizaciones que se dediquen a esas actividades;

II.- Brindará asesoría a los acuicultores para que el cultivo y explotación de la flora y fauna acuática, se realicen de acuerdo con las prácticas que las investigaciones científicas y tecnológicas aconsejen;

III.- Fomentará, promoverá y realizará acciones tendientes a la formulación y ejecución de programas de producción de especies, destinadas al consumo humano y ornamental, de agua dulce, estuarinas y marinas, la reconversión productiva y transferencia tecnológica;

IV.- Promoverá la construcción de parques acuícolas;

V.- Elaborará de manera coordinada con la autoridad federal competente en los programas de industrialización, comercialización y consumo de productos acuícolas, tendientes a fortalecer las



redes de valor de los productos generados por la acuicultura, mediante acciones de apoyo y difusión;

VI.- Favorecerá la creación de figuras organizativas para la promoción comercial de los productos acuícolas en el mercado;

VII.- Establecerá acciones conjuntas para el fortalecimiento de las redes de valor, en coordinación con los diversos comités sistema-producto acuícolas susceptibles de constituir; y

VIII.- Fortalecerá con otras dependencias del Ejecutivo Estatal para ofertar los productos obtenidos de la reproducción de especies generadas en sus centros acuícolas, de conformidad con las disposiciones previstas en la normatividad vigente aplicable.

### **III.2.6. Ley de Vertimientos en la Zonas Marinas Mexicanas**

*Publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 17 de enero del 2014. Última reforma el 13 de abril de 2020.*

Además, se publicaron en el DOF el 16 de Julio del 2014, mediante ACUERDO secretarial 103, ocho (8) formatos que establece la Ley de Vertimientos en la Zonas Marinas Mexicanas.

#### Capítulo I. Objeto y Ámbito de Aplicación

Artículo 1.- La presente ley es de jurisdicción federal, sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

La interpretación de estas disposiciones corresponde, para efectos administrativos, al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Marina.

#### Capítulo II. De la Autoridad

Artículo 5.- La Secretaría (SEMAR) es la autoridad en materia de vertimientos y tendrá entre otras, las siguientes facultades:

I. Otorgar y cancelar los permisos de vertimientos y vigilar su cumplimiento; asimismo, suspender cualquier vertimiento deliberado de desechos u otras materias que contravenga las disposiciones de la presente Ley;

XVII. Emitir y actualizar los formatos necesarios de acuerdo con el material que se pretenda verter, considerando los avances de la ciencia y la tecnología, debiendo publicarlos en el Diario Oficial de la Federación.

De los 8 formatos publicados, el formato No. 8 MEDCM (Substancias, materiales y estructuras destinadas a construcciones en el mar), menciona lo siguiente:

## II. Información específica

Inciso C. Materiales para la construcción de infraestructura acuícola. (Materiales diversos que se utilizan para la instalación de jaulas y cercos flotantes, acuarios y estanques para uso acuícola). Se requiere la siguiente información:

1. Relación detallada del material que se colocara en el mar.
2. Tipo de Fondo y relieve en el sitio donde se construirá (Arenoso, Rocoso, Limo, Plano, con pendiente, relieve irregular, etc.) Anexar fotografías.
3. Hábitats sensibles en los alrededores

### III.3. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO

#### III.3.1. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto

##### A. *Uso del cuerpo de agua*

Las aguas de la Laguna Manuela son poco utilizadas dada su lejanía de los centros de población. Sin embargo, existe en la zona costera actividades de pesca artesanal o familiar de pescadores de los ejidos Villa Jesús María y José María Morelos y Pavón. Además, y esporádicamente existe turismo recreativo y ecológico en tiendas de campaña y/o turismo de mochila.

La Laguna Manuela es uno de los cuatro cuerpos de agua del Estado de Baja California certificados (sur de la Bahía Todos Santos, Bahía San Quintín, Laguna Manuela y norte de la Laguna Guerrero Negro) para el cultivo de ostión, reconocidas por la FDA (*Food and Drugs Administration de E.U.A.*) como aptas para la producción de Moluscos bivalvos; lo que le permite la exportación a ese país. En la actualidad funcionan dos empresas en la Laguna que están cultivando moluscos bivalvos.

Las cuatro áreas están certificadas para el cultivo de los moluscos bivalvos: ostión japonés *Crassostrea gigas*, mejillón del pacífico *Mytilus galloprovincialis* y almeja mano de león *Pecten subnodosus*.

##### B. *Uso del predio dado en comodato*

El predio dado en comodato no tiene ningún uso. De acuerdo con el Programa de Manejo del APFFS del Valle de Los Cirios, se encuentra dentro del Ejido El Costeño y presenta vegetación halófila hidrófila y halófila xerófila y está incluida dentro de las subzonas de Preservación (Polígonos 41 y 42, Dunas El Costeño y Dunas El Costeño-VJM) y la de Asentamientos Humanos. (Polígono 13 laguna Manuela). Sin embargo, el predio no se encuentra dentro de la zona de dunas, esta se localiza al otro lado de la laguna.



### III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 02 Desierto de San Sebastián Vizcaíno. Esta UAB se localiza mayoritariamente en el estado de Baja California Sur, Municipio

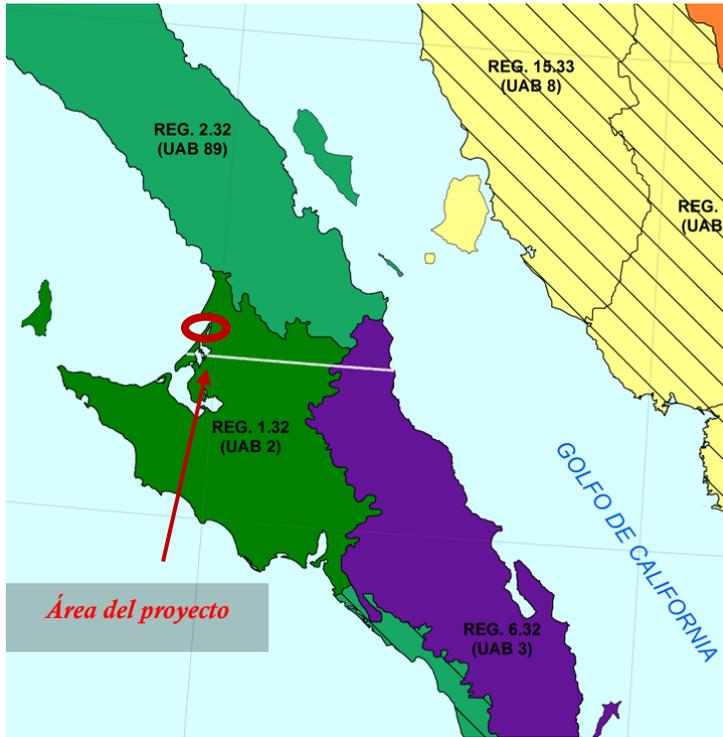


Figura 18. Localización del proyecto según zonificación del POEGT

de Mulegé, y la parte norte en el estado de Baja California (suroeste del municipio de San Quintín) en donde se localiza el proyecto. Conforman un total de 19840.03 Km<sup>2</sup> y cuenta con una población (al año de 2008) de 39,324 personas, sin presencia de población indígena.

De acuerdo con su ficha técnica, esta UAB hace parte de la Región Ecológica 1.32 junto con la UAB 07 Volcanes El Pinacate, localizado en el noroeste del estado de Sonora, la UAB 35 Islas Marías, localizadas en el Océano Pacífico al frente del estado de

Nayarit, y la UAB 87 Islas Revillagigedo, localizadas en el Océano Pacífico Norte.

El estado del medio ambiental, al 2008 era considerado estable a medianamente estable y se describía como:

*"Toda su extensión es una ANP. Muy baja o nula degradación de los Suelos. Sin degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es extremadamente baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (Hab/km<sup>2</sup>): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 12.1. Baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Alto índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de la tasa de dependencia*

*económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios, Actividad agrícola altamente tecnificada. Baja importancia de la actividad minera. Baja importancia de la actividad ganadera”*

El escenario para el 2033 se estimó en inestable, con prioridad de atención muy baja y política ambiental de preservación.

Como reactores del desarrollo se incluye la preservación de flora y fauna, con el sector forestal como coadyuvante del desarrollo, asociada al sector turístico y minero. No hay otros sectores de interés.

Las estrategias sectoriales son la siguientes

*Tabla 10. Estrategias del ROEGT*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
<b>GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO</b>	
A) Preservación	
1	Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
2	Recuperación de especies en riesgo.
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad
B) Aprovechamiento sustentable	
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
8	Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales	
12	Protección de los ecosistemas
D) Dirigidas a la restauración	
14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
15	Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables
15bis	Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)
<b>GRUPO II. DIRIGIDAS AL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA URBANA</b>	
C) Agua y saneamiento	



27	Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	
30	Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.
E) Desarrollo social	
33	Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza
37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
GRUPO III. DIRIGIDAS AL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y LA COORDINACIÓN INSTITUCIONAL	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

#### *Vinculación*

El proyecto corresponde a una granja acuícola de bajo impacto ambiental, que solo requiere de instalación de infraestructura, sin preparación de sitio, construcción y con operación continua a lo largo del año. Además, no requiere ningún tipo de insumo además de las artes de cultivo (todas de fácil instalación y desinstalación y semillas, así como la actividad constante de supervisión de la producción. Por lo tanto, no contraviene ninguno de los criterios observados para esta Unidad de Gestión Ambiental.

#### **III.3.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California.**

*Periódico Oficial del Estado, Tomo CXXI, No. 34, con fecha del 3-07-2014*

Si bien el sitio del proyecto, por encontrarse en aguas marinas costeras, no se encuentra dentro de los límites de jurisdicción del POEBC, su ubicación se da en la Laguna Manuela, rodeada y/o circunscrita dentro de la Región Qp: San Quintín – Paralelo 28.



Figura 19. Localización del proyecto respecto a la UGA-12 del POEBC

Debido a que el programa considera los ambientes costero y terrestre, el análisis se englobó a la Laguna dentro del ambiente costero.

La Laguna se encuentra circundada dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA-12): Rasgo de Identificación: Área Natural Protegida: “Área de Protección de flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios”, con una política ambiental de Protección. Esta política tiene por objeto resguardar aquellas unidades de gestión ambiental con ecosistemas que, dada su enorme riqueza biótica de especies endémicas de flora y fauna, su grado de fragilidad y conservación requieren contar con las medidas técnicas y normativas necesarias para asegurar la integridad de los sistemas naturales.

Esta unidad (UGA-12) cuenta con una superficie total de 2’324,711.55 hectáreas, se extiende desde el paralelo 30° hasta el paralelo 28° y comprende la misma Área Natural Protegida “Área de Protección de flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios”.

Aunque el ordenamiento no define Unidades de Gestión Ambiental Marinas, si viene dentro de los Criterios de Clasificación para la Regionalización el ambiente costero. La Laguna Manuela dada sus características fisiográficas y oceanográficas se considera una Laguna Costera.



Por tal motivo, y tomando en cuenta dicha clasificación, el rasgo de identificación o Clave Unidad Costera o de Paisaje se detalló como: Laguna Manuela, subsistema: 3.1.Qp.3.4. que se define como:

Subsistema 3.1. Qp. 3.4.

3. Desierto de Sebastián Vizcaíno (Provincia)

1. Ambiente costero (ambiente)

Qp. San Quintín – Paralelo 28 (Región)

3. Litoral semiprotegido (Sistema)

4. Lagunas costeras (Subsistema)

Este rango de identificación viene también de los anteriores Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Baja California de 1995, 2005 y 2013 que fue la base para actualizar el Ordenamiento vigente. En él primero viene clasificada el área marina costera.

Dentro de los Criterios de Regulación Ecológica por sector de actividad aplicables al área de ordenamiento ecológico con sustento en la normatividad aplicable en la materia, están los Criterios de Acuicultura e Instalaciones de la Industria Pesquera, los cuales se enuncian a continuación y su relación y/o correspondencia con el proyecto.

Acuicultura e Instalaciones de la Industria pesquera		Relación y/o correspondencia con el proyecto
ACIP 01	Cuando por excepción se otorgue el cambio de uso de suelo para la creación de proyectos de acuicultura e industria pesquera y su infraestructura asociada, solo se permitirá modificar entre el 20 y 40% de la vegetación del predio en el que instalará el proyecto. La vegetación que no sea modificada, deberá estar ubicada en el perímetro del predio, para permitir la creación de una red de áreas con vegetación nativa entre los predios que sean desarrollados para favorecer la conectividad entre los ecosistemas.	El proyecto (cultivo de ostión) se desarrollará en su totalidad en el cuerpo de agua (Laguna Manuela). En el predio de apoyo logístico en tierra no existirá cambio de uso de suelo, ni modificación de vegetación. Solo se instalarán una casa móvil y dos contenedores para lo cual no hay que modificar el uso de suelo. Mismos que ya se usan en el proyecto original y que fue autorizado por SEMARNAT.
ACIP 02	En los predios que no cuenten con vegetación nativa, sólo se permite modificar el 80% de su extensión para la realización de proyectos de acuicultura e industria pesquera, incluyendo el establecimiento de infraestructura asociada.	El proyecto se desarrollará en su totalidad en el cuerpo de agua. En el predio a utilizar para el apoyo logístico no existirá modificación de vegetación ni cambio de uso de suelo.

ACIP 03	Se permite la acuicultura cuando: a) La actividad se realice en sistemas cerrados (estanques). b) Los estanques de crecimiento cuenten con un sistema cerrado que evite la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero Se garantice el tratamiento de las aguas residuales.	La actividad se desarrollará en una parte del cuerpo de agua de la L. Manuela (planicie intermareal). No existirá tratamiento de aguas residuales. Los organismos de cultivo son ostiones. Son especies filtradoras, se alimentan del medio. Es decir, no requieren de ningún tipo de insumo.
ACIP 04	En las áreas de interés para el crecimiento de la acuicultura se observará los lineamientos del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, así como los lineamientos y criterios del presente ordenamiento y de otros programas de ordenamiento ecológico vigentes.	La empresa cumplirá con los lineamientos del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO, así como los lineamientos y criterios del presente ordenamiento y los del Programa de Manejo del APFFS del Valle de los Cirios.
ACIP 05	Se fomentará la elaboración y establecimiento de planes de manejo de los recursos pesqueros y acuícolas.	Enterado. La empresa colaborará para la elaboración de dichos planes.
ACIP 06	Las nuevas instalaciones enlatadoras (empacadoras) y procesadoras de productos pesqueros deberán estar a una distancia de los asentamientos humanos en que los ruidos, humos y olores que producen estas instalaciones no constituyan un problema para la población asentada en los alrededores del predio del proyecto.	Enterado. Este proyecto no contempla empacadoras.
ACIP 07	Las instalaciones existentes enlatadoras (empacadoras) y procesadoras de productos pesqueros deberán instrumentar acciones para la mitigación de ruidos, humos y olores que producen en beneficio de la población asentada en los alrededores.	Enterado. Este proyecto no contempla empacadoras.
ACIP 08	Las especies que pretendan utilizarse para acuicultura deberán provenir de centros piscícolas autorizados por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).	Enterado. El lote de semilla de ostión se comprará en un laboratorio acreditado acompañado por el certificado sanitario correspondiente.
ACIP 09	Los campamentos pesqueros instrumentarán un programa de manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos generados en el procesamiento de sus productos. No se deberán depositar dichos residuos en las playas.	Enterado.
<b>Sector Primario Subsector Pesca</b>		<b>Relación con el proyecto</b>
1. En la instrumentación del Programa Estatal de Pesca y Acuicultura, se fomentará la conservación y aprovechamiento de las especies pesqueras y del hábitat en el que se desarrollan, con objeto de evitar el descuido, el deterioro y el daño irreversible en la disponibilidad y calidad de estos recursos.		El proyecto respetará todas las especies y sus hábitats donde se desarrollan.
2. En la formulación de planes y programas de ordenamiento pesquero, acuícola, marino y costero, se promoverá la conservación y aprovechamiento sustentable del hábitat y sus recursos, así como el manejo adecuado de los residuos.		El proyecto aprovechará de manera sustentable el hábitat y sus recursos, así como el manejo adecuado de los residuos
3. En los centros de recepción y transformación de los productos pesqueros se deberán implementar medidas preventivas y de control de la contaminación ambiental y gestión adecuada de residuos.		Se implementarán medidas preventivas y de control de la contaminación ambiental y gestión adecuada de residuos.
4. Queda prohibido la disposición inadecuada de residuos generados en embarcaciones e instalaciones de arribo.		Los residuos generados por la operación del proyecto se dispondrán de acuerdo con la normatividad.
5. El diseño y ubicación de infraestructura en tierra para la acuicultura deberá ser compatible con el uso del suelo, y contar con bases técnicas que demuestren que no se alterarán los procesos naturales		El proyecto es en el cuerpo de agua de la laguna manuela. La infraestructura en tierra será compatible con el uso del suelo y de acuerdo con el Programa de manejo del APFFS-VC.
6. En el diseño y ubicación de infraestructura en el medio marino se deberá contar los estudios científicos que demuestren que no se verán alterados los procesos oceanográficos (físicos y biológicos) de la zona.		Los estudios científicos demuestren que no se verán alterados los procesos oceanográficos (físicos y biológicos) de la zona.



7. Las obras e instalaciones de arribo, y las obras para navegación deberán respetar la vocación del área y planearse de tal forma que no modifiquen la función ecológica de los cuerpos de agua.	No se modificará la función ecológica del cuerpo de agua. No habrá instalaciones de arribo.
8. Las obras e instalaciones de arribo, y las obras para navegación deberán contar con la autorización en materia de impacto ambiental.	El motivo de esta MIA es obtener un Resolutivo Ambiental. No habrá instalaciones de arribo ni para navegación.
9. En el desarrollo de actividades de aprovechamiento pesquero se deberán utilizar las técnicas de captura autorizadas por la autoridad competente.	No aplica.
10. En el aprovechamiento de los cuerpos de agua que tengan vocación para el desarrollo acuícola, se respetará la capacidad de carga del ecosistema.	Se respetará la capacidad de carga del ecosistema.
11. En el desarrollo de distritos y/o parques acuícolas se deberán utilizar especies nativas para su cultivo y aprovechamiento.	Se utilizarán especies nativas para su cultivo y aprovechamiento.
12. En el desarrollo de la actividad acuícola se deberá aplicar tecnología compatible con el medio ambiente.	Se aplicará tecnología compatible con el medio ambiente
13. El desarrollo de actividades acuícola deberá ser compatible con el medio ambiente y actividades colindantes.	La actividad acuícola es compatible con el medio ambiente y actividades colindantes.
14. Aquellos proyectos que propongan la introducción de especies de interés comercial en cualquier cuerpo de agua, deberán contar con la Autorización en Materia de Impacto Ambiental que contemple una evaluación ecológica de su comportamiento y de sus estrategias adaptativas, que determinen si dichas especies no desplazarán a las nativas ni ocasionarán impactos negativos al ecosistema.	Este documento (MIA) es con el fin de obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental.
15. En la introducción de especies de interés comercial en cualquier cuerpo de agua deberán considerarse los riesgos de enfermedades y plagas, así como las medidas de prevención y control de estas, y la legislación en la materia.	La empresa implementará un Programa o Protocolo de Sanidad Acuícola en coordinación con CESAIBC.

La Laguna Manuela se encuentra entre tres subsistemas terrestres o Unidades de Paisaje: Morro Santo Domingo al norte (Subsistema 3.2.Qp.4.4.c-3) y Bocana Ojo de Liebre al sur (Subsistema 3.2.Qp.4.4.c-5) catalogados como áreas de Preservación y el Ejido Villa Jesús María (subsistema 3.2.Qp.4.1.c) catalogada como área de Aprovechamiento Sustentable.

En el Ordenamiento Ecológico como en la Zonificación del Área de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios, propuesta en el Plan de Manejo para el Área Natural Protegida se establece una zona principal denominada Zona de Amortiguamiento que se divide en distintas subzonas.

La Zona de Preservación recibe mayor protección y cuidado para mantener las condiciones naturales originales ya que contiene ecosistemas especialmente relevantes o frágiles. Abarca una superficie total de 58 mil 336.21 hectáreas, comprendida en cuarenta y cinco polígonos.

Esta subzona incluye áreas con buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación, tales como el sistema de

dunas más destacado del Valle de los Cirios, que se encuentra en el extremo suroeste del Área Natural Protegida, dentro del ejido El Costeño. Este sistema incluye la península cubierta por dunas en buen estado que separa a la Laguna Manuela del mar, conocida como La Lengüeta.

Abarca, además, los terrenos nacionales que se encuentran en el Área Natural Protegida, ubicados en la parte central y más elevada de la Sierra de la Asamblea, limitando con los ejidos Galeana, Tierra y Libertad, Juárez y Revolución, y los localizados en las estribaciones occidentales de la Sierra de la Libertad, que limita con los ejidos: Nuevo Rosarito y El Costeño. Estos dos terrenos se encuentran dentro de la región terrestre prioritaria de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO): sierras La Libertad-La Asamblea y contienen ecosistemas relictuales muy bien conservados.

### **III.4. ÁREAS PRIORITARIAS Y PROTEGIDAS**

#### **IV.4.1. Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios**

Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de Los Cirios (APFFSVC).

El área del proyecto se localiza completamente en zona marina, motivo por el cual no incide dentro de esta área de protección de flora y fauna, sin embargo, está rodeada de tierra, áreas en que sí se incluyen. Por este motivo pasamos a describir esta Área de protección.

El Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios es el Área Natural Protegida con mayor extensión terrestre en México y la segunda en extensión total. Con una superficie de dos millones 521 mil 987.61 hectáreas representa más del 10 por ciento de la superficie protegida de todo el país. Ubicada en la región localizada en el desierto sonorense, es la más extensa y prístina, por lo que su continuidad e integridad forman la red de unidades de paisaje más extensa de los desiertos norteamericanos.



El territorio que abarca el Área Natural Protegida se extiende desde la mitad de la península de Baja California, del paralelo 28° de latitud N, hasta el paralelo 30° de latitud N; constituye el tercio sureño del estado de Baja California y la mitad desértica del municipio de Ensenada. Es importante mencionar que el APFFSVC colinda en su límite sur con la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno ubicada en la parte norte del estado de Baja California Sur, con la Reserva de la Biosfera (RB)

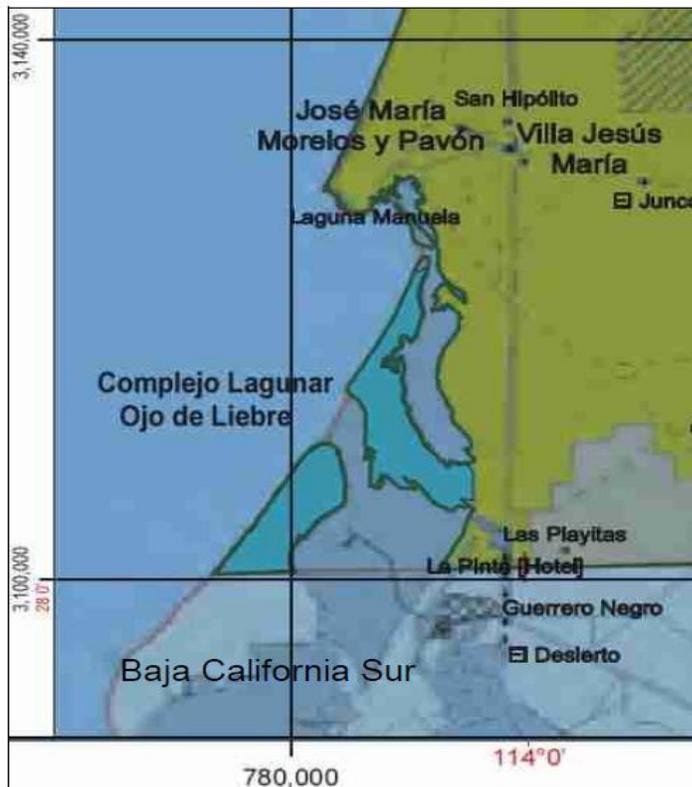


Figura 20. Sub-zonificación alrededor de la Laguna Manuela: Áreas de Protección y Áreas de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas  
1. Fuente: mapa de Zonificación APFFS – Valle de los Cirios y Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California, 2014.

Preservación, 2) de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales, 3) de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas 1, 4) de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas 2, 5) de Aprovechamiento especial, 6) de uso Público 1, 7) de uso Público 2 y 8) de Asentamientos Humanos.

Sin embargo, la Laguna Manuela no está incluida dentro del APFFS-VC por ser un cuerpo de agua marina costera, es por ello por lo que no está clasificada dentro de alguna categoría. A la fecha y desde hace más de una década, en la laguna Manuela se realizan actividades de cultivo de

Complejo Lagunar Ojo de Liebre con las lagunas Guerrero Negro y Manuela, y al este con la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes.

El Programa de Manejo del Área de Protección presenta 6 Subprogramas de Conservación: Subprogramas de Protección, de Manejo, de Restauración, de Conocimiento, de Cultura y de Gestión. Además, Con la finalidad de conservar los ecosistemas y la biodiversidad existente en el Área Natural Protegida, así como delimitar territorialmente la realización de actividades dentro del mismo, se establecieron ocho (8) Subzonas y cada una de ellas dividida en diversos polígonos. Estas Subzonas son: 1) de

moluscos bivalvos, y por ese motivo mencionan a continuación la sub- zonas que circundan la laguna.

- La Subzona de Preservación incluye áreas con buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación, tales como el sistema de dunas más destacado del Valle de los Cirios, que se encuentra en el extremo suroeste del Área Natural Protegida, dentro del ejido El Costeño. Este sistema incluye la península cubierta por dunas que separa a la Laguna Manuela del mar, conocida como La Lengüeta.
- Los campos costeros se dedican predominantemente a actividades pesqueras o turísticas. En el Área Natural Protegida existen algunos campos pesqueros dispersos y temporales a lo largo de ambas costas. En los poblados hay mayor diversificación de actividades mientras que en las localidades pequeñas la actividad prevaleciente es la pesca o la ganadería. Desde la década de 1950 se han desarrollado dos pueblos eminentemente pesqueros: Bahía de los Ángeles, en el Golfo de California y Santa Rosalita, en el Océano Pacífico. Sin embargo, hay otros poblados como Villa Jesús María, José María Morelos y Pavón y Nuevo Rosarito, donde parte de los habitantes son pescadores. Se estima que hay alrededor de 500 pescadores en el Área Natural Protegida que realizan sus actividades en la zona de influencia de esta. La mayoría de los pescadores residentes están organizados en cooperativas pesqueras. Cerca de 17 cooperativas tienen presencia en el ANP. Las actividades productivas principales de los pobladores del ANP son la ganadería, la pesca, el turismo y en menor medida, la agricultura, así como la explotación de recursos pétreos y minerales, observándose una pequeña participación del sector Terciario relacionada con los servicios turísticos y el comercio en pequeña escala.

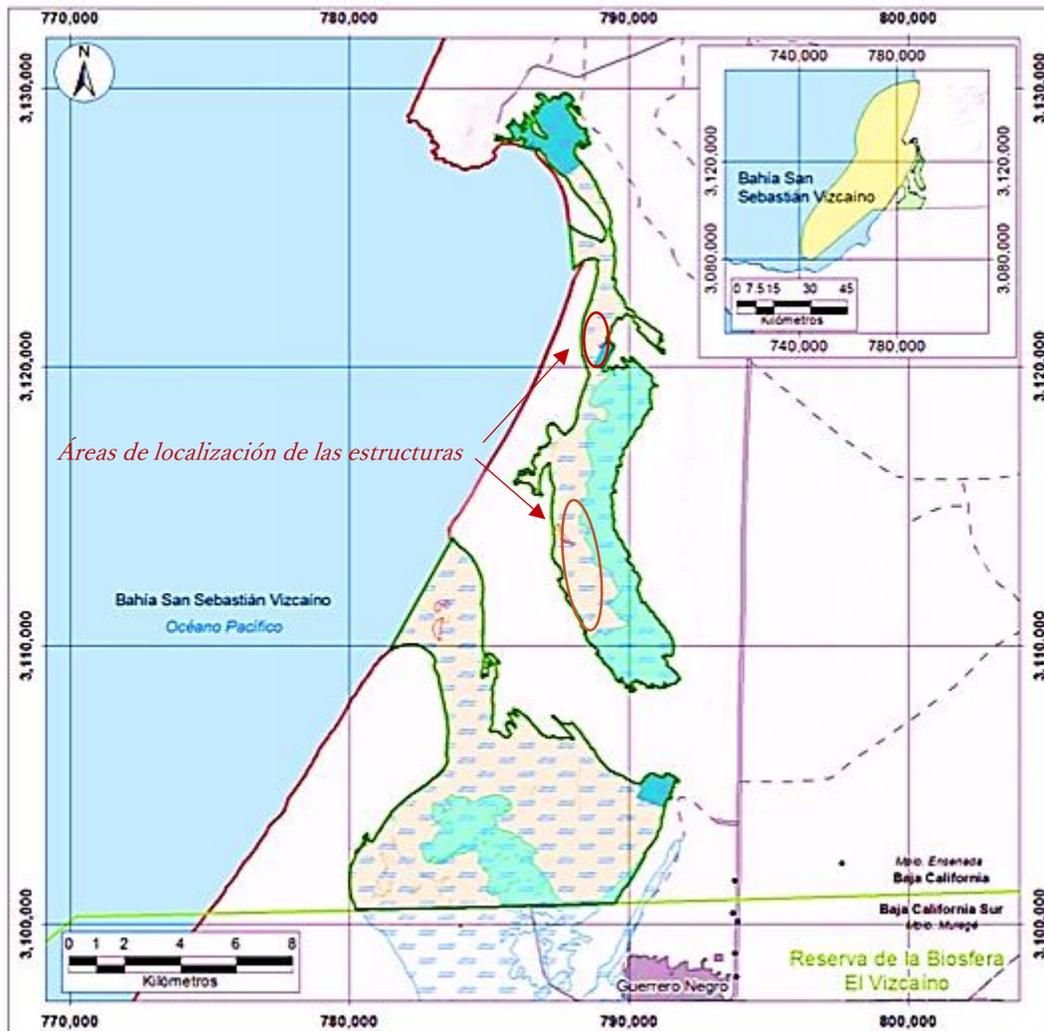
#### **IV.4.2. Reserva de la Biosfera Complejo lagunar Ojo de Liebre**

El 14 de enero de 1972 se publicó y decretó en el Diario Oficial de la Federación como Zona de Refugio para ballenas y ballenatos, las aguas del área de la Laguna Ojo de Liebre, ubicadas en el Estado de Baja California Sur. Posteriormente, se realizó una modificación publicada también en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de marzo de 1980, en donde se declara Zona de Refugio para ballenas y ballenatos, las aguas del Complejo Lagunar Ojo de Liebre que comprende la Laguna del mismo nombre, así como las lagunas denominadas Manuela y Guerrero Negro. Por último, el 7 de junio del 2000 se publicó en el D.O.F. el ACUERDO que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal, entre ellas, el Complejo



Lagunar Ojo de Liebre que tendrá el carácter de Reserva de la Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre. En 2016 su Programa de manejo se publicó.

TA



Como  
no se  
aprov

nde  
a de

De acuerdo con su programa de manejo, en esta área se permiten y prohíben las siguientes actividades:

Figura 21. Áreas que comprenden la Reserva de la Biosfera Ojo de liebre. En azul celeste, se observan las áreas de preservación, en beige las áreas de aprovechamiento sustentable de los recursos lagunares y en azul las áreas de uso público del complejo lagunar

Tabla 11. Actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales de la RB Ojo de Liebre

Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Lagunas	
Actividades Permitidas	Actividades no Permitidas
1. Acuicultura, exclusivamente con especies de bivalvos nativos de la Reserva y de ostión japonés ( <i>Crassostrea gigas</i> y <i>C. gigas kumamoto</i> )	1. Alimentar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre
2. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	2. Alterar o remover pastos marinos
3. Colecta científica de recursos biológico forestales	3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres
4. Construcción de obra pública y privada de apoyo al turismo de bajo impacto ambiental, a la acuicultura y a la administración y manejo de la Reserva	4. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua
5. Educación ambiental	5. Construcción de obra pública o privada, salvo de apoyo al turismo de bajo impacto ambiental, a la acuicultura y a la operación de la Reserva
6. Fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio	6. Interrumpir, desviar, rellenar, represar o desecar flujos hidráulicos o cuerpos de agua
7. Instalación de infraestructura artificial con fines de refugio de langosta	7. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
8. Investigación científica y monitoreo del ambiente	8. Realizar actividades de dragado o de cualquier naturaleza que remuevan los pastos marinos, generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas fangosas o limosas
9. Mantenimiento de infraestructura y caminos existentes	9. Uso de redes de arrastre
10. Pesca, sin utilizar métodos o artes de pesca que implique el bombeo de aire o agua, provoque la suspensión de sedimentos o el enmallamiento de ballenas	10. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento pesquero u observación de ejemplares de la vida silvestre, salvo colecta, investigación científica y monitoreo del ambiente
11. Señalización con fines de administración y manejo de la Reserva	11. Utilizar métodos o artes de pesca que implique el bombeo de aire o agua, provoque la suspensión de sedimentos o el enmallamiento de ballenas
12. Tránsito de embarcaciones	
13. Turismo de bajo impacto ambiental	

El proyecto, por tanto, se encuadra dentro del ítem 1 de actividades permitidas.

#### IV.4.3. Áreas prioritarias

##### A. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA's)

El área del proyecto se localiza en el interior del AICA No.12- Complejo Lagunar Ojo de Liebre.

En el Anexo B2 se presenta en detalle las principales características de esta AICA.

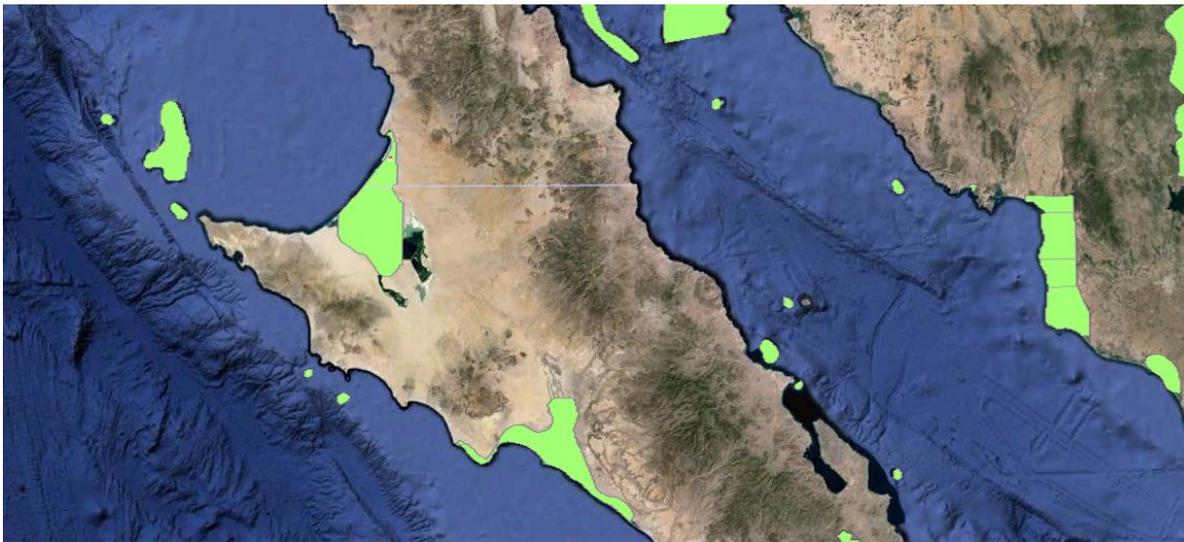


Figura 22. Localización respecto a las AICAs

#### IV.4.4. Regiones prioritarias

##### A. Región Marina Prioritaria

El área se localiza en la RMP No.2- El Vizcaíno que se extiende en una superficie de 35,678Km<sup>2</sup>, abarcando las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro, Laguna Manuela y una fracción importante de Bahía Vizcaíno, Una ficha descriptiva se encuentra en el Anexo B3 que acompaña este estudio.

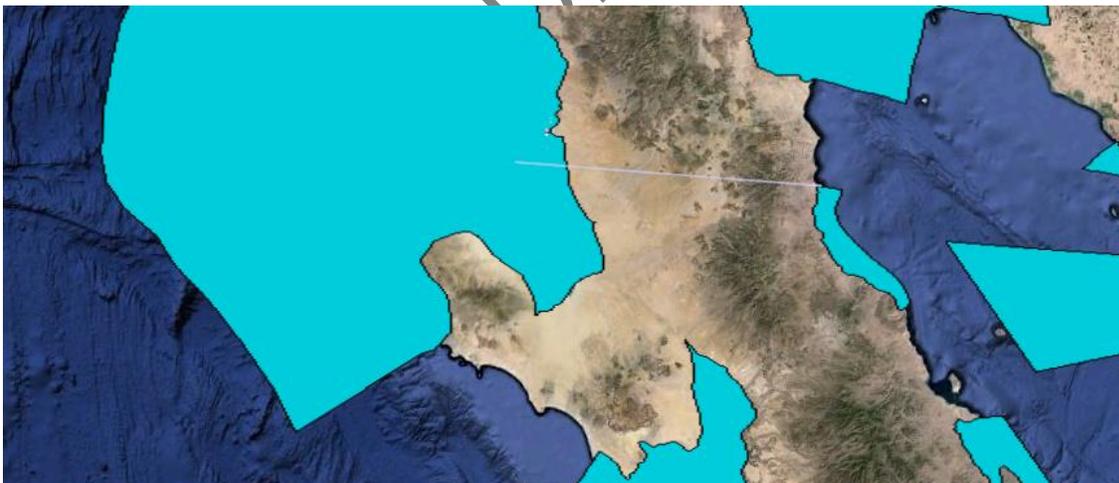


Figura 23. Localización respecto a las RMPs

##### B. Región Terrestre Prioritaria

El proyecto se localiza en la Región Terrestre Prioritaria No.5 - El Vizcaíno-El Barril. Detalles de esta RTP se observa en el Anexo B4.



Figura 24. Localización respecto a las RTPs

C. *Región Hidrológica Prioritaria*

El proyecto no se localiza en Región Hidrológica Prioritaria

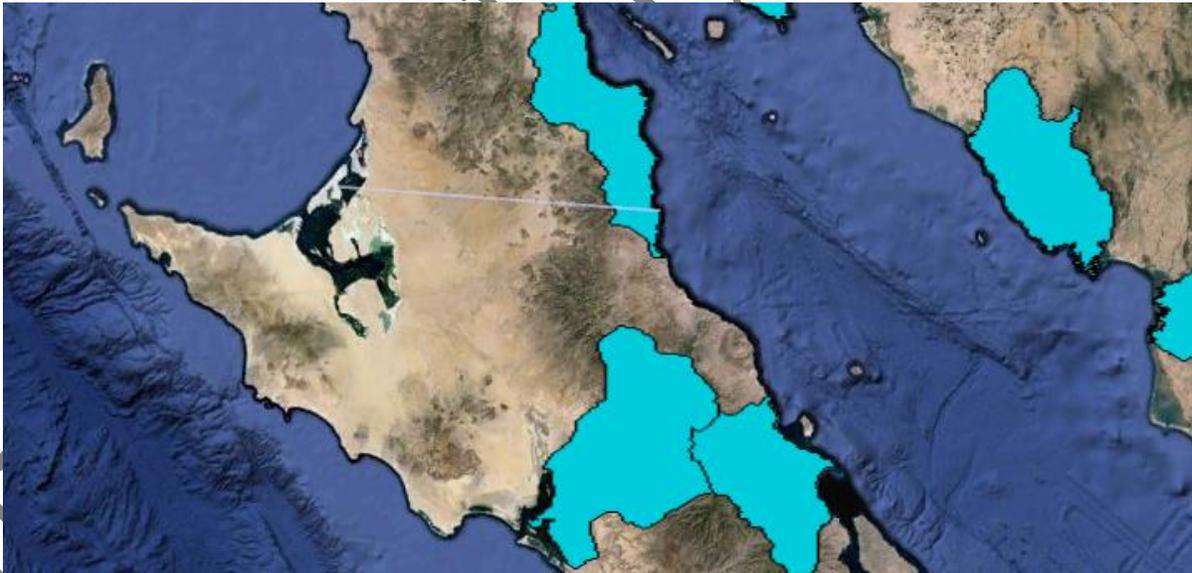


Figura 25. Localización respecto a las RHPs

**III.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

A. *En materia acuícola*

Control sanitario

La calidad de prácticamente todos los productos derivados de la actividad acuícola, depende principalmente de la calidad y condiciones sanitarias del cuerpo de agua en el que la actividad se desarrolla. Siendo organismos filtro alimentadores, las características de productividad y calidad



del agua determina las condiciones de “gordura” en las que se logra el producto, mientras que las características sanitarias, condicionan el que los productos puedan acceder debidamente certificados en términos sanitarios a los mercados nacionales e internacionales.

Estos aspectos; buenas tasas de crecimiento y calidad sanitaria de las zonas de cultivo, resultan fundamentales en términos de la rentabilidad o factibilidad financiera del proyecto por un lado y de su viabilidad en términos de riesgo a la salud pública, por el otro.

Para determinar la calidad sanitaria de un cuerpo de agua, generalmente se han utilizado a las bacterias coliformes como indicadores de la contaminación. Dentro de las explicaciones de razón pública que establece el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB, 1989) se identifican tres razones:

- Los coliformes son microorganismos provenientes de excretas de animales de sangre caliente.
- La correlación positiva entre la contaminación provocada por descargas de aguas residuales en las áreas de producción de moluscos y el brote de ciertas enfermedades ha sido ampliamente documentada.
- Las enfermedades infecciosas producidas por moluscos bivalvos, se transmiten por vía fecal y ruta oral.

Las investigaciones epidemiológicas sobre brotes de enfermedades provocadas por el consumo de moluscos bivalvos conducidas entre los años 1914 a 1925 por el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica (periodo en el que los brotes de enfermedades atribuibles al consumo de moluscos bivalvos tuvieron la mayor prevalencia), indican que la fiebre tifoidea u otras enfermedades entéricas, no podían ser imputables a moluscos cosechados en cuerpos de agua en donde no más del 50% de muestras de agua resultaban positivas con coliformes (concentraciones superiores a 70 NMP/100 ml, aproximadamente), esas muestras fueron obtenidas de áreas que no estaban sujetas a contaminación directa (PMSMB, 1989).

Con fundamento en numerosos antecedentes como el mencionado, en México el control sanitario de las zonas de cultivo de moluscos bivalvos queda establecido en la Norma Oficial

Mexicana NOM-031-SSA1-1993, estableciendo que un área aprobada para la producción de moluscos bivalvos, en términos de la presencia de microorganismos, es aquella que cumple con las siguientes especificaciones:

MICROORGANISMOS: Bacterias coliformes totales

LIMITE MÁXIMO: La mediana o el promedio geométrico del NMP de bacterias coliformes en el agua, no debe exceder de 70 NMP/100 ml, y no más del 10% de las muestras debe exceder a 230 NMP/100 ml de la prueba de dilución decimal en 5 tubos o 330 NMP/100 ml cuando se utiliza la prueba de dilución decimal de 3 tubos.

MICROORGANISMOS: Bacterias coliformes fecales

LIMITE MÁXIMO: La mediana o el promedio geométrico de coliformes fecales NMP en el agua no excederá de 14 NMP/100 ml, y no más del 10% de las muestras excederá de 43 NMP/100 ml para la prueba de dilución decimal de 5 tubos con tres diluciones o 49 NMP/100 ml para la prueba de dilución decimal de 3 tubos.

Con fundamento en las disposiciones de la norma oficial mexicana señalada, la zona denominada “Laguna Manuela” se clasificó como ÁREA APROBADA en el año de 2001, para el cultivo de moluscos bivalvos; lo anterior con base en los resultados de coliformes fecales en el agua de mar, los cuales se encontraron dentro de los criterios establecidos por el PMSMB para dicha clasificación. Además, en el 2005 recibió la clasificación de área remota, debido a las condiciones de aislamiento y la casi nula presencia de asentamientos humanos (PMSMB, 2010).

Desde entonces, el Comité en el Estado de Baja California del PMSMB, con el apoyo de los productores realiza constantes y periódicos monitoreos, conduciendo de manera permanente el programa de control sanitario de la calidad del agua y del producto, en las áreas en donde se desarrollan actividades acuícolas, lo que garantizará la aplicación oportuna de las medidas necesarias para el mantenimiento de la certificación de la zona. La logística de campo será determinada por el propio comité.

#### *B. Control de enfermedades*

Para el abatimiento del riesgo de la introducción y diseminación de enfermedades en organismos cultivados y/o hacia las poblaciones de fauna silvestre se dispone de los siguientes ordenamientos.

- NOM-010-PESC-1993, establece los requisitos Sanitarios para la Importación de Organismos Acuáticos vivo en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinadas a Acuicultura u Ornato, en el territorio nacional (DOF 16/08/94).
- NOM-011-PESC-1993, regula la aplicación de cuarentenas, a efectos de prevenir la introducción y/o dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos, en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos (DOF 16/08/94).
- PROY-NOM-022-PESC-1994, establece las Regulaciones de Higiene y su Control, así como la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos en las instalaciones y Procesos de las Granjas Acuícolas (DOF 26/01/95).



- NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

En atención a esta norma, durante las etapas de preparación del sitio así como de la operación del proyecto; los únicos vehículos, que reúnen características para ser considerados en esta norma, que transitarán por el proyecto serán propiedad del promovente; en caso contrario se establecerá, en el contrato respectivo con la persona física y moral con quien se arrienda alguno, la necesidad o condicionante de que cada uno de los vehículos catalogados en esta norma cumplan con las verificaciones correspondientes que marque la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y el Gobierno del Estado; de manera tal que con esto se asegure que los mismos no rebasen los límites máximos permisibles contemplados en dicha norma.

- NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente. Se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

Se realizó la revisión de la presente norma, sin embargo, ninguna de las etapas del proyecto considera alguna fuente fija que pueda ser considerada en esta norma y que, por lo tanto, pueda rebasar los límites máximos permisibles de emisión de ruido.

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

El proyecto se localiza dentro de la Laguna Manuela, dentro de La Reserva de la Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre, la cual abarca una superficie de 10 mil 931.157446 hectáreas y se localiza en el extremo suroeste del municipio de Ensenada, Baja California.

Cabe mencionar que esta Área Natural Protegida limita al sur con la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno y al norte con el Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios.



Figura 26. Poligonales de la RB Complejo Lagunar Ojo de Liebre

El Complejo lagunar Ojo de Liebre es un sistema integrado por tres lagunas costeras que se intercomunican con aguas de la Bahía Vizcaíno a través de bocas independientes denominadas



Laguna Manuela, Laguna Guerrero Negro y Laguna Ojo de Liebre (muy conocida por ser una de las zonas de reproducción de la ballena gris). Estas lagunas se encuentran separadas una de otra por grandes extensiones de dunas, cuyo material ha sido transportado por la acción del viento, desde la zona de playa (barras arenosas) y a través de las lagunas, hacia tierra firme. El campo de dunas de aproximadamente 6 m de altura está constituido por dunas transversas uniformemente espaciadas con forma de medialuna, de manera que cubren un área de aproximadamente 40 km<sup>2</sup>. Este Complejo está catalogado como “Reserva de la Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre”.

La Laguna Manuela se localiza en el sur del Municipio de San Quintín, Delegación Villa Jesús María. Se encuentra entre las coordenadas 28° 12' y 28° 17' de latitud norte y 114° 06' y 114° 07' de longitud oeste. Se extiende a lo largo de unos 20 km., paralela a la línea de costa y tiene una superficie aproximada de 2,700 ha. Está separada y protegida de la zona marina (Bahía Vizcaíno) por una larga barrera o dunas de arena, abriendo al mar por dos bocas, una pequeña en el extremo norte y otra más grande localizada en el primer tercio de su longitud.

Las condiciones de corriente, temperatura, oleaje y preservación y conservación hacen de Laguna Manuela un sitio idóneo para el cultivo del ostión japonés. Sus características abióticas y bióticas permiten cultivar adecuadamente, al mismo tiempo que la actividad productiva no afecta al medio por su técnica de cosecha, la cual se describe a continuación.

#### **IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL SISTEMA AMBIENTAL**

Antes del desarrollo de los puntos relacionados con el medio natural y socioeconómico, es necesario definir el marco ambiental que abarcará la búsqueda y elaboración de la información indispensable para integrar un cuadro de conjunto que permita evaluar los impactos provocados por la implementación del proyecto.

Para ello, se ha determinado el definir a priori el área en donde incidirá el proyecto y a la cual se le ha denominado área de influencia.

La delimitación del área de influencia parte de los efectos hipotéticos que la obra o actividad tendrá sobre el medio natural en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Para ello, deben considerarse no sólo los efectos directos a corto plazo, sino también aquellos que se manifiestan a mediano y largo plazo.

Las modificaciones sobre el medio pueden ser de carácter positivo o negativo, entendiéndose que en ambos casos hay un cambio a partir del estado original, por lo que se deberán considerar en la delimitación de la zona o zonas en las que el proyecto incidirá.

El área en la cual incidirá el proyecto en el medio natural difiere sustancialmente de la del medio socioeconómico, ya que este último pueden abarcar grandes extensiones del territorio nacional en donde no se pueden observar los impactos ambientales; un ejemplo de ello son los impactos positivos que los proyectos de pavimentación pueden ocasionar hacia el medio socioeconómico, los cuales se pueden observar desde el nivel local, hasta el nivel regional. Por ello, la definición del área de influencia considera únicamente a aquellas variables que inciden sobre los elementos del medio natural.

#### **V.1.1. Localización del proyecto**

Considerando la zonificación administrativa, el proyecto se localiza en el Municipio de San Quintín, en la Delegación Villa Jesús María. Considerando el medio abiótico, el proyecto no se localiza en tierra, pero en aguas que reciben las corrientes que hacen parte de la RH2, Cuenca C, Subcuencas e y f.

#### **V.1.2. Área de influencia**

Es importante señalar la relevancia que implica contar con una área de influencia lo más representativa posible, ya que la estabilidad y permanencia de los ecosistemas dependen en gran medida del manejo y control de las fuerzas desestabilizadoras que actuarán sobre él, y la idea de tomar como área de influencia una unidad completa de manejo (por ejemplo la subcuenca o el área de mayor afectación a los componentes ambientales) garantiza la visión integral de sus componentes y de la factibilidad de sus cambios en el sistema.

Una medida biofísica ampliamente usada es la cuenca o microcuenca, sin embargo, por la localización del proyecto, se ha considerado que el análisis de la subcuenca no aplica. Por ello se estima más adecuado considerar el área de la Laguna Manuela y la costa adyacente.

Si incluimos al medio socioeconómico, hay que considerar que cualquier tipo de construcción tiene efectos cercanos y lejanos y en última medida pudiera estimular el sector de materiales, construcción u otros de localidades muy apartadas. Para este proyecto, por el tipo de material que requiere, los impactos podrán medirse a nivel municipal o estatal.



### V.1.3. Área de caracterización ambiental

Considerando que la delimitación por microcuenca se hace muy extensa para el área de apreciación ambiental, se optó por definir el espejo de agua de la Laguna Manuela como área de caracterización ambiental.



Figura 27. Área de caracterización ambiental

Debido a que el proyecto es de tipo puntual las variables empleadas tienen relación con el área aledaña a considerar para la caracterización del entorno ambiental.

Para la delimitación del área de influencia, se consideraron dos etapas:

1) La primera se efectuó en la salida de campo realizada para el estudio, considerando de manera hipotética las afectaciones que pueden generar los criterios siguientes:

- Afectaciones a la flora y fauna.
- Afectaciones a los recursos a cuerpos de agua.
- Afectaciones al aire.

2) La segunda etapa se efectuó después de la evaluación de impactos, y consistió en el ajuste del área de influencia a los resultados de la

evaluación de los criterios señalados en el anterior inciso.

Considerando el procedimiento arriba descrito, se evaluaron los criterios resultando:

Afectaciones a cuerpos de agua

- i. Los residuos domésticos y fisiológicos pueden afectar el lecho del arroyo y la calidad del agua marina.
- ii. El mismo efecto se tendría si se despejan aguas grises en zonas de playa
- iii. Sustancias y residuos peligrosos afectarían los cuerpos de agua, principalmente si arrojados directamente a ZFMT y o al mar.

En cuanto a las afectaciones de flora y fauna encontramos:

- i. La disposición de basura a cielo abierto puede atraer fauna nociva que desplaza especies nativas y/o altera el sistema y balance ecológico.

- ii. La falta de cuidado de trabajadores puede afectar la biota marina o la flora y fauna en el área de costa.
- iii. Sus recorridos por los alrededores, también pueden afectar la flora y el hábitat de fauna en otras partes del Sistema Ambiental.
- iv. Los ruidos podrán espantar la fauna, desde pequeñas lagartijas hasta aves.

#### Afectación a la calidad del aire

- i. Calidad del aire. El uso de vehículos y pangas afectará la calidad del aire en caso de emisiones de dióxido de carbono y otros gases.
- ii. Olores. Los olores provenientes del uso de vehículos, a causa de los combustibles que utilizan, serán extraños y afectarán a la microfauna y probablemente la vegetación aledaña.
- iii. Ruido. El nivel de ruido se incrementará en la zona durante la fase de construcción, pero no se alterará significativamente durante la etapa de operación.

#### Afectación al medio socioeconómico

- i. Empleos. Se generarán empleos para la población local y regional
- ii. Economía local. El requerimiento de insumos e instalaciones puede aportar a la economía del municipio y el estado.

Como se observa todos estos impactos son puntuales y afectarán directamente el área del proyecto. Las posibilidades de afectación a otros medios, como el terrestre, no es posibles más allá de las zonas de costa.

## **IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL**

### **V.2.1. Medio abiótico**

#### *A. Clima*

##### *i. Clasificación y descripción*

De acuerdo con la síntesis geográfica del estado de Baja California (INEGI, 1996), los climas en el estado son secos y extremosos en su mayoría, Si bien las precipitaciones son escasas en todo el estado, es en las costas del Golfo de California en donde se observan una menor incidencia de todo el país. Esto es especialmente cierto en la zona del delta del río Colorado, en donde se registran medios anuales son cercanos a 40mm.

La altitud también es un factor importante ya que el estado cuenta con una cadena montañosa denominada “Juárez y San Pedro Mártir” en cuyas cimas y mesetas altas observamos los climas templados y semifríos (ambos subhúmedos). Fuera las cadenas montañosas los climas que se distribuyen son del tipo seco, con regímenes de lluvia invernales.



De hecho, las lluvias invernales son una característica de todos los climas del estado, es decir los templados, semifríos de las cumbres y los muy secos excepto la costa del Golfo de California, como se mencionó anteriormente

El proyecto se localiza dentro del clima seco semicálido, el cual se destaca dentro de la entidad por ser el clima más cálido. Se considera un clima extremo, con altas temperaturas en el día, especialmente en los meses de julio y agosto. Las lluvias escasas de 100mm promedio en todo el año, con amplia excedencia de evaporación por sobre la precipitación. La vegetación que acompaña este tipo de clima destaca por ser del tipo matorral.

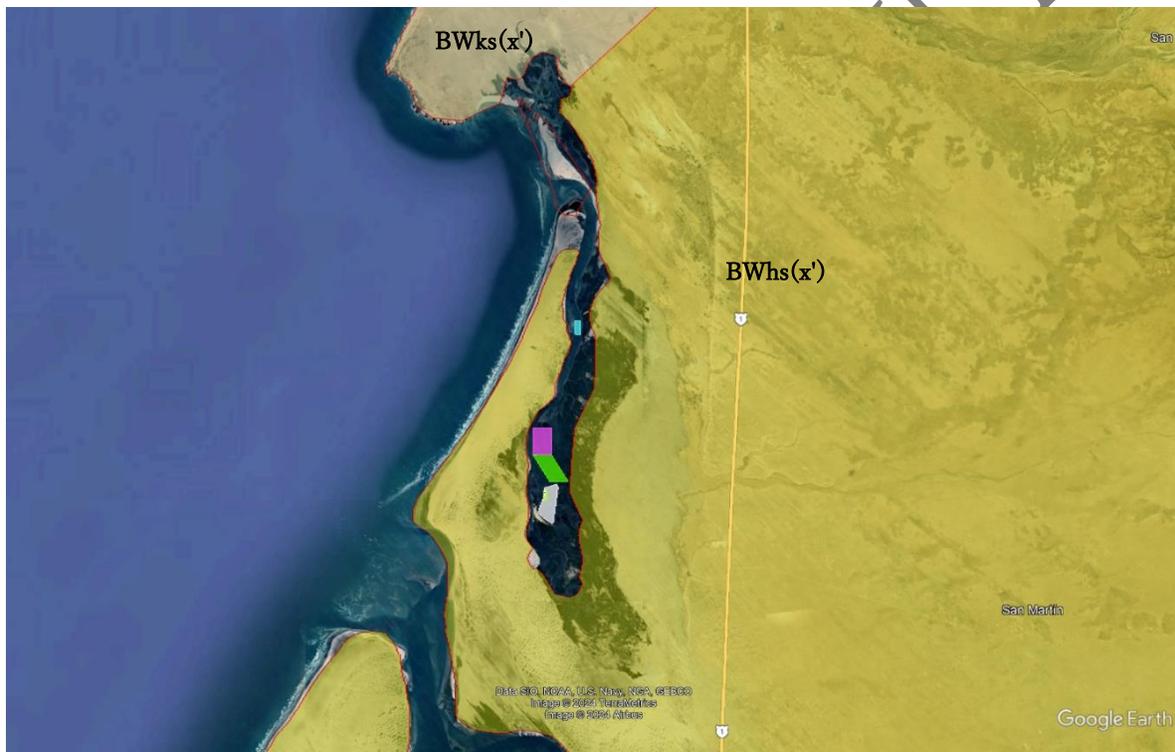


Figura 28. Localización del proyecto según el clima

Este subtipo hace parte del Grupo de climas (BW) secos con lluvias en verano, mismo que se distribuye en la mayor parte del territorio del estado de Baja California Sur desde el nivel del mar y hasta los 1650msnm. Su temporada de lluvias capta 85% (agosto-octubre) de la precipitación total anual y para el cual se distinguen tres tipos.

El tipo de clima muy seco es el tipo que tiene mayor distribución en la entidad, presenta precipitación escasa (menor a 300mm), salvo el sureste de entidad (donde se localiza el proyecto) en donde excede esta marca.

Este tipo de clima es extremoso con temperaturas máximas diurnas principalmente en los meses de julio a septiembre, donde la evaporación excede en gran medida la precipitación. Dentro de este tipo, se distribuyen dos subtipos en la Entidad.

Como se dijo anteriormente, el clima en el área del proyecto se describe como BW<sub>hs</sub>(x'), el cual se describe a continuación:

Tabla 12. Clasificación de clima en el área del proyecto

Clave BW <sub>hs</sub> (x')		
B	Unidad de clima	Seco
BW	Tipo de climas	Muy Secos
h	Condición de temperatura:	Semicálido con invierno fresco Temperatura media anual 18° a 22°C y de mes más frío <18°C
s	Régimen de lluvia de invierno	El mes más húmedo del periodo noviembre-marzo recibe por lo menos tres veces mayor cantidad de precipitación que en el mes más seco del año.
(x')	Porcentaje de lluvia invernal	>10.2mm para lluvia de verano y <36mm para lluvia de invierno

## ii. Temperatura

De acuerdo con el posicionamiento de las estaciones climatológicas, el proyecto se encuentra a distancias similares de las estaciones climáticas 02012, localizada en el Ejido José María Morelos, en las coordenadas 28°18'00" N y 114°01'33" W a 20msnm, y 03174, localizada en Guerrero Negro (estado de Baja California Sur), en las coordenadas 27°58'5.02"N y 114°2'44.99"O.

De acuerdo con los datos de la estación 02012, las temperaturas medias anuales para el periodo 1970-2001 que van de 13.2 a 22.2°C y para el periodo 1981-2010 que oscilan entre los 13 a 21.7°C. La temperatura media del mes más cálido varía entre 25 a 40°C y pertenece a septiembre; el mes más frío, enero, registra intervalos de variaron de -5.5 a 4.0°C.

El promedio de las temperaturas máximas atmosféricas es de 36.8°C con un valor máximo extremo de 45°C registrado el 19 de octubre de 2006. El promedio de las temperaturas mínimas es de 13.3°C, con una mínima mensual de 1.1°C y un valor mínimo extremo de -5.5°C registrado el 08 de enero de 1971.





Figura 29. Temperaturas promedio mensual para el periodo 1970-2001. SMN.CONAGUA.

iii. Radiación Solar – incidencia solar.

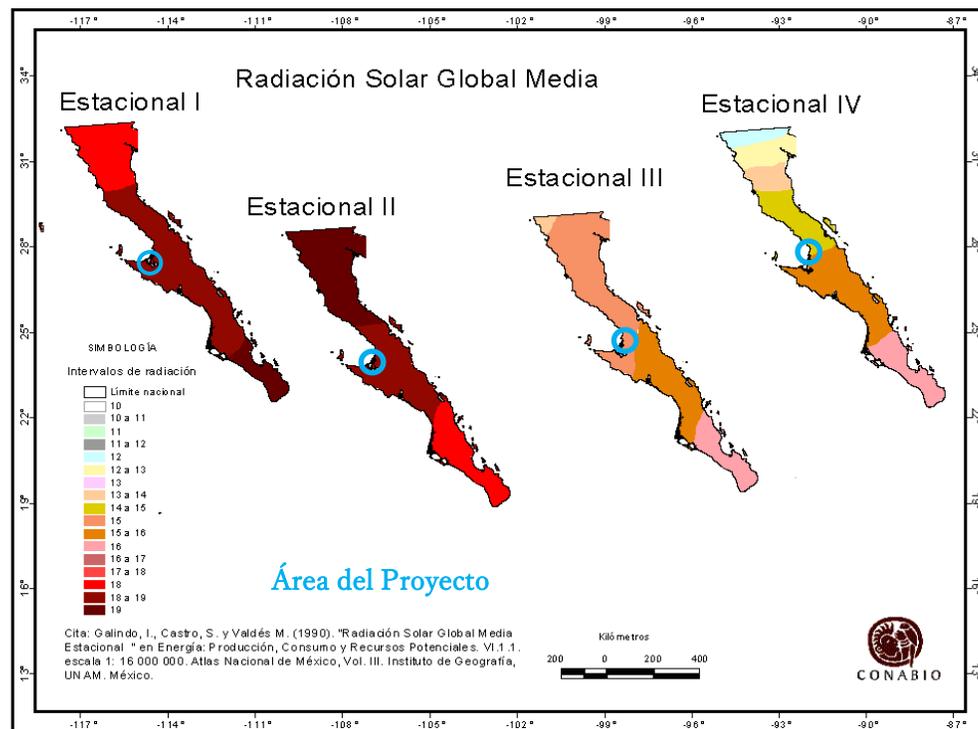


Figura 30. Radiación solar global media estacional I (primavera), II (verano), III (otoño) y IV (invierno)

El área de estudio se encuentra en la zona de alta radiación solar por su ubicación geográfica y condiciones climáticas. En primavera y verano la zona presenta valores de 18-19mjoules/m<sup>2</sup>; en otoño 15mjoules/m<sup>2</sup> e invierno la radiación solar global media anual es de 14-15mjoules/m<sup>2</sup>.

El mapa en la Figura 30 muestra la radiación solar global de la península de Baja California, en cada estación. Fue determinada con el método de Tarpley (1979) y validada para la República Mexicana por Galindo (1987).

iv. *Insolación*

El Sistema Ambiental se encuentra dentro de la región del noroeste con valores de insolación anual entre 2,200 y 2,600 horas al año, como se observa en la Figura 31.

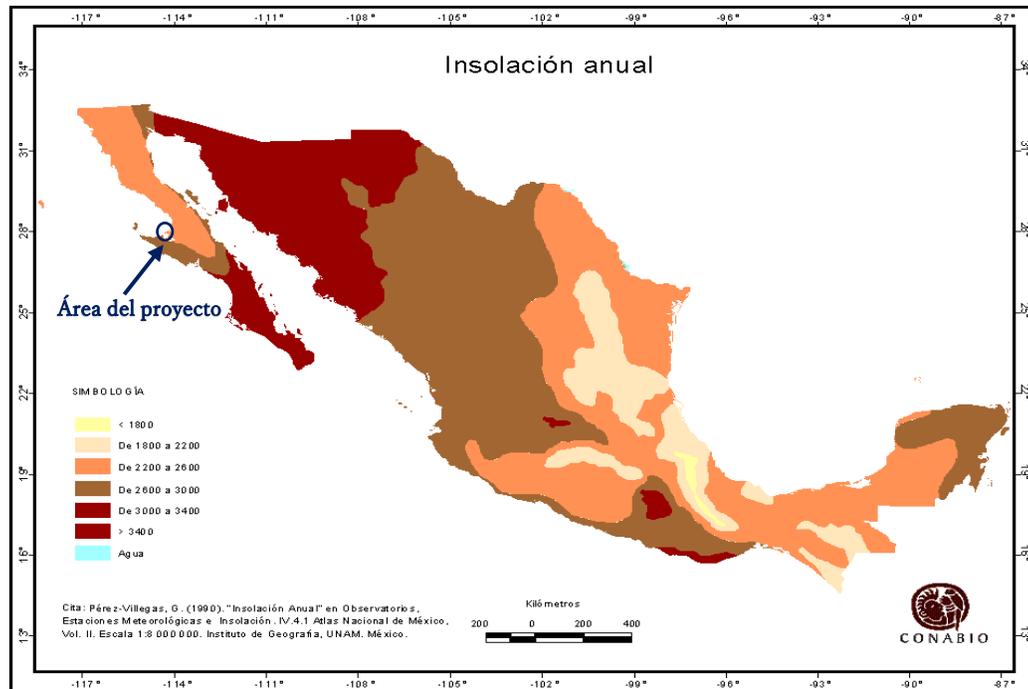


Figura 31. Insolación anual en el territorio mexicano (en horas). Pérez-Villegas, 1990

v. *Precipitación*

La región presenta dos regímenes de lluvias, uno de octubre a marzo con aproximadamente el 85% de precipitación y el otro de abril a septiembre con cerca del 15% de lluvias. Los días con nieblas son muy poco frecuentes. La precipitación mensual más alta se presenta en diciembre, con un rango entre 0.0 y 93.4mm. Los meses más secos son abril, mayo y junio, en los que con frecuencia la precipitación mensual es menor de 0.1mm.

De acuerdo con García (1998), la precipitación total anual es de 50 a 100, mientras que la media anual se maneja entre los 0 y 125mm de acuerdo con Vidal-Zepeda (1990) y la moda de precipitación anual corresponde a al rango 0.1-50 de acuerdo con García (1990). Ver Figura 32.

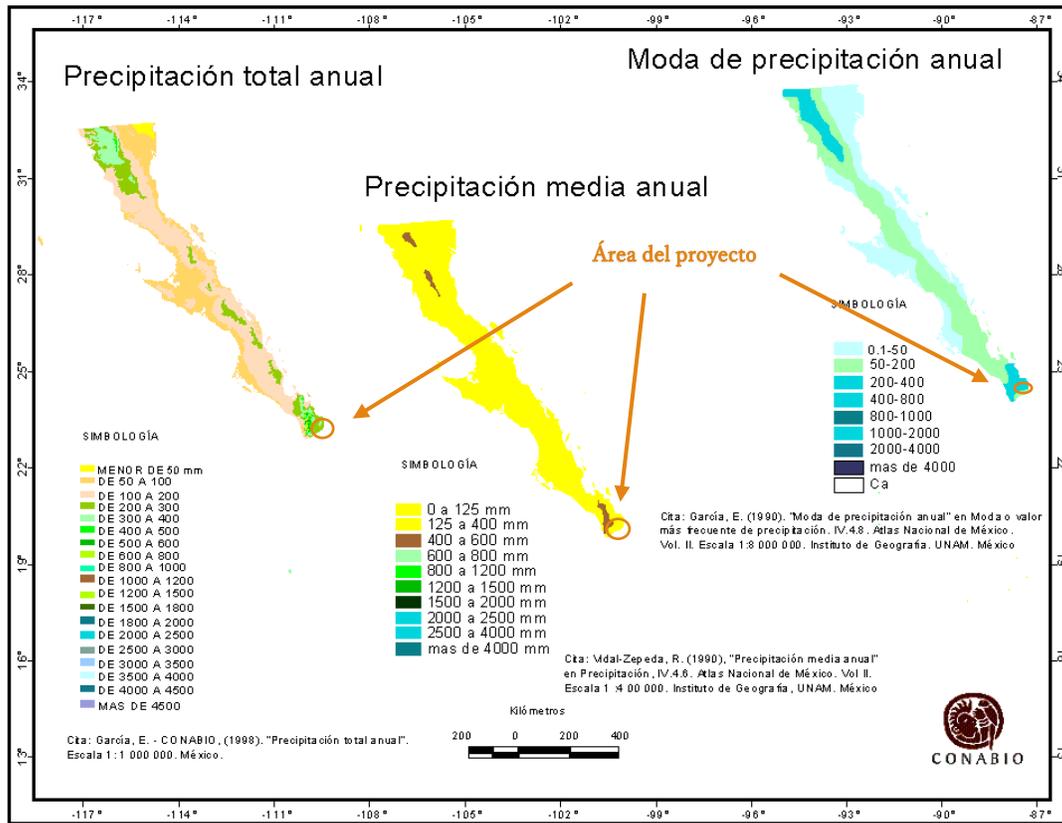


Figura 32. Precipitación total anual, medial anual y moda anual para BCS

Entre enero y julio, la lluvia se acumula en menos dos días mientras que en agosto a diciembre, los días con lluvia alcanzan de dos a cuatro días, periodo de incidencia de ciclones tropicales, y entre noviembre y diciembre hay más días con lluvia (entre ocho y doce) con un volumen menor

vi. *Humedad relativa*

Toda la península de Baja California presenta una humedad relativa media anual de 50%.

vii. *Evapotranspiración*

En el caso de la República Mexicana se reconocen cinco rangos de evapotranspiración y las isolíneas tienen valores desde >100 mm a >1200 mm divididas cada 100mm. Ver Figura 33.

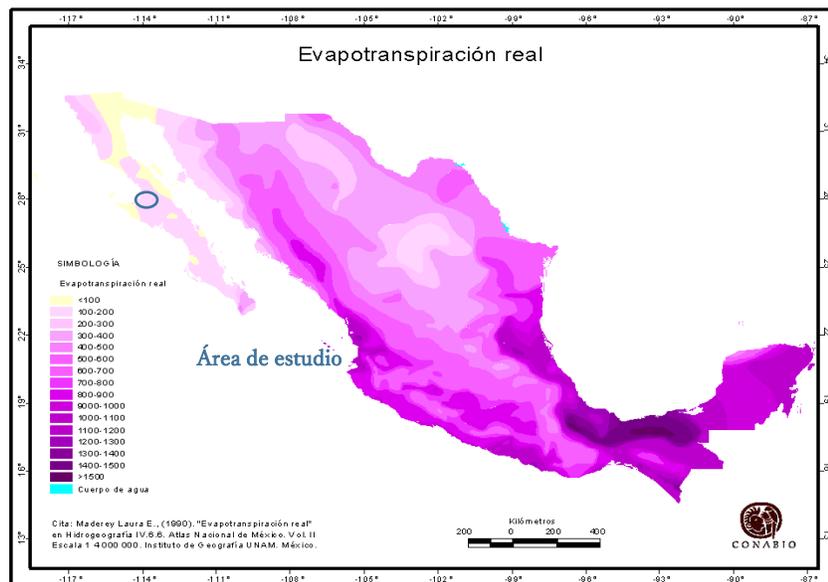


Figura 33. Evapotranspiración real de México (CONABIO, 2006)

En el Sistema Ambiental, al igual que la mayoría de la Entidad, se encuentra dentro de la categoría 100-200mm, para la evapotranspiración real media anual según el método de Turc con los datos de 543 estaciones en un período de 25 años (1945-1980). Este método se basa en la precipitación y la temperatura media anual. Las estaciones que se tomaron para este mapa son de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

(a) Evaporación

La evaporación cambia a medida que se aleja tanto de las costas del Pacífico como del Golfo de California, es generalmente alta principalmente en toda la franja costera, primordialmente en el noroeste de la entidad. En promedio, corresponde al 50% para todo el Estado de Baja California Sur.

viii. Heladas

Como se aprecia en la Figura 34, las posibilidades de heladas para el área de estudio del proyecto se encuentran en la clasificación de zona sin heladas con soporte de base de datos de 1941 a 1980 (CENAPRED, 2006). Una de las zonas en donde se presentan heladas esporádicamente es en la sierra La Laguna, en donde la altitud de la zona y el acercamiento de frentes fríos provenientes del norte ocasionan este fenómeno.



Figura 34. Zonificación de heladas para la república mexicana (CENAPRED, 2006)

ix. *Vientos dominantes*

En invierno, la península de Baja California se encuentra bajo los vientos predominantes del oeste que se originan en la celda anticiclónica del Pacífico. La costa oriental de la península se ve frecuentada por los frentes fríos y las vaguadas que influyen en el viento superficial, por lo cual la dirección principal del viento es del noroeste y del norte. Durante la estación fría hay la más alta cantidad de calmas, generalmente durante la noche, pero al mediodía la intensidad del viento aumenta alcanzando velocidades medias de 3 m/s y a veces mayores. Para el área de caracterización ambiental, esto no es diferente (

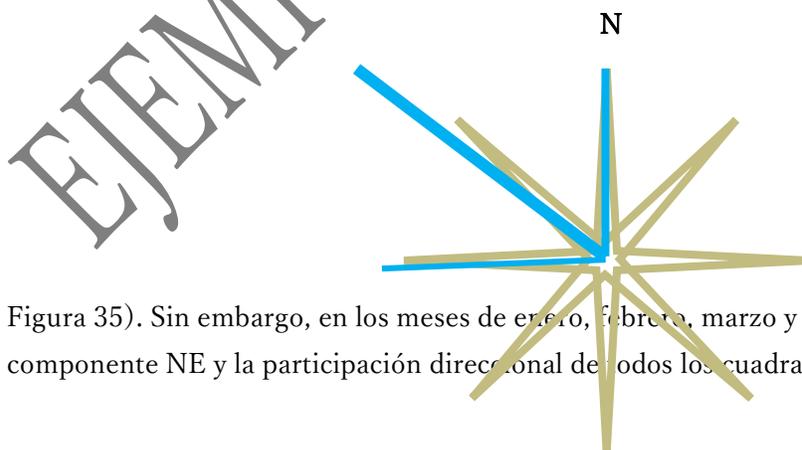


Figura 35). Sin embargo, en los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, se asocia una fuerte componente NE y la participación direccional de todos los cuadrantes.

*Figura 35. Rosa de los vientos, indicando dirección y porcentaje de frecuencia de los vientos (INEGI)*

x. *Intemperismos severos.*

En el Estado de Baja California, al igual que en el resto de la península, el intemperismo severo al cual está sujeta es la erosión, ya sea de origen hídrico o eólico. Este fenómeno desencadena (aunado a los cambios de temperatura entre la noche y el día) resquebrajaduras y fraccionamiento en las rocas, las cuales son dispersadas y arrastradas por la misma acción de los vientos y el agua, respectivamente.

Si bien la acción de los vientos se hace sentir durante todo el año, la acción del agua como agente erosivo está asociada a la temporada anual de huracanes, principalmente entre los meses de agosto y octubre. En esta época la caída torrencial de agua arrastra gran cantidad de sedimentos desde el centro de la península (serranías) a la costa.

xi. *Frecuencia de eventos climáticos extremos*

Los ciclones corresponden a tormentas tropicales giratorias que se originan en el Océano Pacífico, con incidencia en la península entre junio a octubre. Estas perturbaciones atmosféricas intensas se caracterizan por sus vientos y la lengua de aire húmedo que produce lluvias abundantes.

Existe un 97% de probabilidad anual de que un fenómeno de este tipo pase (su centro) a 200 millas náuticas de la costa, así como una probabilidad de 46% de que entre a tierra.

Los huracanes que afectan directa o indirectamente a nuestro país, tienen cuatro zonas matrices o de origen y en ellas aparecen con grados de intensidad que van creciendo a medida que progresa la temporada. Esta se extiende desde la última decena de mayo hasta la primera quincena de octubre, con la circunstancia de que los meteoros finales son potentes, ya que no retornan por las fases iniciales de los primeros, que pasan de sistemas lluviosos a depresionarios, luego a tormentas tropicales y finalmente a huracanes, pudiendo algunos transcurrir en la primera fase, sin modificación (SPP, 1979).

La primera zona matricial, y la de interés para este estudio, es la del Golfo de Tehuantepec, que se activa en la última semana de mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias, que es concomitante con la actividad ciclónica, influyendo además sobre el suroeste del Golfo de México con precipitaciones y vientos del norte que alcanzan rachas fuertes y violentas en la porción sur



del estado de Veracruz, caracterizándose porque cubre en periodo diurno, cesando durante la noche para reanudarse al día siguiente y su intensidad mayor o menor, indica si la perturbación progresa o se disipa (SPP, 1979).

Los meteoros de esta zona matriz, se originan en latitud de 15°N, aproximadamente y por lo general los primeros viajan hacia el oeste, alejándose de costas nacionales, mientras los formados de julio en adelante, de mayor potencia, describen por lo general una parábola que por la forma del litoral mexicano del Pacífico, les hace viajar paralelos a la línea de costa para que al tomar la segunda rama de la trayectoria, penetre a tierra al norte de Cabo Corrientes, afectando los estados de Nayarit, Sinaloa, Sonora y extremo sur de la península de Baja California. Sin embargo, durante su primera rama dan lluvias torrenciales a las costas de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco, que resultan colocados en el semicírculo peligroso del Pacífico (SPP, 1979).

En la península de Baja California, la zona de mayor impacto se localiza frente a la parte media del Estado de Baja California Sur, donde las temperaturas son inferiores a los 26.5°C, que es la temperatura mínima donde se desarrollan los huracanes. Las temperaturas superficiales del agua de mar en el área del proyecto varían de 18 a 23°C anualmente, lo que representa una condición adversa para que prevalezca el fenómeno de huracán, aunado a que la zona se considera de alta presión (SPP, 1979).

#### *B. Geología*

El cenozoico de Baja California está representado por secuencias sedimentarias y volcánicas de distintas composiciones. En cuanto a los depósitos sedimentarios de esta edad, se encuentran terrazas marinas en las costas del Océano Pacífico; así como una gran variedad de suelos (Qs suelos del cuaternario), entre los que destacan los de carácter litoral, aluvial, eólico, palustre y lacustre. En el área de estudio se presentan los suelos del cuaternario, siendo palustre (pa) y lacustre (la) la mayor parte de la ribera oriental de la Laguna Manuela, mientras que la ribera occidental (barra que la separa del mar) es de tipo eólico (eo), presentando una composición de rocas ígneas basálticas (INEGI, 2001). En el extremo norte de la Bahía Sebastián Vizcaíno (Norte de la Laguna Manuela) existe un aparato volcánico denominado Cerro de Santo Domingo constituido por rocas extrusivas.

En el estado se tienen identificadas tres regiones derivadas del grado de actividad sísmica, denominadas: sísmica, penisísmica y asísmica. En la región asísmica es muy rara la ocurrencia de sismos y abarca parte del municipio de San Quintín, en la región del Pacífico desde la ciudad de San Quintín hasta el límite estatal con Baja California Sur (POE, 1995). En esta región se ubica la zona propuesta para desarrollar el proyecto.

i. *Fisiografía*

De acuerdo con la regionalización fisiográfica de E. W. Raisz, 1949, en la región noreste del estado de Baja California encontramos parte de la Provincia de la Llanura Sonoerense, mientras que el restante del estado y península hacen parte de la Provincia Fisiográfica de Baja California. Esta última se divide en cinco regiones, siendo dos provincias y tres discontinuidades. El estado de

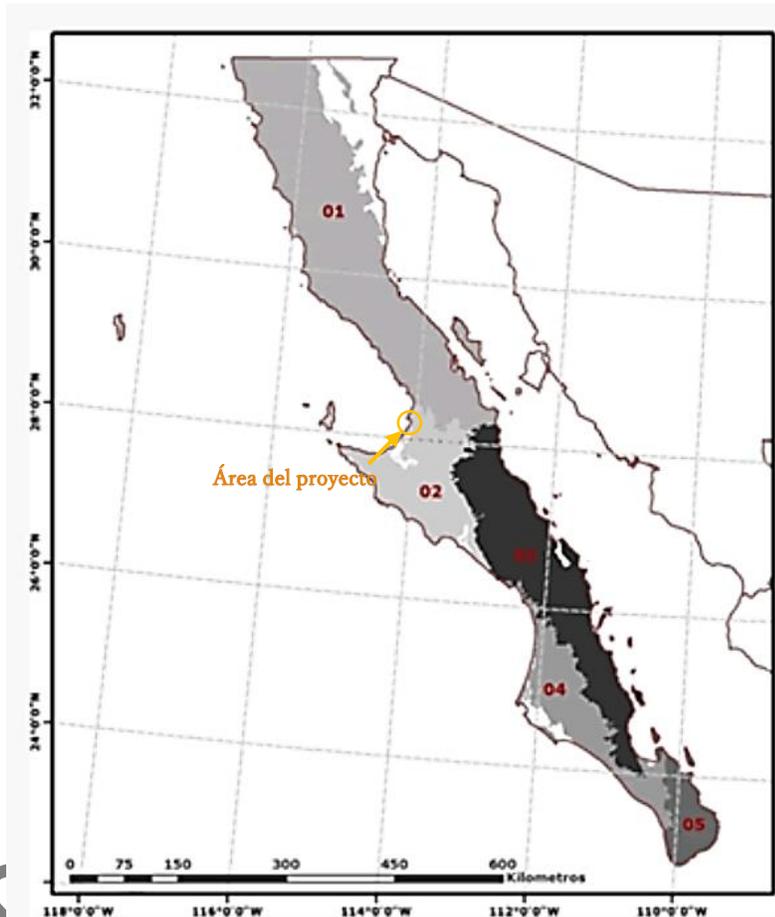


Figura 36. Provincia Península de Baja California. 01: Subprovincia Sierras de Baja California Norte; 02: Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno; 03: Subprovincia Sierra de La Giganta; 04: Discontinuidad Llanos de Magdalena; 05: Discontinuidad Región del Cabo

Baja California solo contempla la Subprovincia Sierras de Baja California Norte y una pequeña porción de la Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno, la cual se distribuye en su mayoría en el estado de Baja California Sur. El sitio del proyecto se ubica dentro de esta pequeña porción de la Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno

(a) Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno

De acuerdo con la síntesis geográfica de Baja California,

*“Esta discontinuidad fisiográfica se proyecta hacia desde la cordillera bajacaliforniana hacia el oeste, simulando un cuerno que finaliza en punta*



*Eugenia y se continúa en la isla Cedros. De punta Eugenia a Guerrero Negro se extienden 1 20 km a través de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno con su línea de costa cóncava. Las aguas de la bahía penetran en la laguna Ojo de Liebre, uno de varios criaderos balleneros que existen en la península. En línea recta desde punta Eugenia hasta el extremo sur de la discontinuidad se abarcan 280 km.”*

La superficie del Desierto del Vizcaíno, predominantemente arenosa, es ondulada a plana, con pocas colinas bajas, y a menos de 100msnm. Las dunas son de tipo semilunar (barján) y están orientadas noroeste-sureste, siendo que algunas son bastante activas en el norte,

*La llanura queda interrumpida en el oeste por la sierra de Vizcaíno, cuya extensión en el norte es la isla Cedros y corresponde a una sierra baja (con solo tres áreas entre los 700 y 1000msnm), escarpada y discontinua, de rocas sedimentarias (de varios tipos) y rocas metamórficas. Al sur queda interrumpida por la sierra de Santa Clara, la cual se destaca por un contorno burdamente circular y laderas tendidas de carácter volcánico con dominancia de basaltos. Esta última presenta varios cráteres y en su parte central sobrepasa los 600msnm.*

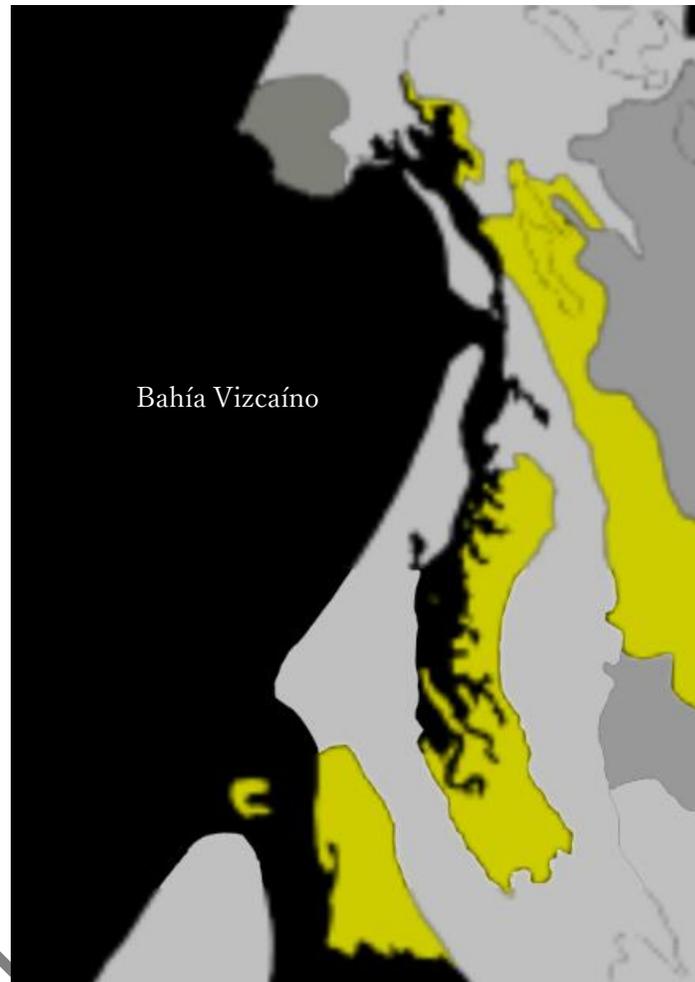
*La línea de costa de la discontinuidad invariablemente presenta terrazas marinas. El extremo norte de esta discontinuidad, incursiona en el suroeste del estado de Baja California, dentro del cual deja ver seis tipos de sistemas de topoformas, llanuras, mesetas, bajadas con lomeríos, lomeríos, campo de dunas con inundación y pequeñas sierras bajas. Existe predominio de llanuras; la más extensa es la llanura desértica con salinas y dunas que es muy plana por lo cual se aprovecha principalmente para agricultura de riego. Las pequeñas sierras alcanzan alturas promedio de 200 metros y sus bajadas destacan al norte y este de la discontinuidad. (Ver cuadro de unidades fisiográficas.)”*

### *C. Edafología*

Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente.

Los constituyentes minerales (inorgánicos) de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla.

La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales. Esta se divide en dos grandes grupos: Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos:



*Figura 37. Tipos de suelo en el entorno al área del proyecto. En amarillo Solonchak, Ceniza claro: Arenosol y Ceniza oscuro: regosol. En otros colores, otros suelos*

El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica. Para darse una idea general de la importancia que tiene el agua para el suelo es necesario resaltar los conceptos: El agua es retenida dentro de los poros con grados variables de intensidad, según la cantidad de agua presente. Junto con sus sales disueltas el agua del suelo forma la llamada solución del suelo; ésta es esencial para abastecer de nutrimentos a las plantas que en él se desarrollan.

El aire del suelo no es continuo y está localizado en los poros separados por los sólidos. Este aire tiene generalmente una humedad más alta que la de la atmósfera. Cuando es óptima, su humedad



relativa está próxima a 100%. El contenido de anhídrido carbónico es por lo general más alto y el del oxígeno más bajo que los hallados en la atmósfera.

De acuerdo con la clasificación de FAO/UNESCO e INEGI, el tipo de suelo característico en los alrededores de Laguna Manuela está compuesto principalmente por una mezcla de arenosol (A/1), solonchack órtico (Zo/1) y regosol eútrico (Re/1), ambos de textura gruesa. Su origen es lacustre y aluvial, por lo que alcanzan profundidades mayores a un metro. Muestran altos contenidos de sales solubles y sodio. Su capacidad de intercambio catiónico total y la saturación de bases son altas, pero el contenido en materia orgánica es bajo. Los riesgos de erosión en estos suelos son bajos (INEGI, 2001).

Del latín *arena*, el arenosol se refiere al suelo derivado de la meteorización *in situ* de sedimentos o rocas ricas en cuarzo o arenas depositadas recientemente como dunas en desiertos y tierras de playas.

Del griego *rhegos*, manta, los suelos clasificados como regosoles poseen propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles. Ya aquellos que poseen la clasificación secundaria eu (del griego *eu*, bueno, son aquellos que presentan saturación con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de la solución. El estado eútrico puede considerarse un indicador adicional de buena fertilidad del suelo. Los suelos eútricos son característicos de clima seco o semiseco debido a la baja precipitación.

Por su parte, los Solonchak (del ruso *sol*, sal y *chak*, zona salada), son suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formadas en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces precipitan en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Algunos métodos de control son el riego y uso de yeso combinado. El término órtico indica que no hay un clasificador secundario en el cual el suelo se encaje.

#### D. Hidrología e hidrografía

El proyecto se ubica dentro de la cuenca San Miguel-Arroyo del Vigía (B). Esta cuenca se localiza en la porción sur el estado de Baja California y en la parte central de la Región Hidrológica 2 (FIGURA IV.4), tiene una superficie de 16,730.997 km<sup>2</sup>, de los cuales 5,472.56 km<sup>2</sup>, pertenecen

a Baja California (INEGI, 1995). Las subcuencas que la forman son la C, Las Lagunas; la D, Arroyo Piñamí; la E, Arroyo San Luis; la F, Arroyo Paraíso, y la G, Arroyo San Miguel (INEGI, 2001), no existiendo cuerpos de agua dulce ni ríos permanentes en ninguna de las subcuencas.

La corriente principal de esta cuenca está representada por el arroyo Paraíso, que tiene su origen en la Sierra Libertad a 1,600 m de altura, su pendiente media es 0.03% con dirección preferencial al suroeste. Durante su recorrido recibe varios afluentes tanto por la margen derecha como izquierda, de ellos se destacan los arroyos El Difunto y El Toro. El recorrido que hace hasta la llanura costera (5 km antes de desembarcar al Océano Pacífico), es de 71.75 km también existen otras corrientes como son los arroyos San Luis, Campostela y Purificación con menor importancia (INEGI, 1995).

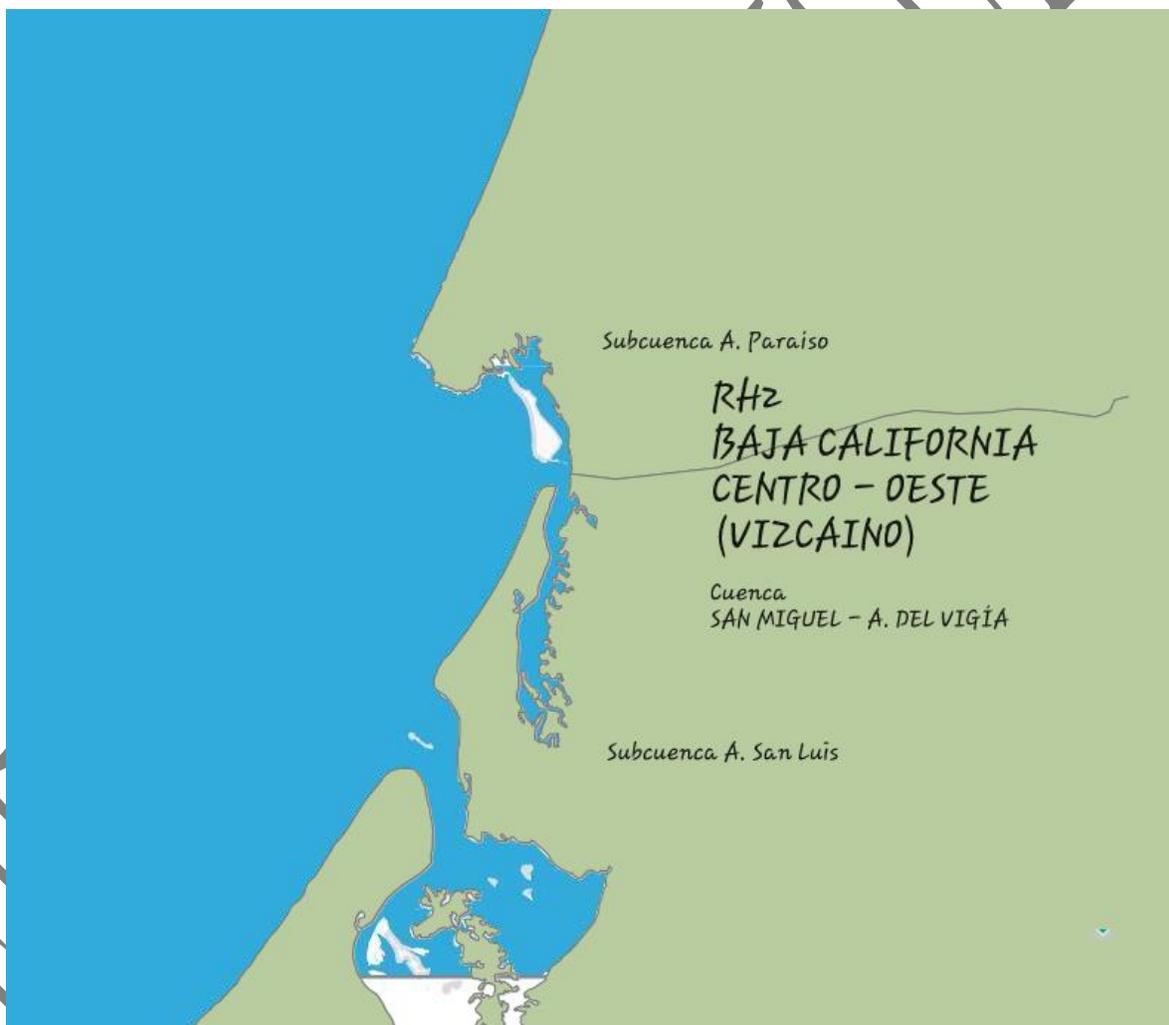


Figura 38. Región Hidrológica, Cuenca y subcuencas que desembocan en el área del proyecto

La zona no cuenta con cuerpos de agua superficiales ni manantiales ni ojos de agua. La Laguna Manuela es un cuerpo lagunar costero que presenta una superficie total de 2,700 hectáreas de las cuales un 60% es área inundable que queda descubierta durante la bajamar.



En cuanto a aguas subterráneas, el proyecto se encuentra en una zona de material no consolidado con posibilidades bajas. La planicie costera de la región, las pocas lluvias y las asociaciones arenisca-conglomerado y limolita-arenisca, con suelos de origen aluvial, litoral, eólico, lacustre, palustre y residual, son por naturaleza poco compatible con la formación de reservas acuíferas.

### E. Zona costera

#### i. Caracterización del cuerpo lagunar

La Laguna Manuela integra, junto con las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, el Complejo Lagunar Ojo de Liebre. De acuerdo con la clasificación mixta de lagunas costeras para México, el complejo lagunar se localiza en la Región A, clasificadas conforme sus rasgos geomorfológicos como lagunas de plataforma interior con barra, pertenecientes al Tipo III, Subtipo A (Lankford, 1976; Farreras, 1995).

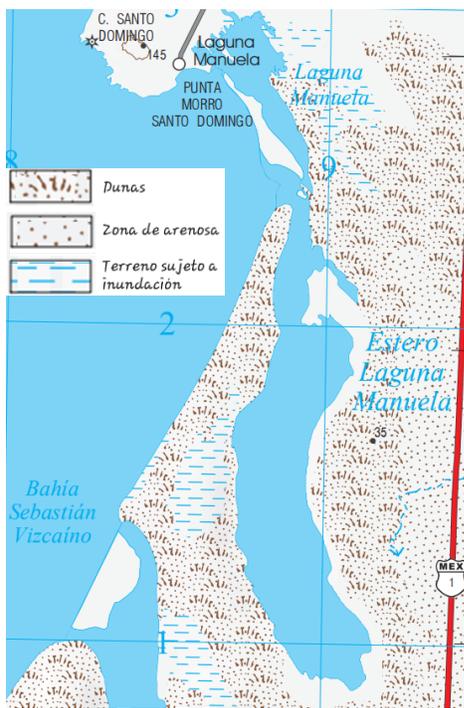


Figura 39. Laguna Manuela

Las lagunas del complejo Ojo de Liebre se encuentran separadas una de otra por grandes extensiones de dunas, cuyo material ha sido transportado por la acción del viento desde la zona de playa (barras arenosas) y a través de las lagunas, hacia tierra firme. El campo de dunas de aproximadamente 6m de altura, está constituido por dunas transversas uniformemente espaciadas con forma de medialuna que cubren en su conjunto un área de aproximadamente 40Km<sup>2</sup> (Johnson, 1977).

En el área de estudio se pueden distinguir ambientes marinos costeros característicos de los sistemas lagunares de latitudes medias, destacando las zonas de canales que constituyen su sistema de drenado, zonas de planicies intermareales, seguidas por una franja de marismas que se desarrollan bordeando generalmente las riberas del cuerpo lagunar dentro de una franja de terreno comprendida entre 1 y 3 pies de elevación, y una zona de

transición dominada por dunas y vegetación costera (Johnson, 1977).

La Laguna Manuela, se caracteriza por presentar un canal principal que se extiende a lo largo de su eje longitudinal, prevaleciendo ambientes de marisma en su ribera oriental con canales someros secundarios intrincados, y de barra arenosa en su ribera occidental, en la que predomina el ambiente de duna.

ii. *Rasgos batimétricos y volumetría*

Los resultados de los levantamientos batimétricos realizados por Litoralía, S.C. en el 2010 (Arano et al., 2011), indican que Laguna Manuela presenta una lámina de agua que se extiende bajo condiciones de marea media sobre una superficie del orden de 1,250Ha, con una profundidad media de 1.4 m., con profundidades máximas registradas de 7m, en el canal principal sobre áreas muy localizadas, lo que permite caracterizarla como una laguna somera.



Figura 40. Aspectos cualitativos de los rasgos batimétricos de Laguna Manuela desplegados mediante un modelo de elevación con exageración vertical de 33:1. Fuente: Arano et al., (2011)

Los aspectos cualitativos de los rasgos batimétricos del cuerpo lagunar se representan mediante un modelo de elevación en la Tabla 14. Esta información fue tomada de estudios ambientales en el área, elaborado por Litoralía, S.C., en base al levantamiento de Arnaut et al. (2011).

A partir de los resultados del levantamiento batimétrico por Arnaut et al. (2011), Litoralía, S.C. determinó los parámetros volumétricos de Laguna Manuela mediante la aplicación del comando Grid/Volume del paquete Surfer 10 a los archivos “.grd” de la malla batimétrica. Los resultados indican que los volúmenes de agua contenidos en la laguna bajo los niveles medio del mar y bajamar media, son del orden de 17.4 y 10.8 millones de m<sup>3</sup>.

iii. *Condiciones hidrodinámicas*

(b) *Mareas*

Ciclo de mareas. El régimen de mareas es del tipo semidiurno, es decir, con dos ciclos en 24 horas aproximadamente (dos mareas altas y dos bajas). Esto implica que dos veces al día se intercambian propiedades entre la zona marina de Bahía Vizcaíno y sus lagunas

costeras, incluyendo Laguna Manuela.

Planos de marea. Cuando hay dos pulsaciones, como en el caso semidiurno, las pleamares y bajamares no presentan la misma amplitud, de modo que hay dos planos de bajamares y pleamares al día.

Tabla 13. Elevación de los planos de marea en metros, respecto al nivel medio del mar en Laguna Guerrero Negro, B.C.

Planos de marea	
Nivel de Pleamar máxima	+1.37
Nivel de Pleamar media superior	+0.83
Nivel de Pleamar media	+0.63
Nivel medio del mar	0



Nivel de Bajamar media	-0.64
Nivel de Bajamar media inferior	-0.83
Nivel de Bajamar mínima	-1.25

(c) Corrientes

Patrones generales de circulación. Las corrientes desempeñan un papel determinante en el crecimiento y productividad de bivalvos filtro-alimentadores ya que son la vía principal por la que el alimento y el oxígeno les es suministrado, y el factor principal en la remoción de desechos (Emmett et al. 1991).

Por el hecho de ser una laguna costera comunicada con el mar por una boca y no presentar un aporte constante de agua dulce, las corrientes dominantes que se presentan en el interior de la Laguna Manuela son las inducidas por el fenómeno de marea. Estas se establecen como resultado de la presión hidrostática que ejerce la onda de marea en la boca de intercomunicación del cuerpo lagunar, generando un flujo hacia su interior a medida que la oscilación es en el sentido ascendente, para establecerse un refluo en dirección contraria.

desde el momento en el que la cresta de la onda ha alcanzado la boca de intercomunicación (pleamar), para dar paso a su fase de descenso, hasta su punto de valle (bajamar), momento en el que el proceso se repite.

Bajo la dominancia de las mareas en el comportamiento hidrodinámico de estos cuerpos lagunares, el patrón general de las corrientes se da siguiendo la configuración espacial de sus sistemas de drenado (canales principales y secundarios), con sentido hacia el interior de la laguna durante condiciones de llenante (subida de la marea), y en sentido hacia la boca durante la bajada de mareas.

En cuanto al campo de velocidades de corriente, este está en función de la presión hidrostática que ejerce la oscilación del nivel del mar en la laguna, de la profundidad y anchura del canal, de la rugosidad del fondo y de la efectividad de los canales para confinar el movimiento del agua (Phleger, 1965). En consecuencia, la velocidad de la corriente en un punto dado del interior del cuerpo lagunar, estará en función de la amplitud de la marea, pero fundamentalmente de la fase en la que se encuentre la onda y de la ubicación del sitio dentro del cuerpo lagunar. La amplitud de la marea, condiciona de manera determinante la intensidad de las corrientes, por lo que durante las condiciones de mareas vivas, que se presentan durante los días cercanos a la ocurrencia de las fases lunares de lunas llenas y nuevas, y que se asocian con las mayores amplitudes de marea en el ciclo lunar, el comportamiento hidrodinámico general del cuerpo lagunar se torna más activo con relación a las condiciones que se presentan durante las fases de

cuadratura lunar (cuarto creciente y cuarto menguante), en las que la amplitud de la onda de marea es menor.

Velocidades máximas registradas. Respecto a la distribución espacial de las velocidades dentro del cuerpo lagunar, las velocidades máximas se presentan generalmente en la boca de intercomunicación y en los canales de acceso o principales, mientras que las mínimas se registran en los canales interiores y en zonas cercanas a la cabecera del cuerpo lagunar, con velocidades medias en las zonas intermedias.

El único estudio del que se tiene referencia respecto a mediciones de corrientes en Laguna Manuela es el de Arano et al., (2011), quienes midieron a intervalos de una hora las velocidades de la corriente superficial en una estación cercana a la boca de intercomunicación de la laguna a través de 6 series de tiempo de 26 horas en fechas representativas de condiciones de mareas vivas y muertas; determinaciones que se integraron para la evaluación de la capacidad de carga para el cultivo de bivalvos en las lagunas Guerrero Negro y Manuela. El valor máximo obtenido en la velocidad de corriente, entre un total de 161 mediciones realizadas en Laguna Guerrero Negro fue de 1.94 m seg-1, registrado el 16 de mayo de 2011. En Laguna Manuela, el valor máximo de 158 mediciones fue de 1.20 m seg-1, registrado el 18 de febrero de 2011. En ambos casos los máximos se registraron bajo condiciones de mareas vivas, lo que indica que, dadas sus dimensiones, los procesos de transferencia pueden ser en lo general, más intensos en Laguna Guerrero Negro, que en Laguna Manuela.

iv. *Tiempos de residencia*

En los sistemas no estuarinos las corrientes de marea adquieren una importancia relevante debido a que aportan la energía necesaria para que se lleven a cabo los procesos de mezcla y condicionan la intensidad con la que se lleva a cabo intercambio de propiedades y entre los sistemas marino y lagunar, así como los tiempos de residencia y evacuado del agua fuera del sistema lagunar (Farreras, 1995); términos que se definen como:

- Tiempo de Residencia. Se define como el tiempo medio que permanece una parcela de agua en un estero (U.S. EPA, 2001).
- Tiempo de Evacuado. Se define para el caso de sistemas no estuarinos, como el tiempo necesario para renovar toda el agua de una laguna costera, reemplazándola por agua nueva proveniente del océano (Farreras, 1995).

Por su naturaleza, estos procesos son de la más alta relevancia en la vulnerabilidad de los sistemas lagunares, asociándose comúnmente a la capacidad de auto depuración de un sistema lagunar, por lo que tiene amplia aplicación en el análisis de problemas de contaminación, así como en el análisis de procesos biológicos. Por ejemplo, si se presenta una carga excesiva de nutrientes en un estuario y su tiempo de residencia es menor que el tiempo de desdoble del fitoplancton, el



tiempo de residencia puede inhibir el desarrollo explosivo del fitoplancton debido a que el fitoplancton “semilla”, se exportará del sistema antes de alcanzar dentro de él un número significativo de organismos. Asimismo, el tiempo de residencia puede influenciar también el grado de reclutamiento de las especies que se reproduzcan en el (Jay, et al. 2000; citado por U.S. EPA 2001).

Para el caso específico, Arano et al., (2011), determinaron el tiempo de residencia mediante la aplicación del método del prisma de mareas, que refleja el tiempo requerido para que el agua contenida en el interior de un cuerpo lagunar se mezcle completamente con el agua inyectada al sistema por efecto de las mareas. La expresión empleada corresponde a las por Farreras (1995):

$$T_e = [(P+V_b)T] / [P]$$

Dónde: P = Prisma de mareas; V<sub>p</sub> = Volumen de agua remanente en bajar; T = Tiempo transcurrido entre la pleamar y bajar consideradas.

Es importante señalar que el tiempo de residencia del agua o de la partícula de un elemento conservativo dentro de una laguna costera, no es estático, estando su variabilidad influenciada en menor o mayor grado por todos y cada uno de los factores que afectan los movimientos de agua en su interior, incluyendo aportes de agua dulce (para los estuarios), tipo y amplitud de las mareas, condiciones de viento, procesos de mezcla y estratificación, la ubicación relativa de la partícula respecto a la boca de intercomunicación, etc. Bajo tales circunstancias la determinación del prisma de mareas se estableció como el volumen de agua contenido en las lagunas entre los niveles de pleamar y bajar medias, toda vez que esto aporta resultados más representativos de las condiciones promedio. Para el caso específico el prisma de marea se obtuvo mediante los resultados de los aforos realizados a intervalos de 1 hora durante las series de tiempo a las que se refiere la sección anterior, de los que se extrajo la información de las mediciones realizadas entre las elevaciones de 0.63 y -0.64 respecto al nivel medio del mar, que corresponden a los niveles de pleamar y bajar medias, respectivamente (Tabla 13).

Los resultados obtenidos que se despliegan en la Tabla 14, indican que los volúmenes de agua que son transferidos entre los niveles de las pleamar y bajar medias resultan del orden de  $10.62 \times 10^6$  de m<sup>3</sup>, y que el tiempo de residencia promedio se encuentra alrededor de las 25.1h.

Tabla 14. Prisma de mareas medio y tiempos de residencia del agua para Laguna Manuela. Fuente Arano et al. (2011)

<b>Prismas de mareas</b>	
Prisma de mareas determinado por aforo entre NPM y NBM	10'612,589.0 (m)
<b>Tiempo de residencia</b>	
Horas	25.1 (h)

Tabla 14. Prisma de mareas medio y tiempos de residencia del agua para Laguna Manuela. Fuente Arano et al. (2011)

Ciclos de mareas	2 (semidiurna)
------------------	----------------

v. *Transporte sedimentario*

Para el caso de lagunas anti estuarinas, como lo es el caso de las lagunas del complejo lagunar Ojo de Liebre, los sedimentos se transfieren preponderantemente en suspensión o rodamiento y saltación a nivel de fondo a través del sistema de drenado (canales principales y secundarios), teniendo como fuentes principales de sedimento: a) el aporte de arena al sistema por efecto del viento, b) la erosión por mareas, y c) el material playero que es introducido al sistema lagunar a través de su boca de intercomunicación durante el flujo de marea (Phleger, 1965).

Debido a que la capacidad de carga de sedimentos en suspensión depende de manera fundamental de la velocidad de la corriente y del tamaño del grano, en las lagunas costeras se presenta una marcada diferencia espacial en la forma en la que se transfieren los sólidos en suspensión, presentándose un patrón general que puede estar caracterizado por la transferencia de sedimentos gruesos de la boca a la cabecera por efecto del flujo de marea, y de sedimentos finos de la cabecera hacia la boca, durante condiciones de reflujo. Las cantidades transferidas a su vez dependerán del estado de la marea, con cantidades mayores de sedimentos en suspensión transferidos durante condiciones francas de flujo y reflujo, con periodos de menor carga durante los cambios de fase de marea, durante las cuales los sedimentos tienden a depositarse.

Si bien los procesos de transporte de sedimentos en suspensión se han evaluado en la laguna Guerrero Negro (Phleger, 1965; Postma, 1965), no se han realizado estudios análogos en Laguna Manuela.

vi. *Calidad del agua*

(a) Criterios de calidad

La calidad de prácticamente todos los productos derivados de la actividad acuícola, depende principalmente de la calidad y condiciones sanitarias del cuerpo de agua en el que la actividad se desarrolla. Para el caso de los moluscos bivalvos, siendo organismos filtro alimentadores, las características de productividad y calidad del agua determinan las condiciones de "gordura" en las que se logra el producto, mientras que las características sanitarias, condicionan la producción de bivalvos debidamente certificados en términos sanitarios lo que permite su acceso a los mercados nacionales e internacionales. Estos aspectos; buenas tasas de crecimiento y calidad sanitaria de las zonas de cultivo, resultan fundamentales en términos de la rentabilidad o factibilidad financiera del proyecto por un lado y de su viabilidad en términos de riesgo a la salud pública, por el otro.

Los indicadores de la calidad del agua brindan en su conjunto información sobre la capacidad o aptitud de un cuerpo de agua para llevar a cabo la actividad, y aportan elementos de análisis para la identificación de fuentes o procesos, que pudieran estar incidiendo adversamente en la calidad



del agua en las zonas cultivo, ya sean de origen natural o de carácter antropogénico. Por la naturaleza de las variables involucradas, los indicadores de calidad de agua para el cultivo de bivalvos pueden disgregarse en tres grupos principales:

Indicadores sanitarios. - Corresponden al contenido de bacterias potencialmente infecciosas causantes de enfermedades entéricas en muestras de agua y organismos cultivados en la zona. Dentro de esta categoría se han tenido típicamente como indicadores a los coliformes totales y fecales. Sin embargo, actualmente se suman al monitoreo de control sanitario de las áreas de cultivo las determinaciones de mesófilos aeróbicos y Salmonella.

Presencia de biotoxinas marinas. - Se refiere a la presencia de biotoxinas marinas asociada a florecimientos de ciertas especies de microalgas capaces de causar efectos deletéreos en el ambiente, en los recursos pesqueros y en la salud humana con fuertes pérdidas en la economía de las poblaciones costeras. Sobre el particular la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO acuñó el término Florecimientos Algales Nocivos (FAN) (en inglés *Harmful Algal Blooms*, o su acrónimo HAB), para designar a los florecimientos de microalgas, bacterias y ciliados que pueden producir daños por sus efectos adversos en la salud humana, en la acuicultura, turismo y en las poblaciones naturales de organismos marinos en las zonas costeras. Es común que estos afloramientos se asocien al fenómeno conocido como marea roja; sin embargo, es importante señalar que no todas las mareas rojas se ven asociadas con la presencia de especies tóxicas. Dentro de los síndromes más importantes asociados a la ingestión de mariscos con altas concentraciones de biotoxinas se tienen:

Intoxicación paralizante por mariscos (PSP). Constituida por varias toxinas entre las que destacan la saxitoxina (STX) y las gonyautoxinas (GTXs). La saxitoxina es la toxina marina más potente actualmente conocido y uno de los venenos más peligrosos del mundo (Schantz et al., 1957), fue aislada por primera vez de la almeja gigante de Alaska (*Saxidomus giganteus*). Se caracteriza por ser termoestable (no es afectada por la cocción), estable en soluciones ácidas, soluble en agua y en alcohol e insoluble en solventes orgánicos (Schantz et al., 1957), se absorbe fácilmente en el tubo digestivo y a nivel de las mucosas, y bloquea el Sistema Nervioso Central y Periférico. La sintomatología en el hombre puede ser de leve a grave con síntomas que van desde el hormigueo peribucal, vómitos y cefaleas, pudiendo llegar a la muerte por parálisis respiratoria. La saxitoxina fue identificada por la COFEPRIS en las FAN ocurridos en Bahía de San Quintín y Laguna de Guerrero Negro en los meses de mayo y junio de 2010; el organismo productor de esta toxina fue el dinoflagelado *Gymnodinium catenatum*.

Intoxicación diarreica por mariscos (DSP). Incluye al ácido okadaico (AO), las dinofisistoxinas (DTX) y las pectenotoxinas (PTX) (Van Apeldoorn et al., 1998; Hallegraeff et al., 1995 y Ramsdell et al., 2005). Los síntomas más frecuentes incluyen: diarrea, náusea, vómito, dolor abdominal y escalofríos. El ácido okadaico fue identificada por la COFEPRIS en los FAN ocurridos en Bahía de San Quintín y Laguna de Guerrero Negro en los meses de mayo y junio de 2010; los organismos productores de esta toxina fueron dinoflagelados de los géneros *Prorocentrum* y *Dinophysis*.

Intoxicación amnésica por mariscos (ASP). Es causada por el ácido domóico (AD). Los síntomas son de tipo paralizante con un cuadro clínico que va desde un adormecimiento de los labios y lengua pasando a las extremidades, cefaleas con posterior pérdida del equilibrio, llevando al paciente a un estado comatoso, pudiendo llegar a la muerte.

**Indicadores ambientales.** - Incluyen básicamente parámetros fisicoquímicos del agua relacionados a los requerimientos ambientales de las especies de interés, pero también de aquellos que aportan referencias sobre el estado general del sistema. Dentro de los primeros destacan las variables que tienen un efecto directo en el crecimiento y sobrevivencia de las especies objeto del cultivo, como la temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y su porcentaje de saturación, nutrientes, el contenido de sólidos suspendidos totales y sus fracciones fija y volátil, y disponibilidad de alimento, entre otros. Dentro de los segundos se tienen a los nutrientes y clorofila como indicadores de uso común para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos, pero también los contenidos de contaminantes de naturaleza química.

(b) Referencias normativas

Con relación a los indicadores sanitarios y contenidos de biotoxinas, las concentraciones máximas establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA1-1993, aportan el marco normativo de referencia para la clasificación de las áreas de cultivo y para la determinación de las especificaciones sanitarias del producto.

Para los indicadores ambientales, una referencia útil se tiene en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua - CE-CCA-001/89, que establecen en su Tabla 2, los criterios de calidad del agua aplicables al desarrollo de actividades acuícolas.

(c) Factores que intervienen en la calidad del agua en Laguna Manuela

En la Laguna Manuela el PMSMB identificó siete posibles fuentes de contaminación, las cuales se evaluaron según lo establecido en su Guía Técnica, y clasificadas como fuentes puntuales y no puntuales con un efecto potencial sobre el área (Tabla 15).

Fuentes antrópicas. Las fuentes de contaminación designadas con los numerales 1, 2, 3, 6 y 7 corresponden a fuentes antrópicas en donde es posible el aporte de material contaminante de tipo orgánico producto de las actividades pesqueras y acuícolas que se realizan. Las estaciones 1 y 2



corresponden a atracaderos, en donde arriban las lanchas para realizar la descarga de productos pesqueros y eventualmente el eviscerado de la captura (PMSMB, 2008). Sin embargo, no existen asentamientos humanos en las áreas aledañas a la laguna, los únicos sitios que pueden identificarse como fuentes potenciales de contaminación orgánica corresponden a las fosas sépticas de campamentos pesqueros, que solo son usadas durante las jornadas de trabajo y manejadas con un control sanitario estricto (referirse a la sección de medidas de mitigación); además, debido a que el agua es un recurso limitado en la región, no existen desarrollos agrícolas ni industriales que colinden con la laguna que puedan representar un riesgo para la calidad del agua del cuerpo lagunar (PMSMB, 2008).

*Tabla 15. Fuentes de contaminación potenciales en la Laguna Manuela. Fuente: PMSMB, 2008*

No.	Fuente de contaminación	No puntual	Puntual	Atributos críticos/ observaciones generales
F1	Varadero Pesquero Sto. Domingo		Potencial	Ocasionalmente los pescaderos llevan a cabo actividades de eviscerado de peces de escama
F2	Varadero Pesquero Los Pericos		Potencial	El Varadero es utilizado por una pequeña comunidad de pescadores, quienes eventualmente llevan a cabo actividades de limpieza y evisceración de peces de escama
F3	Caseta de vigilancia		Potencial	Zona de arribo de lanchas. Existe una vivienda habitada por el velador del área, cuenta con letrina la cual se encuentra a aproximadamente 100m del cuerpo de agua
F4	Aves marinas	Potencial		Están presentes únicamente en invierno, las parvadas se conforman por hasta 1000 individuos
F5	Mamíferos y aves marinas	Potencial		Durante el invierno se refugian algunas especies migratorias, tales como pato, gorriones, pelícanos, y algunos lobos marinos.
F6	Campamentos ostrícolas de las empresas Morro Sto Domingo y Sol Azul		Potencial	Los campamentos cuentan con dos letrinas ecológicas. El campamento es habitado permanentemente por el velador. Durante las operaciones, alberga hasta 7 personas quienes realizan las actividades de sembrado y cosecha de producto.
F7	Campamento ostrícola		Potencial	El campamento cuenta con un baño ecológico e instalaciones para la siembra y cosecha de producto. No tienen habitantes permanentes. Durante las operaciones, alberga hasta 6 personas para la siembra y cosecha del producto

Fuentes naturales. No existen escurrimientos naturales perenes que desemboquen al interior de la laguna, debido a las condiciones climatológicas de tipo semiárido con bajos volúmenes de precipitación pluvial (30mm anuales promedio) y el elevado porcentaje de evaporación. Las fuentes de contaminación inidentificadas bajo los numerales 4 y 5 (Tabla 15) son de tipo orgánico



Figura 41. Fuentes de contaminación potenciales en la Laguna Manuela, identificadas por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB, 2010)

pudiesen canalizarse al mercado de ese país.

Las actividades de monitoreo sobre la calidad del agua en Laguna Manuela dieron inicio en el año 2000, recibiendo en 2001 la clasificación inicial de área APROBADA para el cultivo de moluscos bivalvos; lo anterior con base en los resultados de coliformes fecales en el agua de mar, los cuales se encontraron dentro de los criterios establecidos por el PMSMB para dicha clasificación. Además, en el 2005 recibió la clasificación de área remota, debido a las condiciones de aislamiento y la casi nula presencia de asentamientos humanos (PMSMB, 2008).

Hasta el año 2005, el área aprobada de Laguna Manuela comprendía la mayor parte del cuerpo lagunar exceptuando la zona de marismas ubicadas en el extremo sur de la laguna, esta área estaba

originadas por la fauna silvestre que visita el área; estas fuentes se clasificaron como potenciales debido a que su efecto solo se da durante una parte del año cuando se presentan especies migratorias, principalmente visitantes invernales (PMSMB, 2008).

(d) Estado que guarda la contaminación en Laguna Manuela

Control sanitario de las aguas y el producto. En México, el cultivo de moluscos bivalvos está regulado en materia de sanidad por la Secretaría de Salud a través del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos. Este programa da inicio de las décadas de los setenta, cuando en 1974 se firma el primer entendimiento con la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (*Food and Drugs Administration - FDA*), dándose así la posibilidad de que los productos cultivados en México, provenientes de áreas certificadas



limitada por tres líneas de cierre, formadas por los vértices V, VI y VII en el extremo sur, los vértices I y II en la boca norte y los vértices III y IV en la boca sur (PMSMB, 2008). Las coordenadas geográficas se muestran en el Tabla 16. Con base en los resultados históricos obtenidos en las muestras de agua, principalmente en las estaciones ubicadas en la parte sur de la laguna, en el año 2010 se eliminaron la línea de cierre establecida por los vértices V, VI y VII; de esta manera, el polígono clasificado para Laguna Manuela abarca todo el cuerpo lagunar y queda delimitado por los vértices I, II, II y IV, indicados en el Tabla 17 (PMSMB, 2010).

Tabla 16. Coordenadas del polígono certificado en Laguna Manuela hasta el año 2005. Fuente (PMSMB, 2008)

Polígono	Longitud Oeste	Latitud Norte	Referencias físicas
I	114.0830	28.2468	Mojonera
II	114.0778	28.2442	Mojonera
III	114.0575	28.2132	Mojonera
IV	114.0600	28.2037	Mojonera
V	114.0637	28.1235	Mojonera
VI	114.0632	28.1185	Mojonera
VII	114.0747	28.1108	Mojonera

Tabla 17. Coordenadas del polígono clasificado en Laguna Manuela, 2010. Fuente: PMSMB 2010

Polígono	Longitud Oeste	Latitud Norte	Referencias físicas
I	114° 04' 58.80"	28° 14' 48.48"	Mojonera
II	114° 04' 40.08"	28° 14' 39.12"	Mojonera
III	114° 03' 34.13"	28° 13' 05.31"	Mojonera
IV	114° 03' 36.00"	28° 12' 13.32"	Mojonera

Contaminación bacteriológica. El Comité Estatal en el Estado de Baja California del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB) ha venido coordinando de manera permanente la ejecución del programa de control sanitario de la zona desde hace más de 10 años, en que inicia con determinaciones de coliformes totales y fecales. Actualmente se suman al monitoreo de control sanitario del área las determinaciones de mesófilos aeróbicos y Salmonella

en el producto cultivado, y dentro del grupo de biotoxinas marinas, los ácidos Domóico y Okadáico, y la Saxitoxina.



Figura 42. Estaciones de la red de monitoreo de control sanitario conducido por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos

En el 2010, la red de monitoreo consta de 7 estaciones ubicadas de manera aleatoria a las fuentes de contaminación, que van de la 5 a la 11 de la red establecida en el año 2000. Las estaciones 1, 2, 3 y 4 ubicadas en la parte norte de la laguna no se consideraron dentro del programa de monitoreo del 2009, ya que el extremo norte de la laguna quedó separado del extremo sur debido al crecimiento de la barra arenosa, dificultando el acceso a dicha área, y porque no existen cultivos de moluscos bivalvos en dicha zona. La estación 5 se localiza cerca de la boca sur para monitorear la posible contaminación proveniente de la parte norte, así como los posibles aportes provenientes del área de arribo de lanchas, localizado frente a la caseta de vigilancia. Las estaciones 6, 7 y 8 se ubican sobre los canales de

inundación de la laguna para monitorear los aportes eventuales de material contaminante proveniente de la fauna silvestre que arriba a la zona, principalmente durante la época de invierno. La estación 8 tiene como objetivo mantener vigilancia sobre la calidad del agua en la zona de cultivo. Las estaciones 10 y 11 se ubican sobre los canales en la cabeza de la laguna para monitorear la calidad del agua en las zonas de menor circulación. La estación 9, se ubica frente al campo pesquero de los productores acuícola para monitorear los posibles aportes de contaminación antropogénicos provenientes de las actividades acuícola que se realizan (Figura 42).

La determinación de la calidad bacteriológica del agua, respecto a coliformes fecales en muestras de agua de mar colectadas para el periodo de mayo de 2002 a diciembre de 2010 a través del programa de control sanitario concluyéndose que las condiciones sanitarias prevaecientes en la zona Aprobada Laguna Manuela cumplen con los estándares de calidad del agua establecidos por la normatividad vigente (PMSMB, 2010).



Presencia de biotoxinas. Los antecedentes sobre el riesgo potencial de contaminación de los productos del mar por biotoxinas marinas son muy recientes. En Laguna Manuela el PMSMB inicia en el año 2010 el monitoreo de biotoxinas marinas en muestras de producto, utilizando el ostión japonés (*Crassostrea gigas*) como especie indicadora de contaminación. Los resultados obtenidos en los análisis de biotoxinas en las muestras de producto indican que los valores de saxitoxina se encuentran en el intervalo de 29.36 y 32.2  $\mu\text{g}/100\text{g}$  de tejido, encontrándose por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-031-SSA1-1994, cuyo valor de referencia es 80  $\mu\text{g}/\text{g}$ ; el ácido domóico dio resultado de no detectado (ND) en el 100% de las muestras analizadas y, en cuanto al ácido okadáico los resultados registraron contenidos de  $<160 \mu\text{g}/\text{g}$  para todas las muestras analizadas, encontrándose por debajo del límite máximo permisible de 200  $\mu\text{g}/\text{g}$  (PMSMB, 2010).

Conclusiones. Del análisis de los resultados de las 7 estaciones monitoreadas durante el 2010, ubicadas dentro de los límites del área de cultivo, se observa que la calidad sanitaria del agua en el área de Laguna Manuela, cumple con los estándares establecidos por el Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos, necesarios para considerarse un área bacteriológicamente limpia y apta para el cultivo de moluscos bivalvos (PMSMB, 2010).

Si bien los resultados obtenidos no representan una garantía de que en el futuro las concentraciones de biotoxinas se mantengan por debajo de los límites permisibles, lo relevante del caso es el hecho de que se tenga considerada su determinación para muestreos futuros, aportando las referencias para que las autoridades y productores estén en posibilidades de responder oportunamente ante cualquier contingencia.

(e) Parámetros fisicoquímicos

*Crassostrea gigas* es una especie con amplios intervalos de tolerancia a las variaciones de las condiciones fisicoquímicas del agua. Ello explica el éxito y amplitud actual de la distribución de su cultivo a través del mundo, particularmente en los cuerpos costeros templados en donde la variabilidad espacio-temporal de la temperatura puede ser muy conspicua. En el Tabla 18 se muestran los valores extremos de temperatura, salinidad, y oxígeno tolerados por el ostión del Pacífico, y el intervalo de variación de las condiciones para su crecimiento óptimo (Brown, 1988). Como referencia se integran al cuadro los intervalos de variación que se esperarían en la Laguna Manuela, teniéndose como referencias los resultados de estudios desarrollados tanto en las lagunas del complejo lagunar, como estudios específicos de sitio, que ilustran tanto la variabilidad temporal como espacial de este parámetro al interior de las lagunas.

Tabla 18. Intervalos de tolerancia extremos y óptimos para el crecimiento y sobrevivencia del ostión del pacífico, y condiciones prevalecientes en el sitio.

PARÁMETRO	INTERVALOS DE TOLERANCIA		CONDICIONES PREVALECIENTES EN EL SITIO
	EXTREMOS	ÓPTIMOS	
TEMPERATURA (°C)	2 - 35	15 - 25	15.2 - 24.3
SALINIDAD (‰)	10 - 45	22 - 40	32.4 - 37.7
OXIGENO (mg/l)	3 - 10	6.0 - 8.9	7.68

Temperatura. Con relación a la variabilidad temporal se tienen como referencias los resultados de Arano, et al. (2011), obtenidos del registro continuo de temperatura mediante sensores digitales durante condiciones de verano (mayo-octubre) de 2010 en las lagunas Guerrero Negro y Laguna Manuela, y de Álvarez-Borrego y Granados (1992) durante el ciclo anual 1985-1986 para laguna Ojo de Liebre. En ambos estudios quedan de manifiesto oscilaciones de corto, mediano y largo periodo que manifiesta el comportamiento de la temperatura al interior de las lagunas, asociadas los siguientes factores:

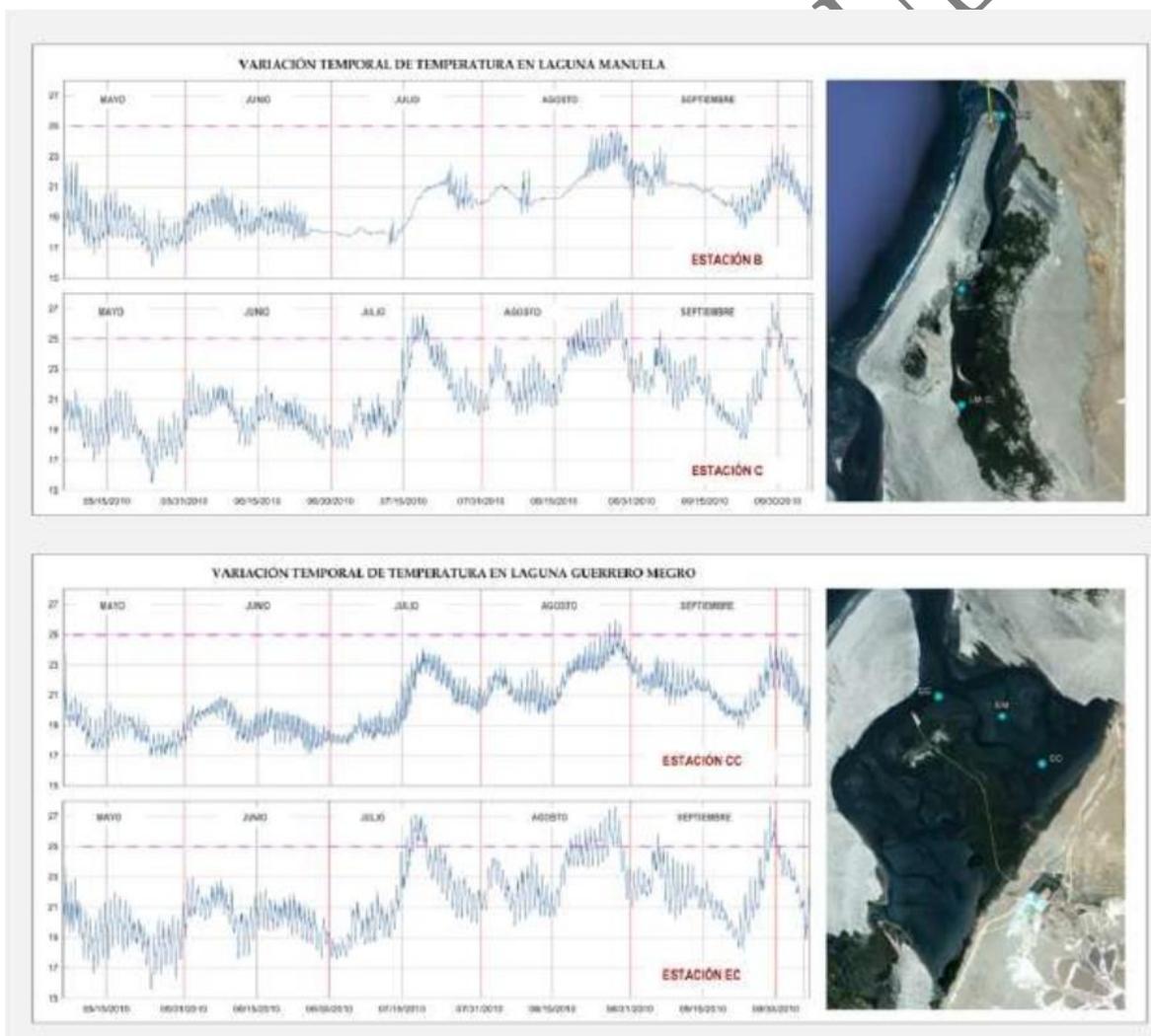
- Los intercambios mar-laguna por efecto de las mareas (semidiurnas).
- El efecto de aguas de surgencia que penetran a su interior por efecto de las mareas.
- La variación estacional.

La similitud que presentan los resultados de los registros continuos de temperatura obtenidos en las lagunas Manuela y Guerrero Negro (Tabla 12), para condiciones de verano, aportan referencias que permiten para fines prácticos tener como referencia los resultados de estudios desarrollados con cobertura anual en esa laguna para establecer el orden de variación anual de temperaturas al interior del complejo lagunar. Sobre el particular se hace referencia a los resultados de los valores de la empresa Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA).

La información proporcionada por ESSA, resulta de mucha utilidad en la descripción de la variabilidad de este parámetro en los sistemas lagunares, toda vez que los datos se obtuvieron de muestreos quincenales sistematizados en 12 estaciones distribuidas con un espaciamiento más o menos regular en el interior de Laguna Guerrero Negro, durante el periodo 2004-2010, lo que aporta a la información una pertinente representatividad espacial y temporal.



El procesamiento de la información proporcionada por ESSA, consistió en su primera fase en el agrupamiento de la información para cada estación, y su disgregación posterior mes a mes para la determinación de los promedios correspondientes. Los resultados del análisis aportan una buena referencia de los aspectos cuantitativos de la variabilidad de la temperatura en las lagunas, sin embargo, es importante señalar que los datos representan las condiciones promedio de la temperatura mes a mes, pero no reflejan la variabilidad que se presenta en cada estación, que puede alcanzar valores cercanos a 3°C bajo condiciones de verano-otoño. Los resultados indican que el intervalo de variación queda definido por una mínima promedio de 15.2°C registrada en los meses de enero, mientras que la máxima media resultó de 24.3 para los meses de agosto,



*Figura 43. Variaciones de corto y mediano plazo registradas en la temperatura de fondo (°C) para estaciones localizadas en la zonas de las bocas de intercomunicación y cabeceras de las lagunas Manuela (arriba) y Guerrero Negro durante el periodo verano-otoño de 2010. Fuente: Arano, et al., 2010.*

intervalo que se ajusta al intervalo óptimo de variación de temperatura para el ostión del Pacífico (Tabla 18).

La variabilidad espacial de la temperatura que se hace manifiesta en forma de gradiente con temperaturas que aumentan de la boca hacia las cabeceras por efecto del calentamiento del agua al interior de la laguna, se aprecia claramente en la Figura 43 en donde para condiciones de verano-otoño las temperaturas registradas en las estaciones cercanas a las bocas de intercomunicación de las lagunas, resultan del orden de 2° C menores que las registradas en las cabeceras. Como referencia a lo anterior se ha trazado en la figura IV.8 para fines de comparación una línea punteada a la altura de los 25° C.

La representación de la variabilidad espacial de temperatura mes a mes al interior de laguna Manuela, determinada a partir de la información obtenida de sensores digitales durante las condiciones prevalecientes durante el periodo mayo-octubre de 2010 se presenta en la Figura 44.

Salinidad. La salinidad como una propiedad conservativa, presenta en sistemas anti estuarinos un patrón espacial de variación semejante al de la temperatura. En general, por lo somero de las lagunas,

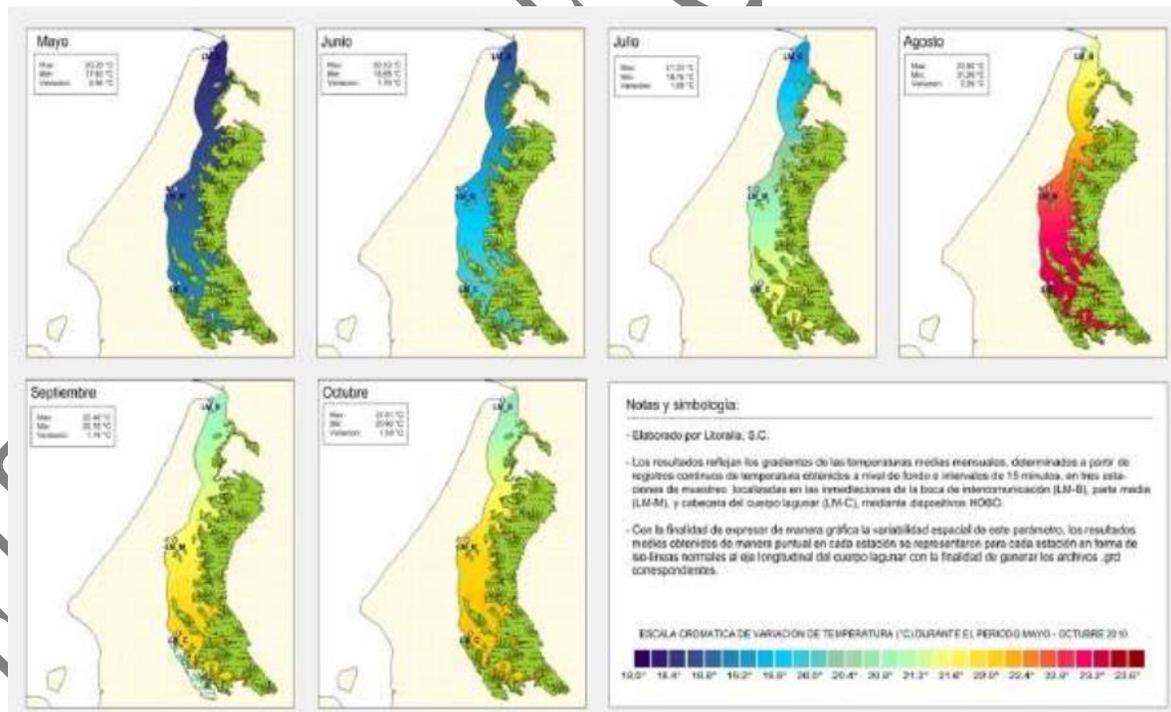


Figura 44. Distribución espacial de la temperatura mensual media (°C) en Laguna Manuela durante el periodo mayo - octubre de 2010. Fuente: Arano et al., (2011)

las aguas en la zona de la cabecera son sujetas a un mayor calentamiento y evaporación, presentándose durante condiciones de verano un gradiente en el que la salinidad aumenta de la



boca a la cabecera. Los resultados de un tratamiento análogo al que se realizó para los datos de temperatura de ESSA, pero aplicados a los valores de salinidad obtenidos en su red de 12 estaciones indican que el intervalo de variación de salinidad queda definido por una mínima promedio de 32.4‰ registrada en la boca de intercomunicación de la laguna durante el mes de abril, mientras que la máxima media resultó de 37.7‰ para los meses de julio, registrada en la cabecera de la laguna (Arano et al., 2011); valores extremos que se ajustan al intervalo óptimo de variación de salinidad para el ostión del Pacífico (Tabla 18).

Oxígeno disuelto. El contenido de oxígeno disuelto en el agua de mar es usualmente suficiente para que los bivalvos se desarrollen normalmente. En algunos casos, sin embargo, como lo son la exposición a periodos prolongados a aguas calientes y estancadas durante mareas muertas en cuerpos de agua con condiciones hidrodinámicas pobres, o durante el periodo de decaimiento de florecimiento explosivo de algas, la concentración de oxígeno en el agua puede abatirse a niveles que produzcan condiciones de estrés o la muerte de los moluscos. En términos generales estos periodos críticos son usualmente de corta duración.

Dada la alta variabilidad de los parámetros fisicoquímicos del agua en los sistemas lagunares, con componentes de corto, mediano y largo plazo asociadas al efecto de la marea, a los efectos de surgencia que se manifiestan en el entorno marino adyacente a la boca de comunicación y a la variación estacional, respectivamente, se reconoce que los monitoreos puntuales en el tiempo no aportan información útil para la descripción de sus aspectos cuantitativos. Bajo esta consideración y en base a la información de las temperaturas y salinidades medias obtenidas de los intervalos anuales de variación que se presenta en el Tabla 18, se estimó una concentración media anual de oxígeno disuelto (en condiciones de equilibrio) de 7.68 mg/l, aplicando los factores de conversión integrados en las tablas 6 y 13 del Manual de Tablas Oceanográficas de la U.S. Naval Oceanographic Office, (1966); valor que se ubica en la región central del intervalo de variación óptimo para el cultivo de esta especie (6 - 8.9 mg/l).

Esta estimación, que significa contenidos muy adecuados de oxígeno para las prácticas acuícolas son consistentes con la alta hidrodinámica que se presenta en el sitio, que favorece una gran capacidad de “ventilación” y auto depuración por efecto del bombeo de la marea.

Nutrientes. Los nutrientes son un indicador relevante de la calidad del agua en los ambientes anti estuarinos toda vez que condicionen de manera determinante su potencial productivo, que se sustenta en la productividad orgánica primaria, pero también, en cantidades elevadas puede ser promotor de procesos de eutrofización asociado a la proliferación de fitoplancton y crecimiento excesivo de vegetación sumergida, lo que a la falta de agentes reguladores de la biomasa de

fitoplancton, como los bivalvos filtro alimentadores, deriva en condiciones nocivas para el resto del sistema como lo son altas demandas de oxígeno y condiciones de hipoxia, entre otras.

Para el cultivo de bivalvos filtro alimentadores, la disponibilidad de fitoplancton en la columna de agua, que se constituye en su principal alimento, resulta un factor de vital importancia en el éxito del cultivo, en consecuencia, los niveles en las concentraciones de nutrientes demandados por el fitoplancton para su crecimiento son colateralmente relevantes.

Para el caso específico de Laguna Manuela Arano et al., (2011), generaron 6 series de tiempo de 26 horas de duración en una estación localizada en las inmediaciones de la boca de intercomunicación de Laguna Manuela, para el registro de la variabilidad temporal de nutrientes bajo condiciones de mareas vivas y muertas, y condiciones de primavera, verano, otoño e invierno, durante las cuales se colectaron muestras de agua a intervalos de 2 horas para la determinación de amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos.

Con el objeto de simplificar la conducción futuros estudios de seguimiento, Arano et al., (2011) agruparon la información generada de las series de tiempo en periodos “fríos” (otoño- invierno) y “cálidos” (primavera-verano) para obtener bajo ese enfoque los promedios e intervalos de variación correspondientes. Los resultados agrupados de esa forma se presentan de manera sinóptica en el Tabla 19.

*Tabla 19. Intervalos de variación en las concentraciones de macronutrientes en la boca de intercomunicación de Laguna Manuela, bajo condiciones de otoño-invierno, y primavera-verano. Fuente: Arano, et al., (2011)*

		Nitratos	Nitritos	Amonio	NO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub>	Fosfatos	Silicatos
		NO <sub>3</sub> (μM)	NO <sub>2</sub> (μM)	NH <sub>4</sub> (μM)	(μM)	PO <sub>4</sub> (μM)	SiO <sub>2</sub> (μM)
OTOÑO - INVIERNO	MEDIA	0.95	0.09	1.94	1.04	0.68	2.92
	MÁXIMO	5.92	0.20	5.61	6.01	1.03	8.95
	MÍNIMO	0.05	0.04	0.56	0.11	0.54	0.18
PRIMAVERA - VERANO	MEDIA	0.70	0.16	3.92	0.55	0.64	6.08
	MÁXIMO	1.90	0.39	7.20	2.09	0.95	6.70
	MÍNIMO	0.07	0.04	1.40	0.15	0.42	5.58

Dada la inconsistencia que se presenta entre las tipificaciones de los estados tróficos de los ecosistemas costeros bajo las referencias aportadas por las concentraciones de clorofila y nutrientes, y aún entre indicadores de nutrientes propuestos por varios autores y organizaciones internacionales, se consideró pertinente establecer el estado de salud de Laguna Manuela bajo conceptos distintos. Sobre el particular y en respuesta a tales inconsistencias Karidys (2009), señala que recientemente algunas organizaciones internacionales y gobiernos europeos han optado por asociar las concentraciones de nutrientes de los ecosistemas costeros a términos que hacen referencia a la calidad del ecosistema, estableciendo valores que disgregan la calidad en cinco clases: alta, buena, media, pobre y mala:



- Fosfatos:  $0.4 \mu\text{M}$  (alta/buena),  $0.8 \mu\text{M}$  (buena/media),  $1.4 \mu\text{M}$  (media/pobre) y  $2.8 \mu\text{M}$  (pobre / mala).
- Nitratos más nitritos:  $5 \mu\text{M}$  (alta/buena),  $10 \mu\text{M}$  (buena/media),  $20 \mu\text{M}$  (media/pobre), y  $40 \mu\text{M}$  (pobre/mala).
- Amonio:  $1 \mu\text{M}$  (alta/buena),  $2 \mu\text{M}$  (buena/media),  $4 \mu\text{M}$  (media/pobre), y  $8 \mu\text{M}$  (pobre/mala).

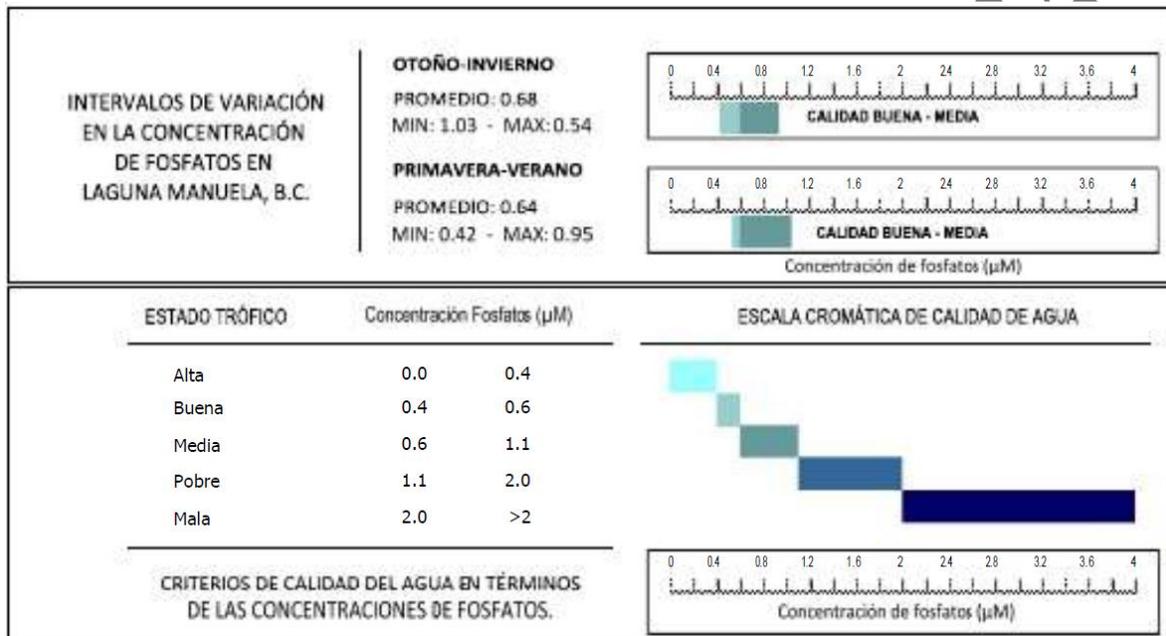


Figura 45. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela, con base a la clasificación del agua de los ecosistemas costeros con referencia a las concentraciones de fosfatos ( $\mu\text{M}$ ) propuesta por Karidys (2009).

Bajo las referencias señaladas, se aplicó un retro cálculo a los valores de frontera indicados mediante un análisis de mejor ajuste (exponencial), para identificar los intervalos para cada clase. Los resultados del procedimiento acoplado a las concentraciones medias de los nitritos más nitratos, amonio, y fosfatos ( $\mu\text{M}$ ) determinadas en la laguna bajo condiciones de primavera-verano y otoño-invierno se presentan en las Figura 46.

De acuerdo con los criterios de calidad de Karidys (2009), durante condiciones de otoño-invierno las concentraciones promedio de Nitratos+Nitritos en Laguna Manuela la tipificaron con calidad “Alta”, con valores máximos que se posicionaron en la región de calidad “Buena”. Durante condiciones de primavera-verano, tanto las concentraciones medias como los valores mínimos y máximos caracterizaron a las aguas del cuerpo lagunar con calidad “Alta”. Tratándose de las concentraciones de Fosfatos, los intervalos de variación posicionan al agua de la laguna entre las clases de calidad “Buena- Media”, tanto para condiciones de otoño-invierno, como de primavera-verano (Figura 45).

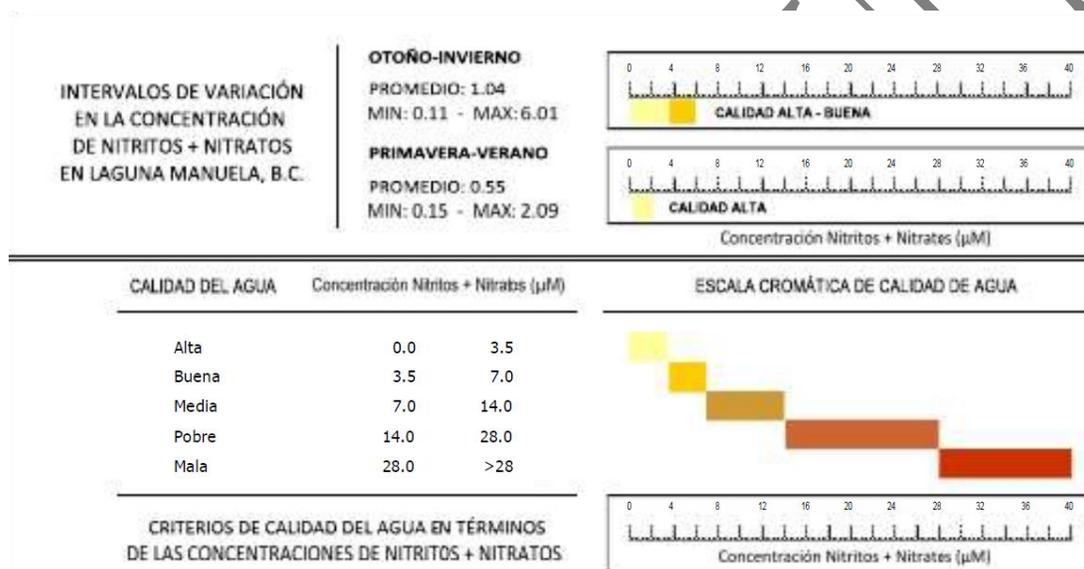


Figura 46. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela, con base a la clasificación del agua de los ecosistemas costeros con referencia a las concentraciones de nitritos más nitratos ( $\mu\text{M}$ ) propuesta por Karidys (2009)

Finalmente, con referencia a las concentraciones de amonio, el intervalo de variación registrado bajo condiciones de otoño-invierno, se despliega entre las clases “Alta” y “Pobre”, en tanto que para el periodo primavera-verano los intervalos de variación posicionan al agua de la laguna entre las clases de calidad “Buena- Pobre” (Figura 47).

Con referencia a las correspondencias de las medias e intervalos de variación de los nutrientes en Laguna Manuela, con la clasificación del agua de los ecosistemas costeros propuesta por Karidys (2009), desplegadas en las figuras anteriores, es importante señalar que en la interpretación de los resultados habrá que tenerse en consideración que los sistemas de clasificación de los estados tróficos o de calidad del agua basados en las concentraciones de nutrientes, se refieren generalmente a contenidos de nutrientes de origen antrópico; aspecto que no aplica al caso de Laguna Manuela dado que sus estado podría considerarse prístino ante la ausencia de descargas



de aguas negras o industriales, pero que resulta útil como un marco de referencia para las actividades de seguimiento.

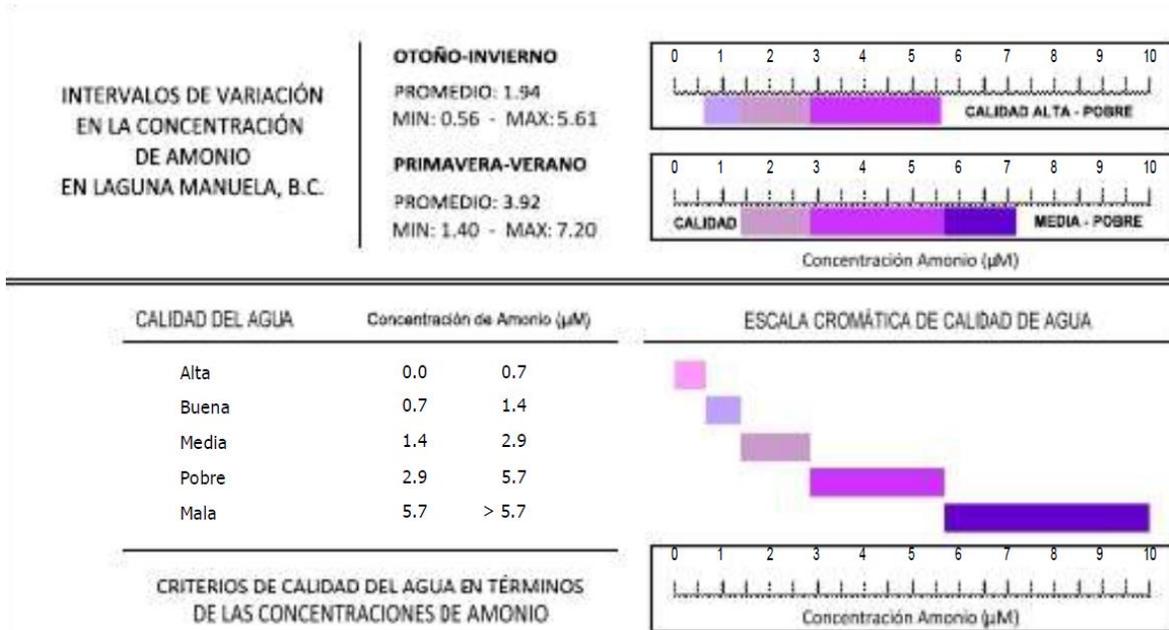


Figura 47. Tipificación de la calidad ecológica de Laguna Manuela, con base a la clasificación del agua de los ecosistemas costeros con referencia a las concentraciones de amonio (μM) propuesta por Karidys (2009).

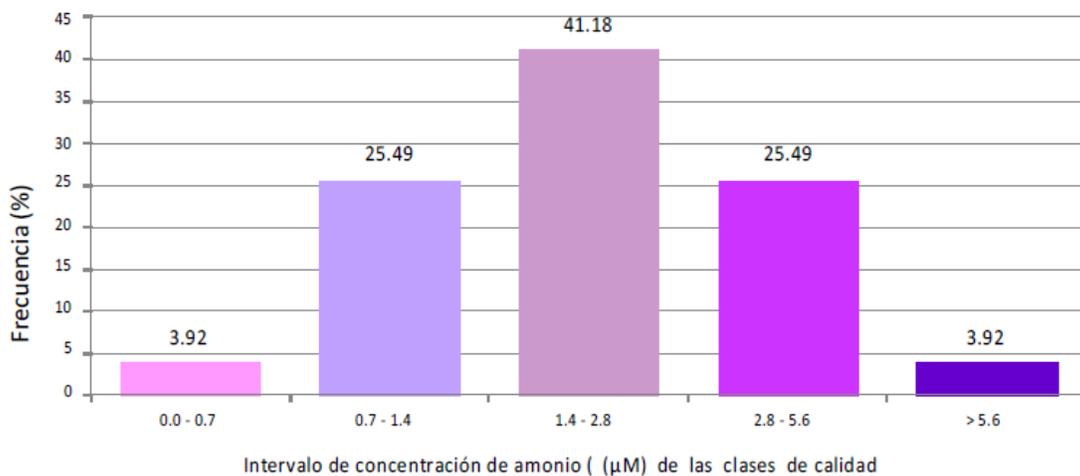


Figura 48. Histograma de frecuencias de las concentraciones de amonio de todas las muestras colectadas en las series de tiempo (n=51)

Para el caso de las concentraciones de amonio, que resulta el nutriente para el que bajo los criterios de la clasificación de Karidys (2009), tipifica a las aguas de la laguna dentro de las clases alta-pobre, el agrupamiento de los valores individuales en un histograma de frecuencias nos indica que la media de la concentración de amonio de todas las muestras colectadas (n=51) se ubica en la clase de calidad media con una frecuencia de 41.2%, y una distribución simétrica hacia las clases extremas (Figura 48).

## **V.2.2. Aspectos bióticos**

### *A. Estado trófico*

#### *i. Consideraciones generales*

La velocidad y el carácter de la respuesta de las comunidades acuáticas ante acciones estresantes de cualquier índole pueden evaluarse a través de la utilización de indicadores o índices ecológicos. Un indicador permite valorar la evolución a lo largo del tiempo o su comparación entre espacios o estructuras diferentes. Bajo tal perspectiva, se entiende que un indicador es una variable que supera su valor neto para representar una realidad más compleja, sin embargo, se debe tener en consideración que este sea fácilmente comprensible y evaluable por la totalidad de los responsables de su uso y de los interesados.

El seguimiento del estado trófico de las lagunas, se constituye en un instrumento de alerta temprana de cambios que pudiesen constituirse en condiciones adversas (o benéficas) para la continuidad de sus procesos productivos y el mantenimiento de su calidad como hábitat relevante para la conservación de la biodiversidad. Los cambios registrados, y que en su caso derivasen en condiciones adversas, darían la pauta para el estudio de los factores causales.

El desarrollo de indicadores o índices de cambios tróficos en sistemas acuáticos ha surgido como respuesta a la manifestación de problemas de eutrofización acelerada en cuerpos de agua continentales (caracterizados por su relativo estancamiento y elevado tiempo de residencia), asociados generalmente con la influencia de cargas de nutrientes orgánicos e inorgánicos antropicos. Sin embargo, el uso del término eutrofización para designar el aporte artificial e indeseable de nutrientes tales como el fósforo, el nitrógeno y el carbono, puede llevar a cierta confusión, ya que en algunos casos (como las lagunas costeras altamente dinámicas), el ingreso de nutrientes a un sistema acuático puede resultar muy favorable, dependiendo el fin y el uso de las aguas del sistema en cuestión.

En tal sentido, la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE, 1982), define a la eutrofización como “el enriquecimiento en nutrientes de las aguas, que provoca la estimulación de una serie de cambios sintomáticos, entre los que el incremento en la producción de algas microscópicas y macrófitas, el deterioro de la calidad de agua, y otros cambios sintomáticos, resultan indeseables e interfieren con la utilización del agua”.



La aplicación de estos indicadores al ambiente marino ha sido tema de controversia, debido principalmente a que la terminología empleada para clasificar a los ecosistemas acuáticos desde la perspectiva de su capacidad trófica, parte del estudio de sistemas acuáticos continentales (Vollenweider, 1968; Zdanowskiet al., 1978; Kerekes, 1982 y 1983 y Lickens, 1972); que son sistemas que difieren de las aguas costeras por las condiciones de heterogeneidad espacial y variabilidad de corto periodo que caracteriza a estas últimas en virtud de los flujos e intercambios de materiales y energía con los sistemas adyacentes, máxime tratándose de sistemas estuarinos y anti estuarinos.

La complejidad del comportamiento ecológico de los sistemas lagunares costeros y el gran número de variables que intervienen en su estado trófico, ha llevado al reconocimiento de que el concepto de eutrofización en estos sistemas es muti-dimensional al estar involucrados diversos factores, como lo son, entre otros: a) la amplia gama de factores que intervienen en la carga, movilidad e intercambio de nutrientes entre el sistema lagunar y el sistema marino adyacente, b) factores que condicionan la variabilidad espacio temporal de productividad orgánica primaria, c) estructuración de la biomasa de los productores primarios en sus componentes planctónica y bentónica (microfitobentos y vegetación sumergida), d) cantidad y tipo de consumidores secundarios, particularmente los filtro alimentadores como los moluscos bivalvos, que actuando como reguladores del exceso de fitoplancton, ejercen una función preponderante en la estructura trófica y salud del ecosistema, y e) procesos físicos que determinan las tasas de renovación del agua en el sistema (tiempo de residencia) y la importancia relativa de los intercambios de propiedades con el sistema marino adyacente.

Si bien se han desarrollado indicadores para establecer los estados tróficos de la zona costera, basados principalmente en la concentración de nutrientes, en la concentración de Clorofila, en la transparencia del agua, y en la concentración del oxígeno disuelto, el análisis de la literatura en la materia señala que ningún índice en principio, podrá representar o incluir la totalidad de los factores que regulan o inciden en el estado trófico de un ecosistema lagunar, ya que mientras más complejos sean estos, menos podrán describirse con un solo indicador (Vollenweider et al., 1998). En consecuencia, para fines del presente, el criterio básico de selección es que el indicador resulte una herramienta consistente y de fácil medición, y que reúna las condiciones aceptables para describir el estado trófico del sistema lagunar, o que permita su clasificación respecto a su susceptibilidad de eutrofización.

Vollenweider (1968) señala como indicadores de eutrofización el crecimiento vegetal excesivo, la acumulación de biomasa vegetal no usada en el epilimnion y condiciones anóxicas de largo plazo

en el hipolimnion. Bajo la perspectiva de los indicadores PEIR (Presión, Estado, Impacto, y Respuesta), a diferencia de los nutrientes, los factores señalados por Vollenweider se enmarcan consistentemente dentro de los indicadores de "estado". En general, estos factores vienen asociados con cambios en otras variables abióticas, como por ejemplo la profundidad de disco Secchi o la concentración de un nutriente limitante, cambios en las razones de concentración de nutrientes, etc. Sin embargo, el común denominador al referirnos a condiciones de eutrofización, es el incremento y la acumulación de biomasa del fitoplancton, que refleja a su vez la salud y estado trófico de los ecosistemas (Kerekes, 1982 y 1983; Giovanardi y Tromellini, 1992; Mihnea 1992 y Vollenweider et al., 1992).

ii. *Selección de indicadores*

Las observaciones expuestas, permiten concluir que un indicador pertinente de las condiciones de "estado trófico" del sistema sería el seguimiento de la biomasa Fito planctónica presente, expresada como carbono celular por unidad de volumen. Sin embargo, la medición directa de este parámetro presenta serias dificultades aun en aguas oceánicas por la interferencia de zooplancton y del material orgánico no vivo (Banse, 1977). El problema es más complejo en las lagunas costeras debido a la gran cantidad de detritus orgánico suspendido, por lo que la estimación de biomasa se establece indirectamente mediante mediciones de la concentración de Clorofila, o por conteo celular, aunque el esfuerzo de este último método limita sobremanera su uso cuando se realizan muestreos intensivos. Carlson (1977) desarrolló índices de estado trófico (IT) para lagos a base de logaritmos de los valores de la clorofila, del fósforo total y de la profundidad de disco Secchi, incorporando en su análisis información de aproximadamente 150 cuerpos de agua para establecer una escala de 0 a 100 unidades, en la cual cada subdivisión de 10 representa una duplicación de la biomasa de algas, el fósforo total o los valores de disco Secchi (Muhlhauser, 1991).

Si bien la aplicación de los índices IT ha sido cuestionada por diversos autores (Lorenzen 1980; Megard et al., 1980), la ecuación derivada de la cuantificación de la cantidad de clorofila, ha sido la más aceptada.

]En cuanto a su aplicación a aguas marinas, el análisis de la literatura en lo relativo a la importancia de la clorofila como indicador, señala en primer término que la determinación de esta propiedad en el agua de mar, sigue siendo desde el inicio de su uso en la década de los sesenta, un método aceptado internacionalmente para estimar la cantidad total de biomasa presente, en un momento dado y en una determinada cantidad de agua.

En México, Contreras-Espinoza et al., (1994) aplicaron los valores de la concentración de clorofila, y el Índice Trófico de Carlson (1977), como indicadores de los estados de eutrofización de 33 lagunas costeras localizadas tanto en las costas del Océano Pacífico, como en el Golfo de



México, cuya superficie integrada asciende a 484,000 hectáreas que representan el 31% del total de la superficie de lagunas costeras a nivel nacional. En su trabajo estos investigadores destacan la importancia de esta variable como un indicador de solidez conceptual que representa una respuesta casi inmediata a la variabilidad de los nutrientes, de tal forma que su cuantificación y seguimiento resulta un indicador confiable de las variaciones en la biomasa del fitoplancton. De su aplicación, estos autores concluyen que tanto la concentración de clorofila, como el índice trófico propuesto por Carlson (1977), resultan indicadores que por la factibilidad económica de su determinación y la facilidad de su aplicación y de su uso rutinario en el campo bajo diversas circunstancias hidrológicas y productivas, pueden contribuir al establecimiento de criterios firmes y comparables para una clasificación del potencial productivo de los sistemas lagunares mexicanos, o en su defecto, a la identificación y ubicación de fenómenos relacionados con procesos de eutrofización.

Por otro lado, en la terminología empleada para clasificar a los ecosistemas acuáticos desde la perspectiva de su estado trófico se reconocen comúnmente 4 categorías: Oligotrofia, Mesotrofia, Eutrofia e Hipereutrofia. La tipificación empleada abarca intervalos muy amplios en la concentración de clorofila, sobre todo hacia las dos últimas categorías, en donde se ubican precisamente los ecosistemas tropicales costeros. Bajo esta consideración, se ha seleccionado el sistema de clasificación propuesto Contreras-Espinoza *op. cit.*, (Tabla 20), para caracterizar el estado basal del estado trófico de Laguna Manuela dado que representa una expansión de los criterios de clasificación tradicionalmente empleados, al proponer diez categorías del estado trófico, lo que además de aportar una mayor resolución conceptual para la detección de cambios en el sistema, ofrece una referencia muy valiosa para comparar los estados tróficos de la laguna bajo consideración con otros sistemas lagunares del país.

Si bien las razones expuestas fundamentan la selección de este indicador, es pertinente señalar que su uso cumple en gran medida con las características deseables de cualquier indicador útil (Hillbricht-Ilkowska, 1980), esto es:

- Capacidad para detectar cambios en el sistema en cuestión.
- Facilidad de medición y poca sofisticación.
- Precisión conocida.
- Potencial para su aplicación generalizada.
- Capacidad para proveer posibilidades de comparación.

Tabla 20. Clasificación de estados tróficos propuesto por Contreras- Espinoza, et al. (1994)

CATEGORÍAS DEL ESTADO TRÓFICO	INTERVALO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA (mg/m <sup>3</sup> )		ÍNDICE TRÓFICO	
Ultraoligotrófico	0.000	0.122	0	9
$\alpha$ Oligotrófico	0.123	0.34	10	19
$\beta$ Oligotrófico	0.350	0.94	20	29

iii. *Variabilidad temporal de la concentración de clorofila*

Se ha señalado que Arano et al., (2011), generaron 6 series de tiempo de 26 horas de duración en una estación localizada en las inmediaciones de la boca de intercomunicación de Laguna Manuela, para el registro de la variabilidad temporal de parámetros fisicoquímicos bajo condiciones de mareas vivas y muertas, y condiciones de primavera, verano, otoño e invierno, durante las cuales se colectaron muestras de agua a intervalos de 1 hora para la determinación de clorofila. Las fechas en las que se realizaron las series de tiempo y el estado de la marea prevaleciente durante los muestreos se han mostrado en el cuadro IV.12. Los resultados obtenidos después de la extracción del pigmento de las muestras de fitoplancton retenidas por filtración in situ en un filtro de fibra de vidrio GF/F de 4.7 cm y 45  $\mu$  m de poro, se expresaron como mg Cl/m<sup>3</sup>, cuyo tratamiento aportó en primer término información sobre la condición basal en la cantidad de alimento disponible para el cultivo de bivalvos, expresada en términos las concentraciones de clorofila. Al efecto, se agruparon la totalidad de los datos de las concentraciones del pigmento obtenidos en la laguna a través del ciclo anual, para disgregarse posteriormente mediante un análisis de frecuencias. Los resultados que se presentan en la Figura 49 indican que en Laguna Manuela la distribución de frecuencias en las concentraciones del pigmento (n=155) reflejó un comportamiento bimodal, con valores de 2.5 y 5.50 mg m<sup>3</sup>, y una media anual de 4.36 mg Cl/m<sup>3</sup> con valores mínimos y máximos de 1.63 y 9.45 mg Cl/m<sup>3</sup>, respectivamente.

iv. *Caracterización del estado trófico de Laguna Manuela*

Se ha señalado que el análisis de la variabilidad que presenta el estado trófico de los sistemas lagunares se constituye en una referencia imprescindible de la caracterización de su estado basal. Asimismo, se ha puesto de manifiesto la pertinencia de aplicar con referencia a las concentraciones de clorofila la clasificación de estados tróficos propuesto por Contreras-Espinoza et al. (1994). La correspondencia que guardaron los intervalos de variación de las concentraciones de clorofila de Laguna Manuela con los índices de estado trófico de Contreras- Espinoza et al., (1994) se presentan en la Figura 50.

Bajo el esquema de clasificación de Contreras-Espinoza y colaboradores (op. cit.), los intervalos de variación que se presentaron en las concentraciones medias de clorofila en los periodos otoño-invierno y primavera-verano, tipificaría a Laguna Manuela entre los estados  $\gamma$  -Oligotrófico y  $\beta$  - Mesotrófico.

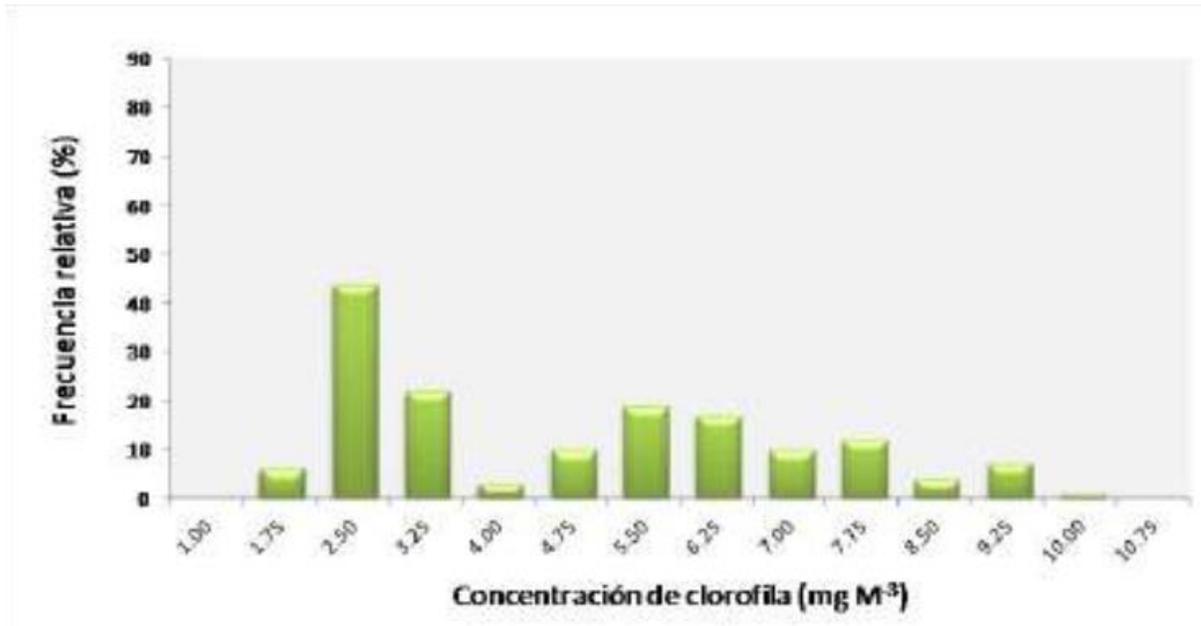


Figura 49. Distribución de frecuencia de las concentraciones de clorofila registradas del análisis del total de las muestras colectadas en Laguna Manuela durante las series de tiempo (n=155).

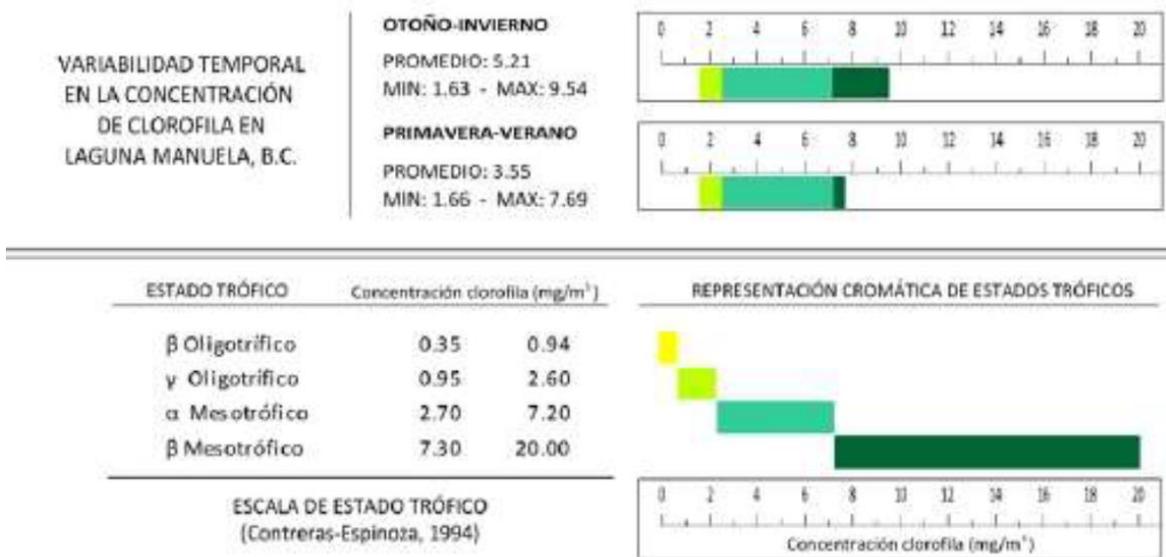


Figura 50. Variabilidad del estado trófico de Laguna Manuela, B.C., con referencia a la clasificación de Contreras-Espinoza, (1994). Fuente: Arano et al., (2011).

### B. Vegetación terrestre y acuática

La flora potencial del área de estudio es de 25 especies, las cuales se integran en 20 géneros y 14 familias (Tabla 21). El tipo de vegetación predominante que cubre el área es de marisma o

vegetación halófila (Rzedowski, 1988), en los alrededores sobre el nivel del mar se presenta la vegetación de dunas costeras.

Tabla 21. Lista de especies potenciales para la zona propuesta para desarrollar el proyecto y en su área de influencia.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de vida	Distribución	Uso potencial
Aizoaceae	Mesembryanthemum nodiflorum L.	Hielito	Hierba perenne	Introducida	*
Aizoaceae	Sesuvium portulacastrum (L.) L.	Verdolaga de la playa	Hierba perenne	Nativa	R
Aizoaceae	Sesuvium verrucosum Refinesque	Romerillo	Hierba perenne	Nativa	R
Asteraceae	Encelia ventorum Brandegee	Hierba del vaso	Arbusto	Nativa	*
Asteraceae	Encelia palmeri Vasey & Rose	Incenso	Arbusto	Nativa	*
Bataceae	Batis maritima L.	Vidriño	Hierba anual	Nativa	H
Chenopodiaceae	Allenrolfea occidentalis (Watson) Kuntze	Arbusto del yodo	Arbusto	Nativa	*
Chenopodiaceae	Atriplex canescens (Pursh) Nutt.	Chamizo	Arbusto	Nativa	R
Chenopodiaceae	Salicornia pacifica Stanley	Deditos	Hierba perenne	Nativa	R
Chenopodiaceae	Salicornia subterminalis Parish	Salmuera	Hierba perenne	Nativa	R
Chenopodiaceae	Salicornia virginica L.	Varilla	Subarbusto	Nativa	C, H
Chenopodiaceae	Suaeda californica S. Watson	Romerito	Arbusto	Nativa	O
Chenopodiaceae	Suaeda moquinii (Torrey) E. Greene		Subarbusto	Nativa	*
Convolvulaceae	Cressa truxillensis Kunth	Tripa de pollo	Hierba perenne	Nativa	*
Cuscutaceae	Cuscuta salina Engelm.	Cuscuta	Enredadera Parásita	Nativa	*
Frankeniaceae	Frankenia palmeri Watson	Frankenia de parmer	Arbusto	Nativa	*
Malvaceae	Sphaeralcea fulva Greene	Luna del desierto	Arbusto	Nativa	O
Nyctaginaceae	Abronia umbellata Lam.	Verbena	Hierba perenne	Nativa	R
Poaceae	Jouvea pilosa (Presl) Scribn.	Palo playero	Hierba perenne	Nativa	*
Poaceae	Monanthochloe littoralis Engelm.	Cedro salado	Hierba perenne	Nativa	*
Poaceae	Spartina foliosa Trin.	Pasto cordón	Hierba perenne	Nativa	*
Potamogetonaceae	Ruppia maritima L.	Pasto	Acuática	Nativa	*
Plumbaginaceae	Limonium californicum (Boiss.) A.Heller	Lavanda	Hierba perenne	Nativa	O
Solanaceae	Lycium brevipes Benth.	Frutilla	Arbusto	Nativa	O
Zosteraceae	Zostera marina L.	Pasto anguila	Acuática	Nativa	*

Nota: C comestible; O ornamental; H hortícola; R Recuperación de tierras; \* Sin uso aparente

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo y con base en Dale (1986), Hickman (1993), Hinojosa et al. (1996) y León de la Luz et al. (1995).

#### i. Planicies intermareales

Las planicies intermareales se desarrollan principalmente en la vertiente oriental y sureña del cuerpo lagunar en las zonas adyacentes a los canales, colindando con las marismas. En las planicies se pueden encontrar sustratos areno limosos con fragmentos de concha desprovistos de vegetación o zonas de pastizal representados por *Spartina foliosa*, *Salicornia pacifica*, *Zostera marina* y *Ruppia maritima*.

##### (a) Marisma baja

Se desarrolla de manera adyacente a las planicies intermareales donde el terreno es somero o inundado constantemente en cada marea. Este estrato de la marisma está representado por la asociación de *Spartina foliosa* y *Salicornia pacífica*.

##### (b) Marisma media

Se desarrolla en terrenos ubicados por encima de la marisma baja que ocasionalmente son inundados bajo el efecto de mareas vivas. La vegetación característica corresponde a una asociación de *Salicornia pacífica* y *Frankenia palmeri*.



(c) Marisma alta

Compuesta por la asociación de *Monantochloe littoralis* y *Salicornia subterminalis*.

ii. Vegetación de dunas

La vegetación de dunas en el complejo lagunar se caracteriza por las siguientes especies: *Abronia maritima*, *Sesuvium portulacastrum*, *Lycium brevipes*, *Salicornia subterminalis*, *Suaeda californica*, *Allenrolfea occidentales*, *Encelia ventorum*, *Spharalcea fulva* y *Atriplex canescens*.

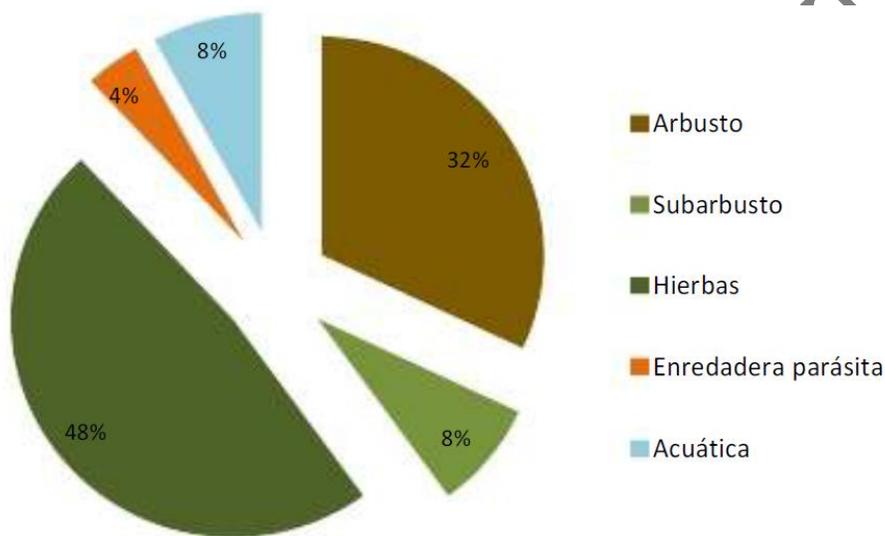


Figura 51. Proporción de especies de acuerdo con su formas de vida

Las formas de vida de las 25 especies potenciales para la zona están conformadas de acuerdo con su proporción de la siguiente forma: el 32% son arbustos, el 8 % son subarbustos, el 48% son hierbas (perennes y anuales), el 4% son enredaderas y el 8% son acuáticas (Figura 51); lo que indica que esta comunidad vegetal está marcadamente dominada por un estrato herbáceo, sólo es posible observar algunos subarbustos en la parte alta de la marisma. En cuanto a su distribución, el 96% son especies nativas y el 4% son introducidas. No se han reportado especies endémicas en esta área.

Las especies de algas reportadas por Hinojosa et al., (1996) para Laguna Manuela son: *Spyridia filamentosa* Walfen y *Codiumostera magnum* Dawson. Por su parte, Aguilar Ramírez (1998) y Aguilar Ramírez et al., (2000), reportaron para la laguna Ojo de Liebre un total de 85 especies de algas, de las cuales 38 pertenecen a la división Rhodophyta, 29 a la Clorophyta y 18 a la

Phaeophyta. El mayor número de especies se encontró durante el verano y el mínimo en primavera. Las especies que aportaron mayor biomasa anual fueron *Spyrudia filamentosa* (17%) y *Polysiphonia pacifica* (7.8%). Las especies de mayor importancia en la comunidad fueron *Spyrudia filamentosa*, *Dasya baillouviana*, *Ectocarpus parvus* y *P. pacifica*.

iii. *Especies vegetales de interés comercial*

Las especies que tienen un uso comestible es *Salicornia virginica* (Dale, 1986), ornamental *Limonium californicum*, *Lycium brevipes* y *Sphaeralcea fulva*, hortícola *Batis maritima*, *S. virginica*, *Frankenia salina* (Hickman, 1996) y como recuperación de tierras *Salicornia pacifica*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sesuvium verrucosum*, *Atriplex canescens* y *Abronia umbellata*.

iv. *Especies endémicas y/o en peligro de extinción*

Las especies de plantas presentes en la zona propuesta para el desarrollo del proyecto y su área de influencia, no se encuentran en ninguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 ni de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

C. *Fauna marina*

Las marismas presentan internamente una alta diversidad y productividad, y los servicios ambientales que aportan son de particular importancia para las aves migratorias y residentes, que encuentran en ellas descanso, refugio y alimento. En comparación con las aves, son muy pocos los mamíferos estrechamente vinculados con las marismas, y en el área propuesta para el desarrollo del proyecto no fueron observados.

i. *Invertebrados bentónicos*

En la Tabla 22, se listan las especies de bivalvos y gasterópodos bentónicos reportadas para el estrato intermareal del complejo lagunar Ojo de Liebre. Abitia y Holguín (2001) y Sarur-Zanata et al. (1984), han reportado un total de 68 especies de invertebrados bentónicos: 30 especies de bivalvos y 38 de gasterópodos.



Tabla 22. Bivalvos y gasterópodos bentónicos reportados para el estrato intermareal del complejo lagunar Ojo de Liebre

FAMILIA	ESPECIE	1	2	3
Anomiidae	Anomia peruviana D' Orbigny, 1846			X
Arcidae	Anadara bifrons Carpenter, 1857			X
Arcidae	Anadara multicostata Sowerby, 1833	X		
Cardiidae	Laevicardium elenense Sowerby, 1840			X
Cardiidae	Laevicardium substratum Conrad, 1837			
Cardiidae	Papyridea aspersa Sowerby, 1833			X
Crassatellidae	Crassinella pacifica C. B. Adams, 1852			X
Donacidae	Donax gouldii Dall, 1921			X
Lyonsidae	Lyonsia californica Conrad, 1837	X	X	
Mytilidae	Brachidontes adamsianus Dunker, 1857	X		
Mytilidae	Brachidontes semilaevis Menke, 1849	X		
Mytilidae	Crenella divaricata D' Orbigny, 1846			X
Mytilidae	Mytella sp	X		
Ostreidae	Ostrea lurida Carpenter, 1857			
Ostreidae	Ostrea palmula Carpenter, 1857	X		
Pandoriadea	Pandora sp.			X
Pectinidae	Argropecten ventricosus Carpenter, 1864			X
Pectinidae	Lyropecten subnodosus Sowerby, 1835	X		
Pinnidae	Pinna rugosa Sowerby, 1835	X		
Pteriidae	Pteria sterna Gould, 1851	X		
Semelidae	Abra sp Lamarck, 1818			
Semelidae	Semele pacifica Dall. 1915			X
Solecurtidae	Tagelus californianus Conrad, 1837	X		X
Solecurtidae	Tagelus poitius Carpenter, 1857			X
Tellinidae	Macoma sp.			X
Tellinidae	Tellina sp.		X	
Thraciidae	Cyathodonta lucasana W. H. Dall, 1915			X
Veneridae	Chione californiensis Sowerby, 1835	X	X	X
Veneridae	Megapitaria squalida Sowerby, 1835	X		
Veneridae	Protothaca grata Say, 1831	X		
Veneridae	Tivela planulata Broderip & Sowerby, 1830			X
Buccinidae	Macron aethiops Reeve, 1447	X		
Bullidae	Bulla gouldiana Pilsbry, 1895			X
Bullidae	Bulla punctulata Adams, A. in Sowerby, G.B. II, 1850	X		
Cerithiidae	Bittium eschrichtii Middendorff, A.T. von, 1859			X
Cerithiidae	Cerithium stercusmuscarum Valenciennes, 1833	X		
Columbellidae	Anachis varia Sowerby, 1824		X	
Haminoeidae	Haminoea vesicula Gould, 1855		X	
Haminoeidae	Haminoea virescens Sowerby, 1833			X
Melampidae	Melampus mousleyi Berry, 1964	X		
Melampidae	Melampus olivaceus Carpenter, P.P., 1856	X		
Nassariidae	Nassarius rhinetes S. S. Berry, 1953		X	
Nassariidae	Nassarius tegula Reeve, 1853	X	X	X
Naticidae	Natica chemnitzii Pfeiffer, 1840	X	X	
Naticidae	Polinices recluzianus Deshayes, 1839	X	X	X
Naticidae	Neverita helicoides Gray, 1825			

FAMILIA	ESPECIE	1	2	3
Potamididae	Cerithidea albonodosa Gould & Carpenter, 1857	X		
Potamididae	Cerithidea californica Haldeman, 1840		X	
Potamididae	Cerithidea mazatlanica Carpenter, 1857	X		X
Pyramidellidae	Turbonilla sp.	X	X	
Pyramidellidae	Odostomia fetella Dall and Bartsch, 1909		X	
Scaphandridae	Acteocina harpa Dall, W.H., 1871		X	
Scaphandridae	Acteocina infrequens Adams, 1852			
Thaididae	Acanthina angelica Oldroyd, 1918	X		
Thaididae	Acanthina spirata Blainville, 1832	X		
Turbinidae	Astraea undosa Wood, 1828	X		
Turbinidae	Turbo fluctuosus Wood, 1828	X		
Turbinidae	Turbo saxosus Wood, 1828			
Turritellidae	Turritella goniostoma Valenciennes, 1832			X
Turritellidae	Vermicularia pellucida eburnea Reeve, L.A., 1842			X
Acmaeidae	Acmaea strigatella Carpenter, P.P., 1864	X		
Acmaeidae	Collisella dalliana Pilsbry, H.A., 1891	X		
Calyptraeidae	Crepidula excavata Broderip, W.J., 1834			X
Calyptraeidae	Crepidula onyx Sowerby, 1824	X		X
Calyptraeidae	Crepidula striolata Menke, 1851			
Calyptraeidae	Crucibulum scutellatum Wood, 1828	X		
Calyptraeidae	Crucibulum spinosum Sowerby, 1824	X	X	
Fissurellidae	Diodora digueti Mabille, 1895	X		
Aplysiidae	Aplysia vaccaria Winkler, 1955	X		
Aplysiidae	Aplysia californica Cooper, 1863	X		

Fuente: 1 Abitia y Holguín (2001); 2 Sarur-Zanata et al. (1984) y 3 Fhleger y Ewing (1962).

ii. Vertebrados marinos

(a) Mamíferos

Tabla 23. Lista potencial de especies de mamíferos marinos reportados para el complejo lagunar Ojo de Liebre

Nombre científico	Nombre común	Distribución
<i>Eschrichtus robustus</i>	Ballena gris	Migratoria
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	Residente ocasional
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	Residente ocasional
<i>Phoca vitulina</i>	Foca bitulina	Residente ocasional
<i>Zalophus californianus</i>	León marino de California	Migratoria

En el área del complejo lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro-Manuela, es posible encontrar 6 especies de mamíferos marinos, sean migratorios y residentes (Eberhardt, 1966; Galina et al., 1991). Entre los mamíferos marinos más carismáticos se encuentra la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), que durante la temporada invernal arriba a la costa occidental de la península donde se reproduce, siendo las principales áreas de reproducción las lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio. A esta ballena se le ha dado una atención especial debido a que el siglo pasado, estuvo sujeta a una intensa explotación. Como resultado, desde mediados de los años cuarenta las poblaciones han tenido protección absoluta. Desde entonces acapara la atención de grupos



conservacionistas y público en general, propiciando una creciente actividad turística alrededor de las poblaciones reproductivas (Programa de Reserva de la Biosfera de El Vizcaíno, 2000). De acuerdo con los censos recientes, la Laguna Ojo de Liebre registra la mayor abundancia de ballenas.

El principal y más atractivo destino de observación de ballenas en México es Baja California Sur, en Laguna Ojo de Liebre, Laguna San Ignacio, Bahía Magdalena y Estero La Soledad, donde la ballena gris se congrega durante el invierno para criar y dar a luz (Gilmore, 1950; Gard, 1974). Esta actividad inició de manera formal en 1972 en la Laguna de San Ignacio con viajes en barcos provenientes de San Diego, E.U.A. En 1988 se expandió a Ojo de Liebre y en 1990 a Bahía Magdalena (Dedina y Young, 1995). En el poblado de Guerrero Negro se cuenta con empresas organizadas que ofrecen servicios de excursión al turismo nacional e internacional para el avistamiento de ballena gris en época de invierno, así como la organización de diferentes recorridos en la región para el reconocimiento de las playas y lugares de interés.

Le Boeuf (1999) reporta que pocos lobos y delfines se observan en las lagunas y no las frecuentan por mucho tiempo. El lobo de California (*Zalophus californianus*) en el pasado fue sujeto a una presión de caza, pero actualmente no es explotado en dicha modalidad. Al igual que la ballena gris, es objeto de atención de grupos conservacionistas, público en general y científicos. El lobo marino es una especie muy abundante y actualmente los registros señalan una población que sobrepasa los 6,000 ejemplares. En el interior de la Laguna Manuela como del resto del complejo lagunar su presencia se registra como ocasional.

Se han observado individuos de delfines de manera ocasional en la Laguna Manuela. El delfín común (*Delphinus delphis*) se distribuye en las aguas templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo, es una especie pelágica gregaria. El delfín común es un nadador acrobático y veloz (hasta 65 km/h). La profundidad máxima de inmersión se cree que es de unos 280 m. Se alimentan de calamar y peces. Las crías al nacer tienen menos de un metro de largo, nacen en primavera y verano después de una gestación que dura de 10-11 meses (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005). El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) es muy social, nadan a menudo en grupos de cientos de individuos. Algunos se quedan en aguas costeras y otros nadan mar adentro, realizando inmersiones a profundidades de casi 600 m. Se han identificado tres poblaciones diferentes en el Pacífico Norte: un grupo de agua templada, un grupo de agua tropical, y un grupo costero (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005).

La foca común (*Phoca vitulina*), vive en los litorales y tiene una dieta de mariscos muy variada, dependiendo de lo que está disponible. Las hembras normalmente tienen un cachorro al año, y

dos semanas después del nacimiento, se aparean de nuevo. El huevo fertilizado permanece inactivo en el útero por tres meses antes de que se implante en la pared uterina y empiece su crecimiento. A esto se le llama implantación tardía. La gestación total, incluyendo el periodo de retraso, dura de 8-9 meses (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005). La foca común, registra en la Isla San Roque la principal colonia reproductiva con más de 2,000 ejemplares (Programa de Reserva de la Biosfera de El Vizcaíno, 2000). Su presencia en el interior de la Laguna Manuela se registra como ocasional.

(b) Reptiles marinos

En la costa occidental de Baja California sólo dos especies de tortugas marinas son importantes por su abundancia; la tortuga negra o prieta (*Chelonia mydas agassizi*) y la perica (*Caretta caretta gigas*), específicamente, en la Laguna Manuela no se tiene registro de abundancias relativas de tortugas. La tortuga prieta llamada también "caguama" o "mestiza", tiene un caparazón de 1.40 metros y cuatro placas costales de color pardo; llega a pesar de 130 a 180 kilogramos y se caracteriza por el color oscuro de su grasa. Se encuentra en el Océano Pacífico, desde el sur de Baja California hasta Chile y se ha llegado a capturar en las costas de la provincia de Buenos Aires, Argentina, frente al Mar del Plata, en el Océano Atlántico (Cifuentes et al., 2006). Esta se ha encontrado en el interior de las lagunas costeras de El Cardón y San Ignacio, en donde se alimenta principalmente en las praderas de pastos marinos. Es la especie más abundante en la costa oriental de Baja California (Olguín, 1990). La tortuga perica vive en el litoral del Pacífico occidental. Son tortugas grandes que miden 1.20 metros de longitud y alcanzan hasta 200 kilogramos de peso; su caparazón es pardo y su cabeza está muy desarrollada en relación con el resto del cuerpo. Esta tortuga habita la zona pelágica y su dieta consiste principalmente de crustáceos pelágicos. Ambas especies utilizan el complejo lagunar para alimentarse (Cifuentes et al., 2006). De acuerdo con lo señalado por Olguín (1990), esta es la especie más abundante en la costa occidental de Baja California (desde Bahía Magdalena hasta San Juanico).

(c) Peces

En el complejo lagunar De la Cruz-Agüero, et al. (1996), identificaron un total de 10 especies de peces, integrados en 8 familias y 3 órdenes dentro de la clase Chondrichthyes (Tabla 24). Dentro de la clase Osteichthyes, estos mismos autores, identificaron 48 especies, integradas en 29 familias y 10 órdenes (Tabla 25). Las familias Sciaenidae y Gobiidae son las que tienen un mayor número de especies.



Tabla 24. Lista de especies de peces de la clase Chondrichthyes reportadas para el complejo lagunar Ojo de Liebre, Manuela y Guerrero Negro

Orden	Familia	Especie
Heterodontiformes	Heterodontidae	<i>Heterodontus francisci</i> Girard, 1854
Carcharhiniformes	Triakidae	<i>Triakis semifasciata</i> Girard, 1854
Rajiformes	Narkidae	<i>Narcine entemedor</i> Jordan y Starks, 1895
	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos leucorhynchus</i> Günther, 1866
		<i>Zapteryx exasperata</i> Jordan y Gilbert, 1880
	Dasyatidae	<i>Dasyatis brevis</i> Garman, 1880
	Urolophidae	<i>Urolophus halleri</i> Cooper, 1863
		<i>Urolophus maculatus</i> Garman, 1913
	Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i> Cooper, 1863
	Myliobatidae	<i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865

Fuente: De la Cruz - Aguero et al., (1996).

Tabla 25. Lista de especies de peces de la clase Osteichthyes reportadas para el complejo lagunar Ojo de Liebre, Manuela y Guerrero Negro

Orden	Familia	Especie
Elopiiformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i> Linnaeus, 1758
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Opisthonema libertate</i> Günther, 1867
		<i>Sardinops caeruleus</i> Girard, 1854
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Porichthys myriaster</i> Hubbs y Schultz, 1939
Cyprinodontiformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus rosae</i> Jordan y Gilbert, 1880
	Belonidae	<i>Strongylura exilis</i> Girard, 1854
	Cyprinodontidae	<i>Fundulus parvipinnis</i> Girard, 1854
Atheriniformes	Atherinidae	<i>Atherinops affinis</i> Ayres, 1860
		<i>Atherinopsis californiensis</i> Girard, 1854
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Bryx arctus</i> Jenkins y Evermann, 1889
		<i>Hippocampus ingens</i> Girard, 1859
		<i>Syngnathus auliscus</i> Swain, 1882
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena guttata</i> Girard, 1854
Perciformes	Serranidae	<i>Mycteroperca xenarcha</i> Jordan, 1888
		<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> Steindachner, 1868
		<i>Paralabrax nebulifer</i> Girard, 1854
	Carangidae	<i>Trachinotus paitensis</i> Cuvier, 1832
	Gerreidae	<i>Eucinostomus currani</i> Yáñez, 1978
	Haemulidae	<i>Anisotremus davidsoni</i> Steindachner, 1875
		<i>Anisotremus inherruptus</i> Gill, 1863
		<i>Orihopristis reddingi</i> Jordan y Richardson, 1895

Tabla 23. Lista de especies de peces de la clase Osteichthyes reportadas para el complejo lagunar Ojo de Liebre, Manuela y Guerrero Negro (cont.)

Orden	Familia	Especie
	Sparidae	<i>Calamus brachysomus</i> Lockington, 1880
	Sciaenidae	<i>Cheilotrema saturnum</i> Girard, 1858 <i>Cynoscion parvipinnis</i> Ayres, 1862 <i>Menticirrhus undulatus</i> Girard, 1854 <i>Umbrina roncadior</i> Jordan y Gilbert, 1881
	Kyphosidae	<i>Girella nigricans</i> Ayres, 1860
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus zonatus</i> Girard, 1858
	Pomacentridae	<i>Hypsypops rubicundus</i> Girard, 1854
	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758 <i>Mugil curema</i> Cuvier y Valenciennes, 1836
	Labridae	<i>Halichoeres semicinctus</i> Ayres, 1859
	Labrisomidae	<i>Exerpes asper</i> Jenkins y Evermann, 1889 <i>Labrisomus multiporosus</i> Hubbs, 1953 <i>Paraclinus sini</i> Hubbs, 1952
	Chaenopsidae	<i>Chaenopsis</i> sp.
	Blennidae	<i>Hypsoblennius gentilis</i> Girard, 1854
	Gobiidae	<i>Clevelandia ios</i> Jordan y Gilbert, 1862 <i>Gillichthys mirabilis</i> Cooper, 1863 <i>Ilipnus gilberti</i> Eigenmann y Eigenmann, 1888 <i>Quietula y-cauda</i> Jenkins y Evermann, 1889
	Scombridae	<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i> Steindachner, 1869*
	Paralichthyidae	<i>Paralichthys aestuarius</i> Gilbert y Scofield, 1898* <i>Paralichthys californicus</i> Ayres, 1862
	Pleuronectidae	<i>Hypsopsetta guttulata</i> Girard, 1856
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus</i> Jenkins, 1843 <i>Sphoeroides</i> sp.

### iii. Vertebrados terrestres

#### (a) Mamíferos

Dada la ubicación del sitio no se han observado mamíferos terrestres. Sin embargo, no se descarta la presencia de algunas especies en las zonas cercanas, como el coyote (*Canis latrans*), el gato montés (*Linx rufus*), la liebre (*Lepus californicus*) y el conejo (*Sylvilagus audubonii* y *S. bachmani*).

#### (b) Aves

Las aves son el grupo de vertebrados que muestra una mayor riqueza y diversidad en la zona. La lista potencial de aves de acuerdo con la Exportadora de Sal, S.A. de C.V. (ESSA, 2000), consta de 96 especies integradas en 29 familias y 60 géneros (Tabla 26y Figura 52). De estas aves 36 son especies residentes y 60 presentes sólo durante los pasos migratorios o invernantes.



El efecto que tiene la heterogeneidad espacial sobre la fauna se manifiesta en la apertura de nuevos hábitats que pueden ser aprovechados por otros animales (usuarios selectos) como las aves, las cuales responden de forma directa al cambio de estructura, disponibilidad y variedad de alimento. Asimismo, es notable observar la manera en que los niveles en la estructura de los ambientes urbanos (eucaliptos, palmeras, torres, postes y cables de electricidad) combinados con los naturales (matorrales) funcionan como sitios de descanso a las aves, logrando aumentar la presencia de especies que, sin esos apostaderos o sitios de descanso, no ocurrirían.

La infraestructura salinera de la compañía Exportadora de Sal, S.A. de C.V., comprende grandes superficies de vasos de concentración, en donde a medida que se evapora el agua de mar, se incrementa el contenido de sal, aumentando su densidad. La construcción y operación de los vasos de concentración generó un humedal protegido, con abundante alimento para aves que lo utilizan. En los primeros vasos, se ha creado un hábitat característico de salinas solares, contando con fauna y flora marina en los vasos iniciales, con formaciones de alfombras de microalgas en los vasos subsecuentes, hasta la generación de una abundante masa de *Artemia salina*. Estas características hacen que los vasos sean un albergue ideal para aves acuáticas residentes y migratorias, en los cuales han encontrado descanso, refugio y alimento; además, dicha empresa ha colocado bases de anidación para aves rapaces ESSA (2000).

Tabla 26. Lista de especies de aves reportadas para el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Laguna Manuela.

Nombre científico	Nombre común	Localización	Distribución	
<i>Gavia pacifica</i>	Colimbo pacífico	S-1A y 1	M	N-D
<i>Galvia immer</i>	Colimbo mayo	S-1A y 1	M	N-A
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	1,2 y Estero Norte	M	N, M y A
<i>Podiceps auritus</i>	Zambullidor cornudo	1y2	M	N-D y Ma
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	D-A
<i>Aechmophorus clarkii</i>	Achichilique pico naranja	S-1A, S-1B, 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 8	M	N-Ju
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelicano blanco	S-1A, 1 y 2	M	Todo el año*
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano pardo	S-1A, S-1B y 1 al 8	R	Todo el año
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejudo	S-1A, S-1B y 1 al 9	R	Todo el año
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	S-1A, S-1B, 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 9	R	Todo el año
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca	S-1A, S-1B y 1 al 9	R	Todo el año
<i>Egretta thula</i>	Garceta pie-dorado	S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4 y 5	R	Todo el año
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	1	M	D, E y F

Tabla 24. Lista de especies de aves reportadas para el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Laguna Manuela. (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Localización	Distribución	
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor	S-1A, S-1B y 1 al 7	R	D-A y Ju
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	S-1A, S-1B, 1, 2, 3 y 4	R	Todo el año
<i>Butorides striatus</i>	Garceta verde	Marismas adyacentes a los vasos de concentración	R	Todo el año
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	3-A, S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4, 5 y 7	R	Todo el año
<i>Branta bernicla</i>	Ganso de collar	S-1A, 1, 2, 3, 4, 5 y 6	M	N-F
<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde	S-1A	M	E
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	1	M	EyM
<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino	S-1A, 1, 2, 4, 5 y 6	M	D-Ma
<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	S-1A	M	D
<i>Anas cyanoptera</i>	Cerceta canela	1	M	E-M
<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño	S-1A, 1, 2, 4, 5 y 6	M	D-Ma
<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán	1	M	E-M
<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	S-1A, 1, 2, 4 y 5	M	E-Ma y N-D
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	S-1A, S-1B, 1 al 8 y Estero Norte	M	E-Ma y N-D
<i>Melanitta perspicillata</i>	Negreta nuca blanca	S-1A y 1	M	D-M
<i>Bucephala clangula</i>	Pato chillón	S-1A, 1, 4, 6 y 7	M	N-M
<i>Bucephala albeola</i>	Pato monja	S-1A, 1, 4, 5, 6 y 7	M	N-D
<i>Mergus serrator</i>	Mergo copetón	S-1A, S-1B, 1, 2, 3 y 4	M	Todo el año*
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Terrenos adyacentes al poblado de Guerrero Negro	R	Todo el año
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	S-1A, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y marismas adyacentes a los vasos de concentración	R	Todo el año
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	S-1A, S-1B, S-2, S-3 y 1	R	-
<i>Buteo lagopus</i>	Aguililla ártica	Alrededor de los vasos de concentración	M	-
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	S-3, S-4, 1, 2, y 5	R	-
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	1, 4 y 8	M	S-D y Ma
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	4, 5, postes de navegación, marismas adyacentes a los vasos de concentración 6, 8 y 9	R	-
<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	1 y Estero Norte	M	N-F
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	S-1A, 1, 2, 7 y 8	M	Todo el año*
<i>Pluvialis dominica</i>	Chorlo dominico	S-1A, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8	M	-
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	S-1A, S-1B y 1 al 9	R	Todo el año
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmeado	S-1A y 1 al 6	M	Ag-D y A
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	2 al 9	R	Todo el año
<i>Haemantopus palliatus</i>	Ostrero americano	S-1A, 1, 7 y 8	R	-
<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelerero americano	S-1A y 1 al 9	M	Ag-Ma
<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	S-1A, S-1B y 1 al 8	M	Todo el año*
<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor	S-1A, S-1B, 1 al 9, Estero Norte y marismas adyacentes	M	Todo el año*
<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor	S-1A, S-1B, 1 al 9, Estero Norte	M	Ag-F y M-A
<i>Cataptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihulúí	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
<i>Heteroscelus incanus</i>	Playero vagabundo	S-1A y 1 al 4	M	S-E



Tabla 24. Lista de especies de aves reportadas para el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Laguna Manuela. (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Localización	Distribución	
Numenius phaeopus	Zarapito trinador	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
Numenius americanus	Zarapito pito largo	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
Limosa fedoa	Picopando canelo	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
Arenaria interpres	Vuelvepiedras rojizo	S-1A y 1 al 9	M	E-Ma y Ag-N
Arenaria malanocephala	Vuelvepiedras negro	S-1A, 6, 7, 8 y 9	M	E-Ma y Ag-D
Calidris alba	Playera blanco	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
Calidris minutilla	Playera chicicuillote	1	M	-
Calidris alpina	Playero dorso rojo	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	E-Ma y S-D
Limnodromus spp.	Costurero	S-1A, S-1B y 1 al 9	M	Todo el año*
Sterna antillarum	Charrán mínimo	S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4 y Estero Norte	M	Ma-Ag
Chlidonias niger	Charrán negro	1 al 7	M	Ju, Ag y S
Rynchops niger	Rayador americano	S-1A y 8	R	Ma-D
Columbina passerina	Tórtola coquita	S-1A, S-1B, S-2 y S-3	R	Todo el año
Tyto alba	Lechuza de campanario	Terrenos adyacentes a los vasos de concentración y Estero Norte	R	Todo el año
Speotyto cunicularia	Tecolote llanero	2	R	-
Ceryle alcyon	Martín-pescador Norteño	1y4	M	D-F
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	Áreas urbanas de Guerrero Negro	R	Todo el año
Sterna maxima	Charrán real	S-1A, S-1B, 1, 2, 8, Estero Norte y terrenos adyacentes	R	E-S
Sterna elegans	Charrán elegante	S-1A, S-1B, 1, 2, y terrenos adyacentes	R	J, Ag, S Y D
Sterna forsteri	Charrán de Forster	S-1A, S-1B, 1 al 8, Estero Norte	M	Todo el año*
Sterna antillarum	Charrán mínimo	S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4 y Estero Norte	M	Ma-Ag
Chlidonias niger	Charrán negro	1 al 7	M	Ju, Ag y S
Rynchops niger	Rayador americano	S-1A y 8	R	Ma-D
Columbina passerina	Tórtola coquita	S-1A, S-1B, S-2 y S-3	R	Todo el año
Tyto alba	Lechuza de campanario	Terrenos adyacentes a los vasos de concentración y Estero Norte	R	Todo el año
Speotyto cunicularia	Tecolote llanero	2	R	-
Ceryle alcyon	Martín-pescador Norteño	1y4	M	D-F
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	Áreas urbanas de Guerrero Negro	R	Todo el año
Sayornis saya	Papamoscas llanero	Terrenos adyacentes a la salina	M	O-F
Eremophila alpestris	Alondra cornuda	Terrenos adyacentes a los vasos de concentración	R	Todo el año
Corvus corax	Cuervo común	S-1A, S-1B y 1 al 7	R	Todo el año
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	S-1A, S-1B, S-2, S-3, S-4, 9 y Estero Norte	R	-
Toxostoma redivivum	Cuitlacoche californiano	Terrenos adyacentes a S-1A, S-1B, S-2, S-3, S-4, 8, 9, 10 y Estero Norte	R	Todo el año
Lanius ludovicianus	Alcaudón verdugo	Terrenos adyacentes a S-1A, S-1B, S-2 y S-3	R	-

Tabla 24. Lista de especies de aves reportadas para el Complejo Lagunar Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Laguna Manuela. (cont.)

Nombre científico	Nombre común	Localización	Distribución	
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	Terrenos adyacentes a S-1A, S-1B, S-2, S-3 y Estero Norte	R	D
<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	Área urbana de Guerrero Negro	R	Todo el año
<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado	Área urbana de Guerrero Negro	M	-
<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra	Zonas arboladas de Guerrero Negro	M	D-A
<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	S-1A, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	R	Todo el año
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	Gorrión corona blanca	Terrenos adyacentes a la salina	M	O-F
<i>Sturnella neglecta</i>	Pradero occidental	Terrenos adyacentes a la salina	M	-
<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico	Zonas urbanas de Guerrero Negro (arboladas y jardines)	R	Todo el año
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	Zonas urbanas de Guerrero Negro (arboladas y jardines)	R	Todo el año

R residente; M migratorio; E enero; F febrero; M marzo; A abril; Ma mayo; J junio; Ju Julio; Ag Agosto; S septiembre; O octubre; N noviembre; D diciembre.

\* Permanece todo el año, pero en verano sus poblaciones disminuyen considerablemente, sólo se observan algunos juveniles.

- No se tiene información.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ESSA (2000).

Las aves migratorias no anidan en esta zona. Las especies residentes como *Pelecanus occidentalis*,

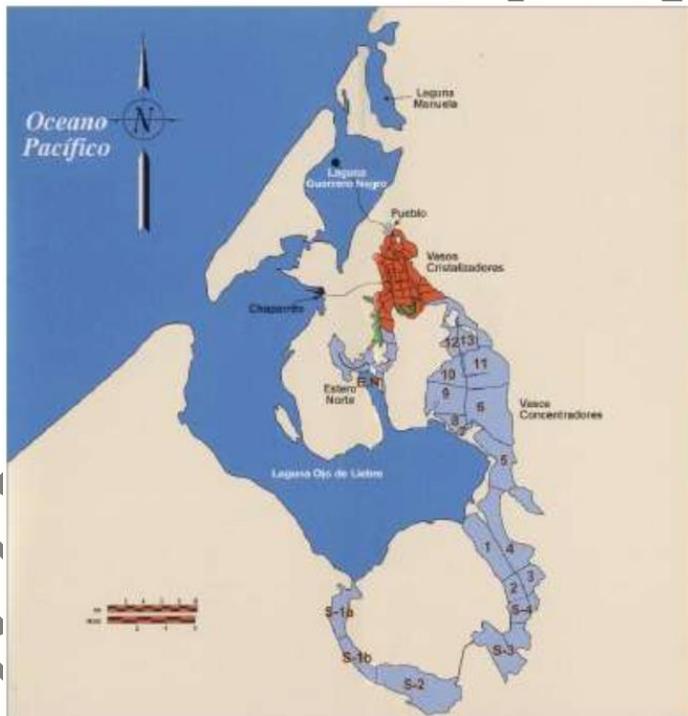


Figura 52. Distribución espacial de los hábitats preferenciales de las especies de aves relacionadas en la Tabla 24

anidan en Laguna San Ignacio; *Phalacrocorax auritus*, *Ardea herodias*, *Egretta thula*, *Egretta tricolor*, *Nycticorax nycticorax*, *Haemantopus palliatus*, *Sterna caspia*, *Sterna maxima*, anidan en las islas de la Laguna Ojo de Liebre; *Charadrius alexandrinus* anida en los diques de los vasos de concentración; *Columbina passerina* anida en los matorrales de los terrenos adyacentes a los vasos de concentración (ESSA, 2000). Es importante señalar que tanto las especies migratorias como residentes tienen su área de mayor actividad en los vasos de concentración, sus riberas y en la Laguna Ojo de Liebre.

La especie *Phalaropus lobatus* es la más numerosa, alcanzando cerca de 60,000 individuos; los números más altos los alcanza en agosto y septiembre. La segunda especie más



abundante es *Calidris mauri*, alcanzando hasta 30,000 individuos. De las gaviotas la más abundante y común en el complejo lagunar es *Larus occidentalis* (ESSA, 2000).

iv. *Localización de las áreas especialmente sensibles para las especies de interés o protegidas*  
Las especies de mamíferos que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de acuerdo con la 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, son la ballena gris, el lobo o león marino de California, la foca común, el delfín común y el delfín nariz de botella, las cuales se encuentran sujetas a protección especial (Tabla 27).

Tabla 27. Lista de las especies de mamíferos marinos que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en vigor a partir del 03 de abril de 2012.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059- SEMARNAT-2010	CITES
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Pr	Apéndice I
<i>Zalophus californianus</i>	León marino de California	Pr	-
<i>Delphinus delphi</i>	Delfin común	Pr	-
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfin nariz de botella	Pr	Apéndice II
<i>Phoca vitulina</i>	Foca común	Pr	-

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), regula el comercio internacional en especímenes de especies de fauna y flora silvestres (la exportación, reexportación e importación de animales y plantas vivos o muertos y las partes y derivados de los mismos), mediante un sistema de permisos y certificados que se expiden a condición de que se cumplan ciertos requisitos y de que se presenten para que se autorice la entrada o salida de cargamentos de especímenes de un país (Wijnstekers, 2003). Las especies de fauna y flora sujetas a distintos grados de regulación, de acuerdo con este mismo autor, están incluidas en tres apéndices:

a) Apéndice I. Incluye todas las especies en peligro de extinción cuyo comercio deberá estar sometido a una regulación particularmente estricta y que sólo se autorizará en circunstancias excepcionales.

b) Apéndice II. Incluye a las especies que no se encuentran necesariamente amenazadas con extinción en la actualidad, pero que podrían llegar a estarlo a menos que el comercio esté sujeto a una reglamentación estricta. Además, están en este Apéndice, las denominadas especies similares que se controlan por su similitud con otras especies reglamentadas con el fin de facilitar un control más eficaz.

c) Apéndice III. Incluye a las especies sometidas a reglamentación dentro de la jurisdicción de una Parte y para las cuales el comercio no se puede controlar sin la cooperación de otras Partes.

La ballena gris y el delfín nariz de botella se encuentran dentro de los Apéndice I y Apéndice II, respectivamente, de la lista de especies CITES.

Ballena gris. La población americana de ballena gris es la única especie de mamíferos, registrada para la zona, que realiza extensas migraciones (9,000 km en grupos segregados por sexo y edad), entre zonas de alimentación en verano y zonas de crianza y reproducción en el invierno. Las ballenas siguen la línea de costa desde los mares de Bering, Chukchi y Beaufort, donde se alimentan durante el verano, hasta la costa occidental de la Península de Baja California y Golfo de California, para realizar sus actividades reproductivas de diciembre a abril, con un pico de abundancia a mediados de febrero. Las características ecológicas de estas áreas, ofrecen ventajas ecológicas para que esta especie lleve a cabo sus actividades de reproducción y crianza (Manifiesto de Impacto Ambiental Proyecto Salitrales de San Ignacio, 1999).

Existen tres zonas de alimentación, la primera se encuentra del sur del Mar de Chukchi al norte del mar de Bering, la segunda se localiza al sur del mar de Bering y al este de la Península de Alaska y la tercera de las periferias de la primera y segunda, hasta la Península de Baja California. La ballena gris durante la temporada invernal arriba a la costa occidental de la península donde se reproduce, siendo las principales áreas de reproducción las lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio. En la figura, el color rojo indica el área de distribución de la ballena gris.

Desde 1946, la ballena gris se encuentra protegida internacionalmente de la explotación comercial a través de la Comisión Ballenera Internacional (International Whaling Commission), de la que México forma parte, por lo que actividades de explotación y comercio que se realicen con ellas se encuentran fuera de la Ley. En el año de 1994, la especie se eliminó de la lista de animales amenazados o en peligro, debido a que su tamaño poblacional en 1988, se estimó en aproximadamente 21,000 individuos (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005).

León marino de California. Los machos adultos de esta especie migran del norte para resguardarse del frío, durante el invierno y regresan a las playas de las islas y litorales de California y México durante los meses de mayo a julio, en la época de reproducción. La mayoría de las crías nacen en el mes junio (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005).

En la figura, el color rojo indica el área de distribución del león marino de California.

Foca común. Las focas viven en los litorales y tienen una dieta de mariscos muy variada. Las focas pueden bucear a una profundidad de 450 m y quedarse abajo por casi medio hora, pero son más usuales los buceos de seis minutos a profundidades de 30 – 100 m. La foca común se encuentra



en las costas occidentales y orientales de Norte América (Smithsonian National Museum of Natural History, 2005). En Laguna Manuela, no se observaron individuos de esta especie.

Delfín común. Se distribuye en las aguas templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo. La profundidad máxima de inmersión es de unos 280 m. Se alimentan de calamar y peces. En Laguna Manuela no se observaron individuos de esta especie.

Delfín nariz de botella. Se distribuye tanto en el Pacífico como en el Atlántico. Se han identificado tres poblaciones diferentes en el Pacífico Norte: un grupo de agua templada, uno tropical y otro costero. En Laguna Manuela no se observaron individuos de esta especie.

Las especies de aves que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, son: *Falco mexicanus* como amenazada (migratoria), *Falco peregrinus* (residente), *Buteo lagopus* (migratoria), *Egretta rufescens* (residente), *Larus heermanni* (migratoria), *Sterna antillarum* (migratoria) y *Sterna elegans* (residente), como sujetas a protección especial (Tabla 28).

Tabla 28. Lista de las especies de aves que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en vigor a partir del 03 de abril de 2012.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2001	CITES	LOCALIZACIÓN	DISTRIBUCIÓN
<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr	-	S-1A, S-1B, 1, 2, 3 y 4	R Todo el año
<i>Buteo lagopus</i>	Aguiluilla ártica	Pr	-	Alrededor de los vasos de concentración	M -
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	A	-	1, 4 y 8	M S-D y Ma
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr	Apéndice I	4, 5, postes de navegación, marismas adyacentes a los vasos de concentración 6, 8 y 9	R -
<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	Pr	-	S-1A, 1, 2, 3, 4, 5 y 6	M Ma-E
<i>Sterna elegans</i>	Charrán elegante	Pr	-	S-1A, S-1B, 1, 2, y terrenos adyacentes	R J, Ag, S Y D
<i>Sterna antillarum</i>	Charrán mínimo	Pr	-	S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4 y Estero Norte	M Ma-Ag

A amenazada; Pr sujeta a protección especial;

R residente; M migratorio; E enero; Ma mayo; J junio; Ag Agosto; S septiembre; D diciembre.

- No se tiene información.

Fuente: Elaboración propia con base en información de ESSA (2000), NOM-059-SEMARNAT-2010 y Inskipp y Gillett (2005).

En el 2005, se habían reportado 12 especies de aves que se encontraban dentro de la lista de especies CITES, de las cuales 1 especie se encontraba en el Apéndice I (*Falco peregrinus*); 7 en el Apéndice II (*Pandion haliaetus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteo lagopus*, *Falco sparverius*, *Falco mexicanus*, *Tyto alba* y *Speotyto cunicularia*), y 4 especies en el Apéndice III (*Casmerodius albus*, *Anas crecca*, *Anas acuta* y *Anas clypeata*). En los nuevos Apéndices que entraron en vigor el 03

de abril de 2012, solo la primera especie forma parte de dichos Apéndices. Asimismo, 7 especies son residentes y 5 migratorias (Tabla 28).

En el desarrollo del proyecto no se pretende aprovechar ninguna de las especies de aves. Asimismo, las especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista de la CITES, no serán perturbadas por el desarrollo del proyecto, ya que éstas tienen su área de mayor actividad y densidad en los vasos de concentración de la salina, islas y alrededores de Laguna de Ojo de Liebre. A continuación, se describen las áreas de anidación y la localización de dichas especies de acuerdo con ESSA (2000).

- *Falco mexicanus* habita el oeste de Estados Unidos, suroeste de Canadá y México. Durante los meses de septiembre a diciembre y en mayo, se localiza en los vasos de concentración 1, 4 y 8.
- *Falco peregrinus* anida en plataformas artificiales dispersas en el área y en una de las islas de Laguna Ojo de Liebre, y se localiza en los vasos de concentración 4 y 5, en postes de navegación y las marismas adyacentes a los vasos de concentración 6, 8 y 9.
- *Falco sparverius* anida principalmente en el Norte de Estados Unidos y gran parte de Canadá y Alaska, en el área se localiza alrededor del vaso cristalizados 1, zonas adyacentes a los vasos de concentración S-3, S-4, 1, 2 y 5.
- *Buteo lagopus* anida al norte de Canadá y Noroeste de Alaska, se localiza en los alrededores de los vasos de concentración.
- *Egretta rufescens* anida en algunas de las islas de Laguna Ojo de Liebre, se localiza en los vasos de concentración S-1A, S-1B, 1, 2, 3 y 4.
- *Larus heermanni* anida básicamente al interior del Golfo de California, se le puede observar en los vasos de concentración S-1A, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, entre los meses de mayo y enero.
- *Sterna antillarum* anida en terrenos adyacentes a los vasos de concentración 1 y 4; arriba al área en mayo en época reproductiva, y posteriormente migra durante el otoño hacia Centroamérica. Se localiza en los vasos de concentración S-1A, S-1B, 1, 2, 3, 4 y Estero Norte, durante los meses de mayo a agosto.
- *Sterna elegans* anida en algunas de las islas de Laguna Ojo de Liebre, pero su área de anidación más importante se encuentra en el Golfo de California, en Isla Raza; se localiza en los vasos de concentración S-1A, S-1B, 1, 2, y terrenos adyacentes, en los meses de julio, agosto, septiembre y diciembre.
- *Buteo jamaicensis* se localiza alrededor de los vasos de concentración S-1A, S-1B, S-2, S-3 y 1.
- *Pandion heliaetus* anida en Islotes de Laguna Ojo de Liebre y en estructuras artificiales como torres y postes de electricidad en Guerrero Negro y se localiza en los vasos de



concentración S-1A, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y en las marismas adyacentes a los vasos de concentración.

- *Speotyto cunicularia* es un ave muy escasa en la zona, se localiza en el canal colindante con el lado sur del vaso de concentración 2.
- *Tyto alba* anida en matorrales y edificios del área suburbana de Guerrero Negro, se localiza en terrenos adyacentes a los vasos de concentración y Estero Norte.
- *Casmerodius albus* anida en algunas de las pequeñas islas de Laguna Ojo de Liebre, se localiza en las márgenes de los vasos de concentración S-1A, S-1B y 1 al 9.
- *Anas acuta* anida en el norte de Estados Unidos, Canadá y Alaska, se le encuentra en los vasos de concentración S-1A, 1, 2, 4, 5 y 6, entre los meses de diciembre a mayo.
- *Anas clypeata* anida desde Alaska a la parte media de Estados Unidos, se le puede observar en los vasos de concentración S-1A, 1, 2, 4, 5 y 6, durante los meses de diciembre a mayo.
- *Anas crecca* anida en el norte de Estados Unidos, gran parte de Canadá y Alaska, es poco abundante en el área, se le ha observado en el vaso de concentración S-1a durante el mes de enero.

Las especies *Pandion haliaetus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteo lagopus*, *Falco sparverius*, *Falco mexicanus*, *Tyto alba* y *Speotyto cunicularia*, *Casmerodius albus*, *Anas crecca*,

*Anas acuta* y *Anas clypeata*, de acuerdo con los Apéndices publicados por la CITES y que entraron en vigor el 03 de abril de 2012, la CITES considera que no es necesario que estas especies tengan algún estatus por parte de esta Convención. Ahora de las especies de aves listadas para la zona, solo el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentra en el Apéndice I de la CITES.

En cuanto a los reptiles marinos, la tortuga negra o prieta (*Chelonia mydas agassizi*) y la perica (*Caretta caretta gigas*) se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de peligro de extinción. Asimismo, estas especies están consideradas dentro del Apéndice I de la lista de especies de la CITES. La tortuga prieta se encuentra en el Océano Pacífico, desde el sur de Baja California hasta Chile y en el Océano Atlántico (Cifuentes et al., 2006). Esta se ha encontrado en el interior de las lagunas costeras de El Cardón y San Ignacio. Es la especie más abundante en la costa oriental de Baja California (Olguín, 1990). La tortuga perica vive en el litoral del Pacífico occidental y habita la zona pelágica. Es la especie más abundante en la costa occidental de Baja California, desde Bahía Magdalena hasta San Juanico (Olguín, 1990). Específicamente, en Laguna Manuela no se tiene registro de abundancias de tortugas.

El caballito de mar del Pacífico (*Hippocampus ingens*), se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT- 2010, bajo la categoría de protección especial y dentro del Apéndice II de la lista

de especies de la CITES. Esta especie fue reportada por De la Cruz-Agüero et al., (1996), para el complejo lagunar Ojo de Liebre. La distribución vertical de esta especie se extiende entre los 10 y 20 metros de profundidad (la profundidad máxima reportada es de 60 metros), se encuentra entre colonias arbóreas de coral negro, adherido a los arrecifes sobre esponjas, ramas y corales hermatípicos y gorgonias (Apéndice II de la CITES).

### V.2.3. Medio socioeconómico

El municipio de San Quintín se creó en 2020, siendo el municipio más joven de toda la península de Baja California. cuenta con 36,953.3 km<sup>2</sup>, siendo actualmente el municipio de mayor extensión (aproximadamente 46.1% de todo el estado).

Se subdivide en ocho delegaciones, siendo ellas: Camalú, Vicente Guerrero, San Quintín, El Rosario, El Mármol, Punta Prieta y Bahía de los Ángeles y Villa Jesús María. En esta última es donde el proyecto se desarrolla. En total se registran 541 localidades en todo su territorio.

A pesar de su extensión, comporta al año 2020 poco más de 3% de la población. Mayoritariamente. Su cabecera municipal, homónima, es una localidad pesquera y agrícola, localizada en el Valle de San Quintín,

De manera general, podemos destacar que en este Valle destacan las actividades agrícolas, centradas en frutas como tomate, fresas, arándanos y frambuesas, además de hortalizas.

En cuanto a su gestión político- administrativa, El Municipio de San Quintín aún está en proceso de transición para independizarse del municipio de Ensenada.

#### A. Población

De acuerdo con el censo de Población y vivienda 2020, en el Municipio de San Quintín residían 117,568 personas (3.12% de todo el estado), de las cuales 49.15% eran mujeres y 50.85% hombres.



Figura 53. Delegaciones del Municipio de San Quintín: (1) Camalú, (2) Vicente Guerrero, (3) San Quintín, (4) El Rosario, (5) El Mármol, (6) Punta Prieta y (7) Bahía de los Ángeles y (8) Villa Jesús María.



Respecto a la edad mediana, mitad de la población tenía, en 2020, 24 años o menos, Esto se refleja en una alta razón de dependencia, ya que 53 personas están en edad de dependencia, para cada 100 en edad productiva (es decir, 53%)

Respecto a la distribución, el municipio presenta una densidad de 3.6 Hab/Km<sup>2</sup>, siendo las localidades de mayor población: Lázaro Cárdenas (18,829 habitantes, que corresponden al 16% del municipio), Vicente Guerrero (13,876 habitantes, equivalente al 11.8%) y Camalú (11,272 habitantes, equivalentes a 9.59%).



Figura 54. Número de hijas (os) nacidas vivas(os) por rango etario de la madre

La fecundidad, medida por el promedio de hijas(os) nacidas(os) vivas (os) es de 1.8, considerando mujeres entre 15 a 49 años.

En este mismo grupo etario, el porcentaje de hijas (os) fallecidas (os) es 3.9%.

En 2020, se registró un total de 11.5% que había cambiado su lugar de residencia, con relación a marzo de 2015 (población de 5 años o más). Dentro de este grupo de personas, la migración se dio principalmente por trabajo (62.3%), después por reunión familiar (29.1%) y para estudiar (2.6%).

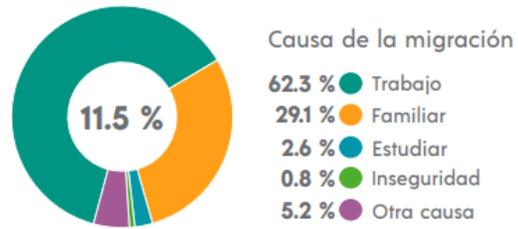


Figura 55. Causas de la migración

### B. Vivienda

En San Quintín se contabilizaron 32750 viviendas particulares habitadas (29% del total del estado). En promedio los ocupantes por vivienda eran de 3.6 y por cuarto, 1.2. Del total de viviendas, solo 4.3% tenían piso de tierra,

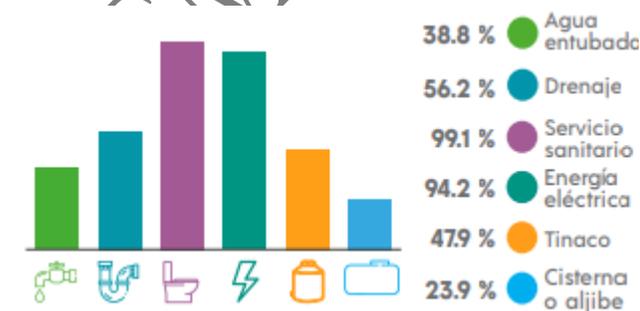


Figura 56. Disponibilidad de servicios y equipamientos

Además de ello, se observa que 94.2% tiene acceso a energía eléctrica y 99.1% a

servicio sanitario, aun cuando solo 56.2% a sistema de drenaje.

También hay que destacar que solo 38.8% de las viviendas tiene agua entubada. Sin acceso al agua, son 33% de las viviendas, de acuerdo con Cuestionario Ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020, aplicando la Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL.

Otros indicadores de levantados por el CONEVAL, sobre el derecho a la vivienda se pueden

Tabla 29. Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda I

Indicador de carencia	Población (miles)	%	Número de viviendas	%
Calidad y espacios en la vivienda <sup>1</sup>	17.7	15.0%		
En viviendas con pisos de tierra <sup>2</sup>	4.3	3.6%	1,254	3.5%
En viviendas con techos de material endeble <sup>2</sup>	1.0	0.8%	389	1.1%
En viviendas con muros de material endeble <sup>2</sup>	2.5	2.2%	1,112	3.1%
En viviendas con hacinamiento <sup>2</sup>	16.7	14.3%	3,913	11.0%

*Fuente:* elaborado por la Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA), Secretaría de Bienestar, con información de: 1. Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL, con información de INEGI2020; 2. Cuestionario Ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020, aplicando la Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL.

observar en las tablas 27 y 28.

Tabla 30. Indicadores de seguimiento al derecho a la vivienda II

Indicador de carencia	Población (miles)	%	Número de viviendas	%
Servicios básicos en la vivienda <sup>1</sup>	23.3	19.8%		
En viviendas sin acceso al agua <sup>2</sup>	37.1	31.7%	11,731	33.0%
En viviendas sin drenaje <sup>2</sup>	10.0	8.6%	2,718	7.6%
En viviendas sin electricidad <sup>2</sup>	5.1	4.4%	1,553	4.4%
En viviendas sin chimenea cuando usan leña o carbón para cocinar <sup>2</sup>	1.9	1.6%	612	1.7%

*Fuente:* elaborado por la Dirección General de Planeación y Análisis (DGPA), Secretaría de Bienestar, con información proporcionada por: 1. El Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS), extraído de la Matriz de Inversión para el Desarrollo Social (MIDS), instrumento digital de la Dirección General de Desarrollo Regional (DGDR), que contempla el financiamiento de BANOBRAS. Comprende de enero a diciembre de 2021. 2. Gasto Federalizado (Ejercicio del Gasto) al tercer trimestre de 2021, consultado en el Portal de Transparencia Presupuestaria de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Comprende de enero a septiembre de 2021. Disponible en: [https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Datos\\_Abiertos](https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/es/PTP/Datos_Abiertos); 3. El porcentaje de recursos ejercidos respecto a los planeados se obtuvo de la siguiente forma: (Recursos ejercidos / Recursos planeados)\*100; n.d. Información no disponible.

Respecto a la disponibilidad de bienes, 72.3% tienen refrigerador y 58., lavadora. Medios de transporte> 60.3% tiene automóvil o camioneta, 2.9% motocicleta o motoneta y 25.6% bicicleta (Ver Figura 53)

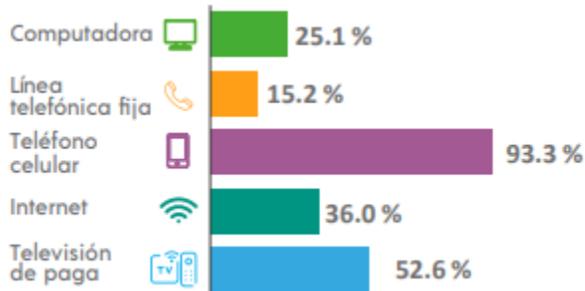


Figura 58. Disponibilidad de TIC

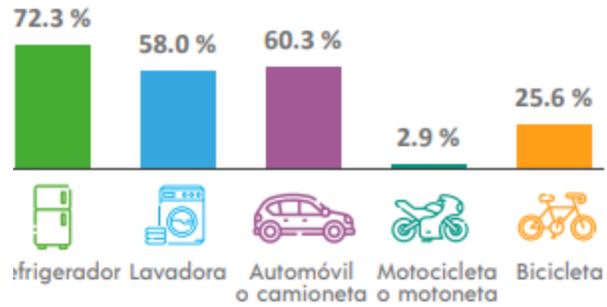


Figura 57. Disponibilidad de bienes

93,3% de las viviendas tiene acceso a celular, pero solo 36% a internet residencial y 25.1% de las viviendas tiene computadora. La 52.6% de las viviendas particulares tiene televisión paga y solo 15.2% línea telefónica fija (ver Figura 54).

### C. Salud

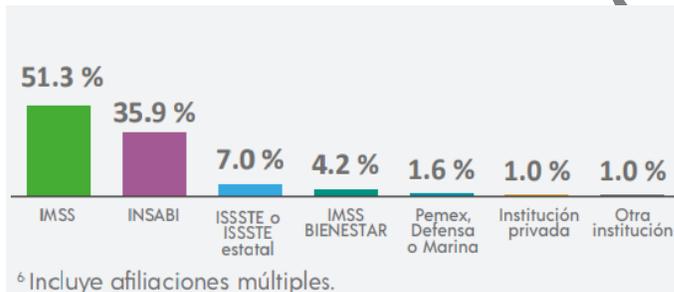


Figura 59. Afiliados por institución de salud

Respecto a salud, 73.4% de la población se encuentra afiliada a por lo menos un servicio de salud, como se muestra en la Figura 56. Del total, 51.3% tiene acceso al IMSS, 35.9% al INSAB, 7% al ISSSTE o ISSSTE estatal (Figura 59).

Sin embargo, como destaca el CONEVAL, 32,203 personas aún carecen de acceso a servicios de salud y 72,952 a seguridad social (Figura X2). Otro aspecto es el acceso a alimentación nutritiva, ya que 24,129 no tiene acceso a alimentación nutritiva y de calidad.

### D. Educación

La población alfabetizada es de 98.1% considerando la población de 15 años o más. Ese índice se reduce a 89.2% si se considera el rango etario de 25 años y más.

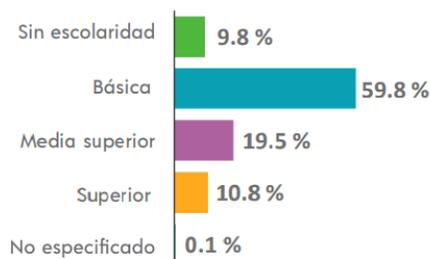


Figura 62. Población de 15 años o más, según nivel de escolaridad

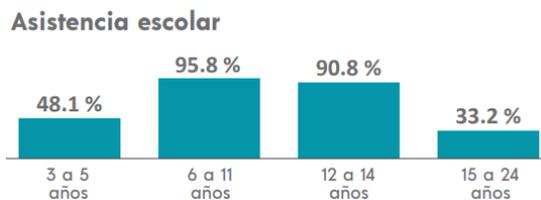


Figura 61. Asistencia escolar para la población de 3 a 24 años

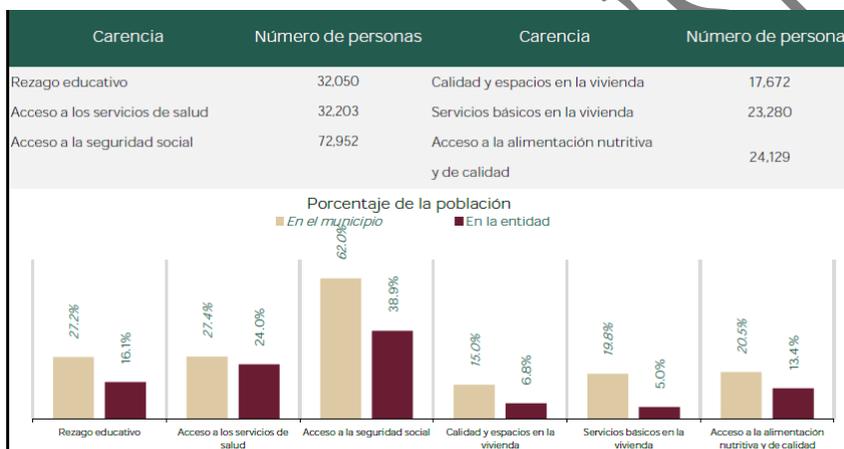


Figura 60. Número de personas por tipo de carencia

Pese a lo anterior, existe un 9.8% de la población de 15 años o más que no posee escolaridad. Dentro de este mismo rango, 59.8% alcanzaron la educación básica y 19.5% la media superior. Solo 10.8% posee educación superior.

Para los niños de 3 a 5 años, solo 48.1% asisten a la escuela, porcentaje que aumenta a 95.8% para los niños de 6 a 11 años y cae a 90.8% para los de 12 a 14 años. De la población de 15 años a 24 años, 33.2% asiste a algún tipo de curso.



### E. Etnicidad

Del total de población de tres años o más, 15.71% habla lengua indígena y de este porcentaje 3.9% no habla español (es decir 0.6% de la población de tres años o más).

Las lenguas indígenas más frecuentemente habladas son el Mixteco (55.3%) y Zapoteco (14.1%)

Además de lo anterior, 3.45% de la población de tres años o más se declara afromexicana, negra o afrodescendiente.

ETNICIDAD	
Población que habla lengua indígena <sup>1</sup>	15.71 %
Población que no habla español de los hablantes de lengua indígena <sup>1</sup>	3.90 %
Lenguas indígenas más frecuentes	
Mixteco	55.3 %
Zapoteco	14.1 %
Población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente	3.45 %

<sup>1</sup> De 3 años y más.

Figura 63. Etnicidad de la población de tres años o más

### F. Discapacidad

Las personas con algún tipo de discapacidad representan 5.4% de la población municipal. Por rango de edad, 3.7% de la población entre 0 y 17 años posee algún tipo de discapacidad, 3% de la población entre 18 y 29 años, 5.4% de la población entre 30 y 59 años y 23.3% de la población de 60 años o más.

### G. Características económicas

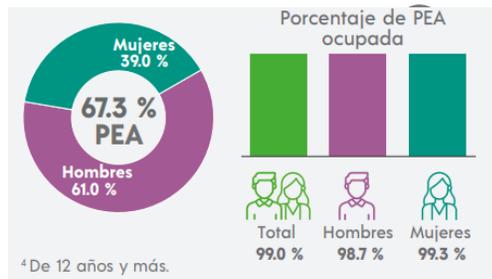


Figura 64. Población económicamente activa (PNA)

En el municipio de San Quintín, la población económicamente activa (PEA) corresponde al 67.3% de la población total, siendo que de este porcentaje las mujeres representan el 39% y los hombres, 61%. Considerando la PEA, 99% de ella se encuentra ocupada. Considerando solo la PEA masculina, este valor baja a 98.7% y considerando la femenina aumenta a 99.3%.

Por su vez, la población no económicamente activa corresponde a 32.4% de la población municipal y se divide entre estudiantes (38.7%), personas dedicadas a los quehaceres de su hogar (44.7%), pensionadas o jubiladas (3.9%), personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar (4.1%) y personas en otras actividades no económicas. Finalmente, 0.3% presentan condición no especificada.



Figura 65. Población no económicamente activa (PNEA)

#### H. Grado de marginación y rezago social

Del total, 6,329 (5.4%) presentaban algún tipo de discapacidad, 35,863 (30.5%) eran indígenas y 4,054 (3.4%) personas eran afroamericanas. La población adulta (es decir de 65 años o más) alcanzaba las 4,961 personas (4.2%).



Figura 66. Población por condición de pobreza multidimensional, 2020

Respecto al grado de marginación, conforme el Índice de Marginación por entidad federativa y municipal 2020, elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), es medio (considerando un total de 41,053 personas en situación de pobreza), misma categoría del Grado de Rezago Social (Obtenido del Índice de Rezago Social a nivel estatal y municipal 2020, elaborado por el Consejo Nacional de Evaluación de la

Política de Desarrollo Social- CONEVAL).

Respecto a la condición de pobreza multidimensional hay que destacar que del total de 41,053 personas son pobres (34.9% de la población total), siendo que de estas 89.1% están en categoría de pobreza moderada y 10.9% en pobreza extrema. Además de ello, 3.1% se consideran vulnerables por ingreso y 47.2% están clasificadas como vulnerables por carencia social. Del total del municipio, 14.9% no son pobres ni vulnerables. Los valores absolutos se presentan en la Figura 66.

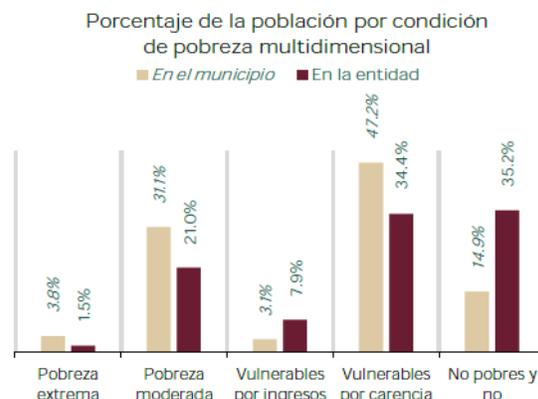


Figura 67. Comparación entre los porcentajes de la población de pobreza multidimensional del municipio de San Quintín y la entidad de Baja California

Los porcentajes municipales de pobreza multidimensional son superiores a la



contabilización estatal, como se puede observar en la Figura 67, excepto para vulnerabilidad por ingresos y en el porcentaje de personas no pobres y no vulnerables.

#### **V.2.4. Paisaje**

##### *A. Metodología para la determinación de la unidad de paisaje del sitio del proyecto*

Para determinar las unidades de paisaje que integran el Sistema ambiental, se utilizó el método analítico, el cual estudia los elementos terrestres por separado (clima, suelo, subsuelo, geoforma, cuencas hidrológicas, vegetación, etc.) y considera las unidades de paisaje como el resultado de la sobreposición de estos elementos representados en mapas temáticos.

Esta metodología considera la superficie terrestre como un elemento espacial compuesto de una serie de unidades interrelacionadas, las cuales están formadas por la sobreposición de las características físicas, biológicas y antropogénicas que conforman el Sistema.

Posteriormente, para la evaluación de la unidad del paisaje, se utilizó el enfoque sintético, ya que este método es más adecuado para zonas en las que no existen alteraciones a las condiciones naturales, como es el caso de la zona del proyecto.

Con los mapas temáticos del Sistema Ambiental, se realizó una sobreposición de los componentes claves (litología, geoforma, tipo de suelo, cuenca hidrográfica y tipo de vegetación), lo que dio como resultado la unidad de paisaje donde se encuentra enclavado el Proyecto.

##### *B. Descripción de las unidades de paisaje*

El sitio considerado para el desarrollo del proyecto se ubica en la Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno, localizada en la región central de la península de Baja California. Esta discontinuidad en su zona costera presenta rasgos fisiográficos muy homogéneos, constituyendo una zona desértica desarrollada sobre un suelo cementado y altamente salino (INEGI, 1995). En la zona costera, la baja pendiente y elevación del terreno define amplias zonas sujetas a inundación por efecto de las mareas alojadas en los dos complejos lagunares de la región: de Ojo de Liebre y San Ignacio.

En Laguna Manuela, se pueden distinguir una cantidad limitada de ambientes marinos costeros que caracterizan el paisaje del complejo lagunar, esto es, una superficie dominada por terrenos de pendientes muy suaves a todo lo largo de sus márgenes orientales y sureñas, en las que se inserta un sistema de canales de drenado, a través del cual, el mar ejerce su influencia.

Colindando con los canales se desplanta zonas muy amplias de planicies intermareales que son inundadas por el agua del mar durante condiciones de pleamar. De manera adyacente a las planicies intermareales, tierra arriba, se presenta una zona de marismas que se desarrollan bordeando el cuerpo lagunar dentro de una franja de terreno comprendida entre 1 y 3 pies de elevación, y una zona de transición dominada por dunas y vegetación costera (Johnson, 1977; Inman, *et. al.*, 1966). En la margen occidental predomina el ambiente de dunas.

*C. Características generales del paisaje en las planicies intermareales*

Debido a su bajo relieve, homogeneidad fisiográfica y tipo de vegetación, el paisaje es dominado por espacios abiertos (De Veer y Burrpugh, 1978), con visibilidades que adquieren radios superiores a los >1500 m.

Tratándose de fragilidad, lo abierto de los espacios y la alta visibilidad en las planicies les confieren grados importantes de fragilidad al paisaje, lo que implica que la técnica de cultivo de ostión, particularmente, incidiría en la componente de naturalidad. Sin embargo, toda vez que estas estructuras serán visibles solamente durante el tiempo medio de exposición al aire al que se verá sometida la zona de cultivo de ostión (10% del tiempo), los impactos resultan menores.



## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

---

### V.1. TÉCNICA PARA EVALUAR DE IMPACTOS AMBIENTALES

El proyecto ejecutivo de este proyecto permite conocer todas las actividades y obras que deben llevarse a cabo. Los componentes del ambiente están en una situación similar, son conocidos los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, los que pueden profundizarse hasta donde sea necesario según el medio en cuestión.

Se utilizaron imágenes tridimensionales de satélite obtenidas del programa *Google Earth* de aplicación con Internet, en las cuales se hicieron trazos y superposiciones del área en estudio.

#### A. Modelo de evaluación

Se siguió la metodología de evaluación de Conesa Fernández Vitoria (1997), asignando un valor de significancia a cada impacto ambiental. Esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, otorgándoles valor en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

La importancia del impacto (así analizada), es el “ratio” mediante el cual medimos el impacto ambiental en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos, tales como: extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. Vamos a describir a continuación el significado de los mencionados criterios que nos darán, como resultado, la importancia del impacto (I), en una matriz de valoración o matriz de importancia.

Signo. El signo del impacto hace alusión al carácter benefactor (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre distintos factores considerados.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de calificar sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir (o sea que no se sabe si es + o -).

Este carácter (x), también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

Intensidad (I). Este componente se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor que se evalúa, en el ámbito específico en que actúa.



El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX). Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

Momento (MO). El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_0$ ) y el comienzo del efecto ( $t_i$ ) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, mediano plazo (2) y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).

Persistencia (PE). Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y al que tardaría el factor afectado para retornar a las condiciones previas a la acción ya sea por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctivas.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si tarda entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.

Reversibilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que el proyecto deja de actuar sobre el medio.

Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a mediano plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero con la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI). Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones simultáneas, es superior a la que se podría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC). Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF). Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.



Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR). La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (I). La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, en función del valor asignado a los criterios considerados.

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Criterios	Evaluación	Valor	Criterios	Evaluación	Valor
NATURALEZA	Impacto beneficioso	+	INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	Baja	1
	Impacto perjudicial	-		Media	2
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)	Puntual	1		Alta	3
	Parcial	2		Muy alta	4
	Extenso	4	Total	12	
	Total	8	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1
Critica	+4	Medio plazo		2	
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)	Fugaz	1		Inmediato	3
	Temporal	2		Critico	+4
	Permanente	4	REVERSIBILIDAD (RV)	Corto plazo	1
SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)	Sin sinergismo (simple)	1		Medio plazo	2
	Sinergico2	2		Irreversible	4
	Muy sinergico4	4	ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	Simple	1
EFECTO (EF) (Relación causa efecto)	Indirecto (secundario)	1		Acumulativo	4
	Directo	4		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	Irregular o aperiódico y discontinuo
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)	Recuperable de manera inmediata	1	Periódico		2
	Recuperable a medio plazo	2	Continuo		4
	Mitigable	4	IMPORTANCIA (I)	$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
	Irrecuperable	8			

Tabla 31 Importancia de los impactos según Conesa Fernández Vitor.

La significancia o importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

B. *Actividades y factores por considerar*

En la siguiente tabla se presentan las actividades del proyecto que producirán impactos en los factores ambientales.

*Tabla 32 Actividades impactantes; PS: Preparación de Sitio; C: construcción y OM: operación y mantenimiento*

Actividades	Etapa(s)
A1	Estudios preliminares
A2	Instalación de infraestructura
A3	Operación de embarcaciones menores
A4	Adquisición y siembra de semillas
A5	Desarrollo actividades acuícolas
A6	Presencia física de artes de cultivo
A7	Operación del proyecto
A8	Sistemas de cultivo
A9	Excretas de los organismos cultivados
A10	Generación de aguas negras y residuos fisiológicos
A11	Generación de residuos domésticos
A12	Residuos del mantenimiento
A13	Sustitución de las artes de cultivo
A14	Operación de balsa de apoyo
A15	Consumo del producto
A16	Utilización de techumbre existente
A17	Seguimiento ambiental

Los factores por analizar a través de su entrecruzamiento con las actividades que se realizarán en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se presentan en la tabla a continuación:

*Tabla 33. Factores que podrán impactarse*

Factor	Aspecto	
Aire	F1	Calidad
	F2	Visibilidad
	F3	Olores
	F4	Ruido
Agua	F5	Consumo
	F6	Contaminación de cuerpos de agua (Arroyos y océano)
Suelo	F8	Transporte de sedimentos
	F10	Características Fisicoquímicas en el área del proyecto
Topografía	F12	Uso y destino del área inmediata al proyecto
	F14	Cambios en el Paisaje en el área del proyecto
Vegetación y Flora	F17	Variabilidad genética
	F18	Especies protegidas/ endémicas
Fauna	F20	Fauna marina
	F21	Fauna terrestre
	F22	
	F23	Especies protegidas/ endémicas
	F24	Corredor Faunístico
	F25	Hábitat
	F26	Nicho ecológico
Población	F27	Procesos Migratorios



Factor	Aspecto	
	F28	Empleo
	F29	Consumo en General
	F30	Calidad de Vida
Actividades Productivas	F31	Sector primario
	F32	Sector Secundario
	F33	Sector terciario
	F34	Servicios públicos
	F35	Equipamiento urbano

## V.2. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

### C. Matriz actividades X factores

Primeramente, se detectaron las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. En segundo lugar, se analizó cada interacción conforme la metodología descrita anteriormente, para describir cada uno de los impactos como se muestra en el ítem 3. Finalmente, cada impacto recibió una valoración conforme cada uno de los criterios de la metodología para alcanzar la valoración final (Anexo B5).

Tabla 34. Interacciones de actividades y factores

	Actividades																	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	
F1			X											X				
F3										X				X				
F4			X											X				
F6			X						X	X	X	X		X				
F8																		
F10									X	X	X			X		X		
F14	X																	
F16										X	X	X					X	
F17										X	X	X					X	
F18										X	X	X					X	
F20			X							X		X		X				
F21			X															
F23			X							X			X	X				
F25	X									X	X	X	X					
F27								X										
F28	X	X	X	X	X	X	X	X						X	X	X		X
F29								X										
F32						X	X											
F33	X							X					X			A19		
F34								X										
F35								X	X									

### D. Descripción de los impactos ambiental

A continuación, se describen los impactos plausibles de ocurrir dado el desarrollo del proyecto.

Impactos sobre la calidad de aire (F1) y visibilidad (F2)

1. La calidad del aire se verá afectada por el uso de embarcaciones (A3) y la balsa de apoyo (A14) emitan humos por falta de mantenimiento en todas las etapas del proyecto.

Impactos sobre los Olores (F3) y el nivel de ruido (F4)

2. Habrá emisión de ruido por las embarcaciones (A3) y la balsa de apoyo (A14) al usarse.
3. Generación de residuos(A11) y de residuos fisiológicos (A10) durante en todas las etapas del proyecto, con destino final en un tiradero a cielo abierto, producirán malos olores.

Impactos sobre el agua (F5-F9)

4. El cuerpo de agua se verá afectado si hay derrame de combustibles de los motores de las embarcaciones (A3) y balsa de apoyo(A14).
5. También habrá afectación en caso de que residuos de cualquier tipo caigan a propósito o accidentalmente (A10, A11, A12)
6. En caso de excretas de los organismos cultivados (A9) supere la capacidad de dispersión del agua, las características fisicoquímicas se podrán ver afectadas. Este sería un impacto temporal, reversible y poco significativo.

Impactos sobre el suelo (F10-F13) en el área del proyecto

7. Durante las actividades de descanso (A16) se podrá afectar las características del suelo si no se respetan las áreas contiguas al proyecto, si se derramas líquidos o residuos de cualquier tipo (A10 y A11).

Impactos sobre la topografía (paisaje) (F14)

8. Respecto al paisaje la afectación puede venir de la visibilidad de la infraestructura (A2) de cultivo en periodos, principalmente de bajamar

La flora (F16-F19) se verá afectada por:

9. Los cultivos de semilla pueden venir con patógenos, que además de afectar al cultivo afecten a la laguna completa. Este impacto es real y conocido en cultivos, sin embargo, hay que considerar que la aplicación de un control continuo y exhaustivo ha evitado la presencia de



patógenos tanto en la granja (proyecto original aprobado en 2013) como por otros productores. Este impacto es negativo, relevante, de extensión variable y prevenible.

10. La flora se verá afectada si los trabajadores o visitantes del proyecto se internan en las áreas contiguas a la laguna (A16) y afectan de alguna forma (extracción, quema, cortes) la flora presente
11. La generación de residuos (A10, A11 y A12) durante todas las etapas puede afectar al tipo de flora en el entorno de la Laguna Manuela, ya que modificaría las condiciones ambientales para su desarrollo, pudiendo atraer plagas y fauna nociva.

#### Impactos sobre la fauna (F20-F26)

12. La fauna acuática podrá verse afectada por la instalación de la infraestructura (A2), toda vez que modificará su hábitat.
13. La presencia de infraestructura (A6) y el uso de las artes de pesca elegidas (A7) podría reducir o aumentar la velocidad de corrientes, modificando la dinámica de la laguna. Considerando los pulsos de agua y las condiciones de la laguna, se estima que habrá ambos efectos con la bajada y subida del mar y que si bien existe la posibilidad de que se tornen refugio y aumente la biodiversidad y productividad basal al aportar nichos adicionales para la fijación, refugio y alimentación de una gran diversidad de especies bentónicas y demersales, también está registrado que las estructuras al ser obstáculos al paso de corriente fomentan una limpieza del área en donde se localizan, de modo que se autorregula con los movimientos de las mareas y el intercambio de nutrientes y sedimentos entre Laguna Manuela y Bahía Vizcaíno.
14. El paso embarcaciones (A3) o de la balsa de apoyo (A14) puede alterar el paso y movimiento de fauna de pequeño y mediano porte, aun cuando esto sería temporal y no generaría estrés a las especies presentes.
15. Las excretas de los cultivos (A9) pueden permitir aumentar la actividad primaria dentro de la Laguna, la cual se disolverá con los pulsos de marea
16. Si se arroja cualquier tipo de residuo (A10, A11 y A12), puede afectar las características fisicoquímicas del cuerpo de agua. Este impacto sería temporal insignificante pero su peligrosidad para el ambiente aumentaría en caso de que el impacto sea continuo. Además,

de mantenerse y acumularse podría llegar a afectar la macrofauna marina entorno al proyecto, así como alejar a las aves residentes y migratorias.

17. El uso de pangas con motores fuera de borda (A3) se contamina el espejo de agua podrá afectar a fauna, principalmente la marina y las aves.

*Impactos sobre el factor ambiental población (F27-F30)*

18. Se generarán empleos permanentes a lo largo de todo el proyecto, principalmente en la etapa de operación (A1-A8; A13-A15; A17).
19. Si se emplea (A7) gente de otras localidades, podrá generarse un flujo migratorio para el cual las comunidades cercanas de residentes no están preparadas. Esto podría volverse un impacto negativo permanente
20. Si se emplea (A7) locales se puede reducir la emigración a otras regiones del estado, propiciando una distribución más homogénea en el municipio y en los estados de Baja California y Baja California Sur.

*Impactos sobre el factor ambiental Actividades Productivas (F31-F35)*

21. Mantener la estructura de acuicultura y ampliar su área productiva debido a la operación (A7) permite mantener la diversidad productiva de la región, principalmente como opción por sobre la pesca, la cual está sobreexplotando las especies nativas como almeja chocolate y mano de león, y ayudar a recuperar aquellas especies ya sobre explotadas, como la almeja Catarina y aquellas que en su conjunto son insumo para el “callo de hacha”
22. La operación de la granja (A7) permitirá mantener y aumentar la demanda de la cadena de procesamiento de ostiones existente en el Ejido Morelos y, al igual, mantener y aumentar la demanda por los talleres en la Villa Jesús María permitirá ampliar la derrama económica indirecta y directa y la manutención y hasta ampliación de empleos permanentes en la región, lo que a su vez
23. La operación (A7) podría reducir la emigración que poblados pequeños de la región enfrenta por falta de oportunidades y alternativas económicas.
24. El sector terciario y los servicios públicos se verán afectados al inicio, por las actividades preliminares (A1) para realizar los diferentes estudios y obtener los permisos, autorizaciones y licencias para el desarrollo del proyecto.
25. El sector terciario también será beneficiario durante las actividades de servicio y mantenimiento de maquinaria (A13), y en las de seguimiento ambiental (A17).
26. El comercio y los servicios podrán verse beneficiados como derrama económica indirecta que la operación (A7) de granja implica.



#### A. Valoración de los impactos

Después de aplicada la metodología de Vítora-Conesa et al., se obtuvo los siguientes impactos presentados por nivel de significancia (impactos irrelevantes, relevantes, severos y críticos) y por naturaleza (impacto positivo o negativo).

Tabla 35. Valoración de impactos

Impactos negativos	No.	Impactos positivos	No.	No. Total, impactos por categoría
Irrelevante Negativo	32	Irrelevante Positivo	19	51
Relevante Negativo	6	Relevante Positivo	0	6
Severo Negativo	0	Severo Positivo	0	0
Crítico Negativo	0	Crítico Positivo	0	0
Total negativos	38	Total Positivos	19	57

Como se puede observar en la Tabla 35, los impactos que el proyecto genera son mayoritariamente poco significativos (irrelevantes) y, dentro de esta categoría, destacan los negativos. El bajo impacto se debe a la naturaleza de la actividad, a que no se requieren insumos más allá de las semillas de ostras y de los nutrientes naturales de la laguna y al hecho de que no se requiere de infraestructura permanente, además de la que ya existe.

Los impactos relevantes dicen con posibles afectaciones por uso de combustibles o sustancias peligrosas (Como aceites y combustibles). Estos impactos se evitarán al prohibir todo tipo de mantenimiento o reparación a la maquinaria y equipos dentro del proyecto.

Finalmente, los cuidados con la basura y todo tipo de residuo y su correcto almacenamiento evitará que por la acción del viento lleguen a arroyos cercanos.

Los impactos sociales, aunque irrelevantes en su mayoría, son aquellos enfocados a los efectos económicos que el proyecto traerá dado que requiere del consumo de materiales, contratación de personal, obtener permisos etc. En su mayoría son temporales, no obstante, mantienen la economía del municipio en funcionamiento.

No se obtuvieron impactos severos o críticos, pero entre los relevantes están los derivados del derrame de sustancias y residuos en la laguna y entorno y en la transmisión de patógenos al sistema lagunar. Todos estos impactos pueden ser prevenidos y mitigados

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

---

### VI.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS

Después de analizados los impactos ambientales generados por el proyecto, se evidencia la necesidad de diseñar y aplicar medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación para así atenuar o eliminar dichos impactos.

Medidas de prevención. Son aquellas medidas, que al adoptarse previenen el impacto, por lo que este es evitado en su totalidad.

Medidas de mitigación. Son acciones que tienden a disminuir la intensidad, extensión, momento, persistencia, acumulación, sinergia, periodicidad y/o efecto de un impacto ambiental, sin llegar a eliminarlo por completo.

Medidas de corrección. Son medidas correctivas aquellas que permiten revertir un impacto ambiental negativo, es decir que lo eliminan o incluso lo llevan a ser un impacto benéfico.

Medidas de compensación. Son las medidas que, si bien no atacan al impacto ambiental objetivo, compensan su efecto negativo con otro benéfico.

### VI.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

#### Medida No. 1. Afinación de maquinaria

Toda maquinaria, vehículo o equipo debe estar con su afinación y manutención, de modo a garantizar su óptimo funcionamiento en niveles de ruido, emisiones a la atmósfera. Esto también prevendrá accidentes y derrames de sustancias dentro del proyecto durante su uso.

Para evitar derrames de aceite o combustible al suelo, el mantenimiento, afinación y/o reparación de maquinaria y equipos se llevará a cabo fuera del área del proyecto, en lugares que cuenten con las autorizaciones correspondientes y las medidas para el control de estas sustancias.

#### Medida No. 02. Bandejas antiderrames

Se utilizarán bandejas antiderrames de ser necesario trasvasijar líquidos peligrosos, lo cual se hará preferentemente fuera del área del proyecto

#### Medida No. 03. Disposición de residuos peligrosos

Todo utensilio o sobrante que se encuentre contaminado con grasa y/o combustible deberá guardarse en contenedores apropiados, mismos que deberán remitirse a empresas especializadas que cuenten con la autorización para su manejo, limpieza y disposición final. Para almacenar temporalmente residuos peligrosos se establecerá en la etapa de preparación de sitio y



construcción un depósito de acopio de este material, el cual se construirá de acuerdo con la normativa vigente y deberá mantenerse en óptimas condiciones de limpieza, debidamente señalizado y separado de otros residuos.

#### Medida No. 04. Afectación de flora y fauna por residuos peligrosos

En caso de que derrames accidentales afecten ejemplares de flora y fauna, deberá realizarse una limpieza inmediata de los ejemplares dañados.

- En el caso de flora, los ejemplares podrán remitirse a viveros para su limpieza y evaluación de sobrevida
- El terreno deberá ser retirado y dispuesto conforme lo indica la medida No. 13
- La fauna deberá ser limpiada y remitida lo antes posible a un veterinario para su evaluación y seguimiento de salud.

#### Medida No. 05. Uso de baños secos

Se deberá hacer uso de los baños secos existentes (ya autorizados para el proyecto original) y se les deberá dar el mantenimiento necesario. Quedará terminantemente prohibida la defecación al aire libre.

#### Medida No. 06. Disposición de residuos

Los residuos se dispondrán temporalmente en tambos metálicos de 200 L, en espera de su adecuada disposición final. Los tambos deberán contener en su interior bolsas plásticas para facilitar la recolección y evitar la infiltración. Por fuera deberán llevar la leyenda “BASURA”. Deberán colocarse estos tambos en las áreas de trabajo (desembarcadero) y descanso (campamento)

#### Medida No. 07. Retiro de los residuos

Los residuos domésticos se retirarán del proyecto con la mayor frecuencia posible. Residuos peligrosos deberán acopiarse en un tamba metálico y deberán transportarse diariamente al área de la planta procesadora para su almacenaje y descarte correcto área, debidamente separados y rotulados para su retiro periódico. NO se deben mantener en el área de trabajo o descanso.

#### Medida No. 08. Actividades de limpieza

En caso de que por accidente o intencionalmente algún trabajador arroje algún tipo de residuos, el área afectada deberá ser limpia inmediatamente de acuerdo con la naturaleza del residuo en cuestión.

Para ello se debe contar con un programa de vigilancia ambiental que permita ejecutar actividades de observación y reacción ante cualquier tipo de residuos o incumplimiento que el proyecto presente en su desarrollo.

#### Medida No. 6. Programa de obra (reglamento interno)

Se elaborará un reglamento interno, válido para trabajadores o funcionarios, en el que se indiquen las actividades prohibidas para con el medio ambiente.

- a) Se prohibirá enérgicamente a los trabajadores portar armas de fuego, además de que se internen al “monte” y de que se bañen en la playa colindante al proyecto, antes de limpiarse de grasas y durante el horario de trabajo.
- b) De igual forma estará terminantemente prohibido que utilicen o afecten de alguna manera a las especies de flora que posiblemente se encuentren en los alrededores del predio.
- c) Quedará terminantemente prohibido arrojar cualquier tipo de desecho a las áreas aledañas, lo cual se deberá hacer constar en el reglamento interno de trabajo.

El promovente deberá estar siempre en disposición de colaborar con las autoridades para dar apoyo o efectuar cualquier otro tipo de actividad que se requiera y apunte a implementar y/o mejorar las medidas antes mencionadas y todas las medidas que tengan similar objetivo y que estén a su alcance.

#### Medida No. 10. Cursos de capacitación y educación ambiental

Como parte de las actividades de prevención se darán charlas, cursos o talleres de capacitación y educación ambiental a los trabajadores de todos los niveles al inicio de las actividades de preparación de sitio y construcción, así como cada vez que se vuelva necesario (recambio de trabajadores, reiterados incumplimientos).

#### Medida No. 11. Reutilización de material

Se deberá reutilizar cada vez que posible las mallas, gachos, charolas, líneas y otras estructuras, con el objeto de reducir los residuos del proyecto

#### Medida No. 12. Buenas prácticas y controles de sanidad

- a) Se debe apegar las prácticas de la empresa al PMSMB vigente



- b) Se deberá llevar un estricto control de calidad de agua y parámetros fisicoquímicos en el área del proyecto para garantizar que las actividades no estén causando afectaciones al medio acuático
- c) Se deberá analizar el producto regularmente en busca de posibles patógenos

#### Medida No. 13. Adquisición de semillas certificadas

Las semillas utilizadas en el cultivo de ostiones deben venir de un laboratorio certificado nacional o internacionalmente.

#### Medida No. 14. Eliminación de producto ante presencia de patógenos

De encontrarse algún patógeno, la producción deberá sacrificarse mediante quema en terreno natural en área fuera del complejo lagunar Ojo de Liebre y se deberá notificar a las autoridades lo antes posible.

#### Medida No.15. Seguimiento de cambios en el hábitat bentónico.

Dada la naturaleza de los impactos identificados en esta componente, las observaciones se disgregarán en cuatro tópicos.

- a) Observaciones de cambios en la elevación del sustrato.
- b) Características de textura y contenido de materia orgánica en los sedimentos.
- c) Cambios en la frontera de pastizales.
- d) Estimación de las abundancias y distribución de depredadores potenciales epibentónicos.

#### Medida No.16. Observaciones de aves

Durante los recorridos realizados en las campañas de campo se efectuará un levantamiento fotográfico de las aves presentes en las zonas de engorda registrando en cada caso la ubicación de los sitios de toma, registrando datos de abundancia, sexo (en su caso) y conducta de las aves. Las especies fotografiadas se identificarán mediante guías de campo, y de manera complementaria en gabinete.

#### Medida No. 17. Aplicar un programa de supervisión ambiental

Se deberá llevar a cabo un programa de supervisión ambiental para verificar el cumplimiento de todas las medidas preventivas y mitigatorias propuestas. Se detalla en el apartado VI.3.

### VI.3. SUPERVISIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

#### A. *Actividades de supervisión ambiental*

Para llevar a cabo un seguimiento de las medidas propuestas en este documento, como las dictadas en el resolutivo de autorización, el promovente debe sujetarse a una supervisión ambiental.

El objeto de dicha supervisión será dar a conocer tanto al promovente como a la autoridad las medidas de mitigación eficientes e ineficientes. Acorde a esto se podrá sugerir nuevas medidas correctivas, así como dar un seguimiento para referencia de futuros proyectos sobre las medidas a adoptar.

Se recomienda la participación de un consultor externo al proyecto para que supervise imparcialmente los compromisos y condicionantes ambientales del proyecto en todas sus etapas.

Para tal efecto se debe elaborar un programa de supervisión ambiental, el cual debe incluir las diferentes medidas de mitigación propuestas en este estudio; los programas de rescate, reforestación y restauración; así como los términos y condicionantes que deriven del resolutivo de autorización ambiental.

La supervisión ambiental deberá ser continua durante toda la operación del proyecto y durante la eventual etapa de abandono. En conformidad con lo que estipule la autoridad, se deberá realizar un informe semestral o anual para dar a conocer los resultados de las inspecciones, dando énfasis a las medidas correctivas que se requieran aplicar inmediatamente.

De acuerdo con los resultados obtenidos por las medidas de prevención, mitigación corrección y compensación, el consultor estará habilitado para proponer medidas complementarias, adecuar las existentes en pro de un mejor resultado y/o eliminar aquellas que sean ineficaces y proponer nuevas en su lugar.

La supervisión ambiental tendrá como resultado un informe emitido a las autoridades competentes (SEMARNAT con copia a la PROFEPA) durante las etapas de preparación de sitio y construcción, de operación y mantenimiento y de abandono.



## VII. PRONÓSTICO AMBIENTAL Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS AMBIENTALES

#### A. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Sin el proyecto, el área del predio se mantendría en sus condiciones actuales, se retiraría la infraestructura existente. Ante esta situación habría pérdida de empleos y reducción de las opciones de producción dentro del municipio.

#### Corto y mediano plazo

- a) La superficie del predio se mantendría en sus condiciones naturales.
- b) Otros proyectos similares intentarían iniciar actividades similares

#### Largo plazo

- a) Otros proyectos de cultivo o extractivo serían autorizados.

#### B. Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin medidas de mitigación).

#### Corto plazo

- a) Habría afectación por la falta de cuidado con el medio circundante al proyecto y áreas de descanso
- b) No habría control de la calidad del agua y de la potencialidad de patógenos en toda el área donde se desarrolle el proyecto
- c) Si no hay cuidado con entorno y no se aplican las medidas propuestas, se correría el riesgo de una producción de baja calidad
- d) Si no se toma el cuidado de priorizar la contratación de gente perteneciente a la región se puede causar una migración poblacional aumentando el carácter centralizador de San José del Cabo
- e) La calidad de los alrededores (y de paisaje) se reducirá caso no se instalen basureros, letrinas o no se les de la manutención apropiada

#### Mediano plazo

Se mantiene el escenario a corto plazo con agravamiento de los impactos por acumulación y sinergia.

- a) Posiblemente los olores y basural atraen fauna nociva



- b) La falta de cuidado con la calidad del producto y la posibilidad de patógenos podrá contaminar la producción la cual se tendría que eliminar
- c) Si ocurre la incidencia de patógenos y los productos no son sacrificados se puede correr el riesgo de contaminar la laguna

#### Largo plazo

- a) Llevar las actividades de producción sin cuidado con el entorno o con la calidad y sanidad del producto podría tornar Laguna Manuela en un área de costa contaminada, con reducción de su calidad de agua y la pérdida de su certificación para exportación de moluscos.
- b) Eventualmente por falta de producto o compradores el proyecto finalizaría, dejando huellas ambientales que si bien pueden revertirse o recuperadas tardará años.
- c) La falta de opciones de cultivo volcará a los trabajadores a la pesca y extracción de especies nativas, acentuando su condición de sobreexplotación o sobreexplotando nuevas especies.

#### *C. Descripción y análisis del escenario con proyecto y medidas de mitigación.*

#### Corto plazo

- a) El área del proyecto se mantendrá como está ahora, sin contaminación y con la única afectación la visualización de las áreas de cultivo en bajamar
- b) Cualquier modificación a la calidad del agua será detectada y se podrá corregir antes de que afecte al sistema lagunar o la producción
- c) Los análisis de producto permitirán saber sobre la presencia de patógenos a tiempo de retirar el producto y quemarlo caso sea necesario.
- d) No se afectará las poblaciones de fauna y la calidad del medio biótico se mantendrá en condiciones adecuadas (como las actuales).
- e) Las medidas de mitigación y prevención evitarán la afectación al aire por olores, ya que se prevendrán derrames y, en caso de haberlos, se limpiará la zona inmediatamente

#### Mediano plazo

Se mantendrán las condiciones presentadas en el corto plazo, además de que

- a) Otros proyectos similares podrán verse autorizados en la zona

#### Largo plazo

Se mantendrá el escenario de medio plazo con las siguientes modificaciones

- a) Otros proyectos, como el que se describe aquí, podrán ser autorizados en la zona con poca afectación más allá de la visual
- b) La zona continuará a consolidarse como zona cultivo sustentable de bivalvos,

## **VII.2. PRONÓSTICO GENERAL**

1. No habrá impactos ambientales significativos.
  - a) El suelo se sellará permanentemente en donde se efectúen las obras de construcción
  - b) Se reintroducirá flora nativa al proyecto
  - c) Aumentará levemente la emisión de gases, producto de la combustión motriz de vehículos pertenecientes a los residentes y turistas
2. Se propone un proyecto con altos estándares en términos de sustentabilidad
3. Se incrementará la oferta de productos para venta nacional e internacional.
4. A futuro, otros proyectos similares se aprobarán en la zona

## **VII.3. CONCLUSIONES**

Una vez analizada toda la información descrita en el presente estudio mediante una autoevaluación integral del proyecto se concluye lo siguiente:

- Que el proyecto es de bajo impacto ambiental por lo que su desarrollo no afectará el medio natural del predio o zonas aledañas.
- Que el proyecto no demanda servicios incompatibles con la zona.
- Que la mayoría de los impactos pueden ser prevenidos y, si necesario, mitigados para reducirlos a niveles poco significativos.
- Que no hay impactos por cambio de uso de suelo.
- Que con el presente estudio se cumple con lo señalado en la legislación ambiental actual.
- Que no existen impactos severos o críticos y que la mayoría son prevenibles o mitigables.

En base a lo antes expuesto, se demuestra que el proyecto aquí presentado cumple con las regulaciones emitidas sin provocar afectaciones a los Recursos Naturales, en alguna etapa del proyecto, ni atentar contra la normatividad ambiental vigente. Por lo que se considera que es factible realizarse, siempre y cuando se cumpla con las medidas de prevención y mitigación descritas en el apartado V.2 del presente estudio.



## VIII. REFERENCIAS

---

- Abitia, C. L. y Holguín, Q. O. 2001. Fauna Malacológica de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, B.C.S. (CICIMAR-IPN). [www.conabio.gob.mx/remib/doctos/fauna\\_malacologica\\_cicimar](http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/fauna_malacologica_cicimar).
- Aguila Ramirez, R.N., Casas Valdez M.M., Cruz Ayala M.B y Núñez López, R.A. 2000. Variación estacional de la ficoflora en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*. 10(2): 147-160.
- Aguila-Ramirez, R.N. 1998. Variación estacional de la distribución de las macroalgas en la laguna Ojo de Liebre, B.C.S. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR. La Paz, Baja California Sur. 68 p. Álvarez-Borrogo y Granados, 1992
- Arano A., Ahumada B., Arano U., Caloca G., Ramos R., y Rivera C. 2010. Capacidad de carga potencial para el cultivo de moluscos bivalvos en las Lagunas Guerrero Negro y Manuela, Baja California. Informe final. Proyecto de investigación elaborado por Litoralía, S.C. para la Secretaría de Pesca y Acuicultura del Gobierno del Estado de Baja California y Fundación PRODUCE A.C. Baja California. Banse, 1977
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes 1. *Limnology and oceanography*, 22(2), 361-369.
- Cifuentes, J.L., Torres-García, P y Frías, M. 2006. El océano y su recurso X: Pesquerías. <http://omega.ilce.edu.mx/biblioteca/sites/cienciaCloern> 1982;
- Coen, L.D., Luckenbach, M.W., Breitburg, D.L. 1999. The role of oyster reefs as essential fish habitat: a review of current knowledge and some new perspectives. En Benaka L.R. (Ed.) *Fish habitat: essential fish habitat and rehabilitation*. American Fisheries Society, Bethesda. pp. 438-454.
- Cohen, R.R., Dresler, P.V., Phillips, E.J. y Cory, R.L. 1984. The effect of the asiatic clam *Corbicula fluminea*, on phytoplankton of the Potomac River, Maryland. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 170-180 CONABIO, 2006
- CONESA FERNANDEZ-VITORIA, V. I. C. E. N. T. E. (1997). *Auditorías medioambientales. Guía metodológica: guía metodológica*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Conte, F.S., Harbell S.C. y RaLonde, R.L. 1994. *Oyster Culture: fundamentals and technology of the West Coast industry*. Western Region Aquaculture Center, Seattle, WA.
- Cortés, F. (2006). Consideraciones sobre la marginación, la marginalidad, marginalidad económica y exclusión social. *Papeles de población*, 12(47), 71-84.



- Cortés-Altamirano, R., Hernández-Becerril D.U., y Luna Soria R..1996. Red Tides in México: a review. En: Yasumoto T., Oshina Y. y Fukuyo Y. (Eds.) Proceeding of the 7th. International Conference of Toxic Phytoplankton, Sendai, Japan. IOC-UNESCO: 101-104 pp.
- Cuestionario Ampliado del Censo de Población y Vivienda 2020, aplicando la Metodología para la Medición Multidimensional de la Pobreza 2020 de CONEVAL.
- Dale, J. R. (1986). Global cross-ratio models for bivariate, discrete, ordered responses. *Biometrics*, 909-917.
- De la Cruz - Agüero, J., Arellano-Martínez, M. y Cota-Gómez, V. 1996. Lista sistemática de los peces marinos de las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, BCS Y BC, México. *Ciencias Marinas*, 22(1): 111-128. De Veer y Burroughs, 1978
- Dedina, S. y Young E. 1985. Conservation and Development in the gray whale lagoons of Baja California Sur, México. Report to U.S. Marine Mammal Commission. E. W. Raisz, 1949
- Eberhardt, R.L. 1966. Littoral Biota of laguna Guerrero Negro. Baja California del Sur. Mexico. *Southern California Academy of Science Bulletin*, 65(3):161-163. Edmonson, 1980
- Emmett, R.L., Stone, S.L., Hinton, S.A. y Monaco, M.E. 1991. Distribution and abundance of fishes and invertebrates in west coast estuaries, Volume II: species life history summaries. ELMR Rep. No. 8. NOAA/NOS Strategic Environmental Assessments Division, Rockville, MD, 329 p. Enchassi, Kochendoerfer y Rizq, 2014
- EPA. 2001. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual / Estuarine and Coastal Marine Waters. Office of Water. EPA-822-B-01-003. USA.
- Espinoza, B. M. L. C. (2016). *INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD VERACRUZANA)..
- ESSA. 2000. Las Aves de ESSA. Guía de campo de las aves residentes y migratorias de la salina de Exportadora de Sal de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Exportadora de Sal, S.A. de C.V., Fideicomiso de Fomento Minero y Mitsubishi Corporation. BCS, México
- FAO. 2004. Estado mundial de la pesca y acuicultura 2004.

Farreras, S.F. 1995. Hidrodinámica de Lagunas Costeras. Documento elaborado para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a través del Convenio # 920107 de Cátedra Patrimonial de Excelencia Nivel III.

Galina, P., Alvarez-Cardenas S., González-Romero A. y Gallina S.. 1991. Aspectos generales sobre la fauna de vertebrados. Cap.9:177209. En : Ortega A. y L. Arriaga (eds.) La Reserva de la Biosfera El Vizcaino en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biologicas de Baja California Sur A.C. La Paz, B.C.S. 317p. Galindo, 1987

García E (190). Moda de precipitación anual. En Moda o valor más frecuente de precipitación. IV.4.8. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:8000 000. Instituto de Geografía. UNAM. México

García, E. CONABIO (1998). Precipitación total anual. Escala 1:1000000. México

García-Ulloa, G. M., Gamboa D.J., Godínez S.D. y Martínez C.T. 1998a. Dietary supplementation with baker's yeast on the *Crassostrea gigas* (Thunberg) nursery and its effect on the physiological condition after oyster transference to natural environment. *Advances in Agricultural Research*, 7: 1-8.

Gard. R. 1974. Aerial counts of gray whales in Baja California lagoons, 1970 and 1973, with notes on behavior, mortality, and conservation. *California Fish and Game*, 60 (3):132-144.

Gilmore, R.M. 1960. A census of the California gray whale. U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report 342.

Giovanardi, F., & Tromellini, E. (1992). Statistical assessment of trophic conditions. Application of the OECD methodology to the marine environment. In *Marine coastal eutrophication* (pp. 211-233). Elsevier.

Gosling E. 2003. Bivalve molluscs: biology, ecology and culture. Fishing News Book an imprint of Blackwell Science. USA. 443 pp.

Gutiérrez, H. A., Chávez, O. L., & Razo, J. L. A. (2021). Documento: Procesos de construcción, emisión de dióxido de carbono y resultados socioeconómicos durante la pandemia del covid-19 en México. *Telos: revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23(2), 485-502.

Hallegraeff, G. M., McCausland, M. A., & Brown, R. K. (1995). Early warning of toxic dinoflagellate blooms of *Gymnodinium catenatum* in southern Tasmanian waters. *Journal of plankton research*, 17(6), 1163-1176.

Hickman, C. J. (ed.) 1993. The Jepson Manual. Higher plants of California. University of California Press. Los Angeles, California. USA. 1400 p.



- Hinojosa C. A., García C., Aguilar R. y Aguilar L.E. 1996. Distribución de vegetación marina en la laguna de Guerrero Negro, B.C.S. con ayuda de imagen de satélite Landsat TM. Res. X Congr. Nal. Oceanogr.
- INEGI. 1995. Censo de población y vivienda 1995. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. 2001. Síntesis de Información geográfica del Estado de Baja California. Aguascalientes.
- Inman, V. T. (1966). Human locomotion. *Canadian Medical Association Journal*, 94(20), 1047.
- Jay, D.A, Geyer W.R., y Montgomery D.R. 2000. An ecological perspective on estuarine classification. In: JE Hobbie, ed. *Estuarine Science - A Synthetic Approach to Research and Practice*. Washington, DC: Island Press
- Johnson, F.A. 1977. A survey of the strand and dune vegetation along the Pacific and southern gulf coasts of Baja California, México. *Journal of Biogeography*, 7:83-99.
- Karidis, J., Moreira, J. E., & Moreno, J. (2009, May). True value: assessing and optimizing the cost of computing at the data center level. In *Proceedings of the 6th ACM conference on Computing frontiers* (pp. 185-192).
- Kerekes, J. O. S. E. P. H. (1983). Predicting trophic response to phosphorus addition in a Cape Breton Island Lake. *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science*, 33.
- Kerekes, L., László, V. G., & Pászti, J. (1983). Change in phage-sensitivity of *Shigella flexneri* strains. I. Changes in virulence and phage-sensitivity. *Acta Microbiologica Hungarica*, 30(2), 113-117.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of México. Their Origin and Classification. In: *Estuarine Processes* 21): 182-215. Martin Wiley Ed. Academic Press.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. In: M. Wiley (ed.), *Estuarine processes*. Academic Press Inc. New York. pp 182-215.
- Le Boeuf, B. 1999. Gray Whale in Baja California México. Department of Biology. Institute of Marine Science, University of California, Santa Cruz, Ca.
- Likens, G. E., Bormann, F. H., & Johnson, N. M. (1972). Acid rain. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 14(2), 33-40.
- Mihnea, P. E. (1992). Conventional methods applied in pollution control of the Romanian coastal waters of the Black Sea. In *Marine Coastal Eutrophication* (pp. 1165-1178). Elsevier.

- Morgan, N. C., BACKILE, T., Bretschko, G., Duncan, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kajak, Z., ... & THOR-PE, J. (1980). Secondary production. [W:] The functioning of freshwater ecosystems. *International Biological Program 22*, 247-340.
- Officer, C.B., Smayda, T.A. y Mann, R. 1982. Benthic filter feeding: a natural eutrophication control. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 9: 203-210.
- Olguín, M. M. 1990. Las tortugas marinas en la costa occidental de Baja California y oriental de Baja California y costa occidental de Baja California Sur. México. Tesis Profesional. UABCS. La Paz, B.C.S. 74p.
- Pauley G., Van Der Raay, B. y Troutt, D. 1988. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest), Pacific Oyster. U.S. Fish Wildl. Serv. Biological Report 82(11.85), TR-EL-82-4. Washington, DC.
- Pérez-Villegas, G. (1990). Isolineas insolación mínima.
- Phleger, B.F. 1965. Sedimentology of Guerrero Negro Lagoon, Baja California, Mexico. Scripps Institution of Oceanography, University of California. Marine Foraminifera Laboratory. Contribution No. 48: 205-235. PMSMB, 1989
- PMSMB-BC. 2010. Estudio sanitario anual: Laguna Manuela 2010. Dirección de Protección Contra Riesgos Sanitarios del ISESALUD, Ensenada, Baja California
- Postma H. 1965. Water circulation and suspended matter in Baja California lagoons. *Netherlands Journal of Sea Research*, 2,4, 566-604.
- PRMSMB. 1989a. Manual de Operación. I. Control Sanitario de Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos, México, D.F.
- Ruesink, J., Lenihan, S., Trimble, A., Heiman, K., Micheli, F., Byers, J. y Kay, M. 2005. Introduction of non-native oysters: Ecosystem effects and restoration implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 36:643-689. Sarur-Zanata et al., 1984
- Schantz, E. J., Mold, J. D., Stanger, D. W., Shavel, J., Riel, F. J., Bowden, J. P., ... & Sommer, H. (1957). Paralytic shellfish poison. VI. A procedure for the isolation and purification of the poison from toxic clam and mussel tissues. *Journal of the American Chemical Society*, 79(19), 5230-5235.
- Tarpley, J. D. (1979). Estimating incident solar radiation at the surface from geostationary satellite data. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 18(9), 1172-1181.



- U.S. EPA, 2001. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual. 4304. EPA- EPA-822-B-01-003.
- UNEP/CBD/AHTEG. 2002. The effects of mariculture on biodiversity: Background document prepared by World Fisheries Trust. Convention on Biological Diversity. <http://www.biodiv.org/doc/meetings/mar/temctre-01/official/temctre-01-02-enU.S>.  
Naval Oceanographic
- Vidal-Zepeda, R. (1990). Precipitación media anual. En Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:400 000. Instituto de Geografía UNAM. México
- Vollenweider, R. A. (1968). Scientific fundamentals of eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication, Tech. Rep. DAS/CSI/68.27, OECD, Paris.
- Vollenweider, R. A. (1992). Coastal marine eutrophication: principles and control, in *Marine Coastal Eutrophication* (eds. R. A. Vollenweider, R. Marchetti and R. Viviani). *J. Science of the Total Environment*, Elsevier, Amsterdam, Suppl. 1992, pp. 1–20.
- Wijnstekers, W. 2003. La evolución de la CITES: Guía de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Séptima edición. CITES. Ginebra, Suiza. 615 p.
- Zdanowski B., Bnińska M., Korycka A., Sosnowska, J., Radziej, J., Zachwieja, J. 1978- The influence of mineral fertilization on primary productivity of lakes- *Ekol. Pol.* 26:153-192.

## A. ANEXO DOCUMENTAL

---

- A1. Copia simples Acreditación persona jurídica Morro Santo Domingo S de PR de RL
- A2. Copia simples RFC Morro Santo Domingo S de PR de RL
- A3. Copia simple Acreditación de poder legal
- A4. Copia simple Documento de identidad del representante0

## B. INFORMACIÓN AMBIENTAL

---

B1. Localización del área del proyecto (Sistema ambiental)

B2. Ficha Área de Importancia para la Conservación de Aves No. 12

B3. Ficha Región Marina Prioritaria No. 2

B3. Ficha Región Marina Prioritaria No. 5

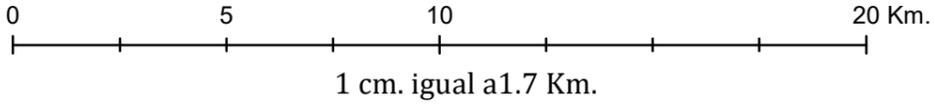
B4. Tabla de evaluación de Impactos Ambientales



**Leyenda**

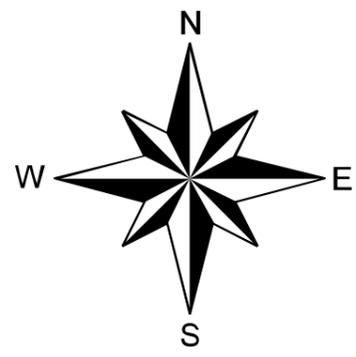
-  Área de caracterización
-  caminos
-  carretera
-  corriente intermitente
-  Área de cultivo
-  Cuerpo de agua
-  Tierras inundables
-  Arena y dunas

Sistema de Coordenadas: North American LCC  
 Proyeccion: LCC- Lambert Conformal Conic  
 Datum: GSM. ITRF1992



Elaboración:  
 Consultoría y Logística Ambiental, S.C.  
 Responsable: Alejandra Daniela Mendizábal Cortés  
 Fecha: 05 de agosto de 2024

Fuentes:  
 INEGI. CDVI Topográfica H11D79 (Ejido José María Morelos y Pavón) a Escala 1:50 000, 2022.  
 INEGI. CDVI Topográfica H11D89 (La Islita) a Escala 1:50 000, 2022.  
 INEGI. CDVI Topográfica H12C71 (San Jerónimo) escala 1:50 000 serie III.  
 INEGI. CDVI Topográfica H12C81 (San Martín) a escala 1:50 000, 2023.



Granja Morro Santo Domingo  
**LOCALIZACIÓN**  
 Mun. San Quintín - Baja California





COMISIÓN NACIONAL DE BIODIVERSIDAD  
ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES  
COMPLEJO LAGUNAR OJO DE LIEBRE

Extensión:	84,152.192473 M2
Estado(s):	Baja California -Baja California Sur
Categoría 1999	NA-4-C
Categoría birdlife 2007	A4i
Especies	214



### DESCRIPCIÓN

Laguna costera de cerca de 360 km<sup>2</sup>. Es en su mayor parte poco profunda (6-12m), con canales que alcanzan hasta 16m de profundidad. En su interior se encuentran cinco pequeños islotes. La mayor parte de la laguna tiene su costa cubierta por Matorral Halófilo. Cerca de la laguna existe un centro de población con aproximadamente 10,000 habitantes (Guerrero Negro).

### VEGETACIÓN

Matorral Halófito de entre 30 y 50cm de altura con especies como: *Frankenia palmeri*, *Atriplex canescens*, *Euphorbia misera*, *Frankenia grandifolia* y *Atriplex barclayana*. Parte de la línea costera está cubierta por dunas en donde destacan *Abronia carcatraea*, *Atriplex barclayana*, *Asclepia subulata* y *Dalea mollis*. En el interior de la laguna hay dos tipos de marismas: *Spartina* sp. en áreas donde el sustrato está continuamente cubierto por agua y *Salicornia* en las partes altas. En el fondo de las áreas intermareales existen mantos de *Zoostera marina*.

### JUSTIFICACIÓN

La Laguna es uno de los cuatro humedales de la costa occidental de Baja California de mayor importancia por la concentración de aves acuáticas residentes y migratorias. Cerca de 16 especies de aves acuáticas anidan en los islotes e inmediaciones de la laguna. Algunas de las especies residentes anidan en números relativamente altos en la costa occidental.



## Complejo Lagunar Ojo de Liebre (214)

Clave de colores para los mapas de distribución

- Residente (durante todo el año)
- Transitorio (de paso en migración)
- Migratorio de verano (en época de reproducción)
- Introducida
- Migratorio de invierno (en época de no reproducción)
- Reintroducida

### Ganso Careto Mayor

Anser albifrons  
Greater White-fronted Goose  
sin categoría  
No endémica



### Ganso de Collar

Branta bernicla  
Brant  
sin categoría  
No endémica



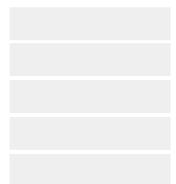
### Ganso Canadiense Mayor

Branta canadensis  
Canada Goose  
sin categoría  
No endémica



### Cerceta Alas Azules

Spatula discors  
Blue-winged Teal  
sin categoría  
No endémica



Cerceta Canela  
Spatula cyanoptera  
Cinnamon Teal  
sin categoría  
No endémica



Pato Cucharón Norteño  
Spatula clypeata  
Northern Shoveler  
sin categoría  
No endémica



Pato Friso  
Mareca strepera  
Gadwall  
sin categoría  
No endémica



Pato Chalcuán  
Mareca americana  
American Wigeon  
sin categoría  
No endémica



Pato de Collar  
Anas platyrhynchos  
Mallard  
sin categoría  
No endémica



Pato Golondrino  
Anas acuta  
Northern Pintail  
sin categoría  
No endémica



Cerceta Alas Verdes  
Anas crecca  
Green-winged Teal  
sin categoría  
No endémica



Pato Coacoxtle  
Aythya valisineria  
Canvasback  
sin categoría  
No endémica



Pato Cabeza Roja  
*Aythya americana*  
Redhead  
sin categoría  
No endémica



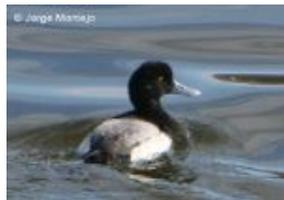
Pato Pico Anillado  
*Aythya collaris*  
Ring-necked Duck  
sin categoría  
No endémica



Pato Boludo Mayor  
*Aythya marila*  
Greater Scaup  
sin categoría  
No endémica



Pato Boludo Menor  
*Aythya affinis*  
Lesser Scaup  
sin categoría  
No endémica



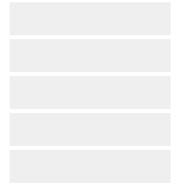
Negreta Nuca Blanca  
*Melanitta perspicillata*  
Surf Scoter  
sin categoría  
No endémica



Negreta Alas Blancas Americana  
*Melanitta deglandi*  
White-winged Scoter  
sin categoría  
No endémica



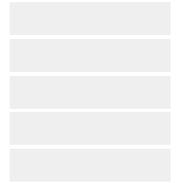
Negreta Pico Amarillo  
*Melanitta americana*  
Black Scoter  
sin categoría  
No endémica



**Pato Monja**  
*Bucephala albeola*  
Bufflehead  
sin categoría  
No endémica



**Pato Chillón**  
*Bucephala clangula*  
Common Goldeneye  
sin categoría  
No endémica



**Mergo Mayor**  
*Mergus merganser*  
Common Merganser  
sin categoría  
No endémica



**Mergo Copetón**  
*Mergus serrator*  
Red-breasted Merganser  
sin categoría  
No endémica



**Pato Tepalcate**  
*Oxyura jamaicensis*  
Ruddy Duck  
sin categoría  
No endémica



**Codorniz Californiana**  
*Callipepla californica*  
California Quail  
sin categoría  
No endémica



**Zambullidor Pico Grueso**  
*Podilymbus podiceps*  
Pied-billed Grebe  
sin categoría  
No endémica



**Zambullidor Cornudo**  
*Podiceps auritus*  
Horned Grebe  
sin categoría  
No endémica



Zambullidor Orejón  
*Podiceps nigricollis*  
Eared Grebe  
sin categoría  
No endémica




Achichilique Pico Amarillo  
*Aechmophorus occidentalis*  
Western Grebe  
sin categoría  
No endémica




Achichilique Pico Naranja  
*Aechmophorus clarkii*  
Clark's Grebe  
sin categoría  
No endémica




Paloma Común  
*Columba livia*  
Rock Pigeon  
sin categoría  
Exótica




Tortolita Pico Rojo  
*Columbina passerina*  
Common Ground Dove  
sin categoría  
No endémica




Paloma Alas Blancas  
*Zenaida asiatica*  
White-winged Dove  
sin categoría  
No endémica



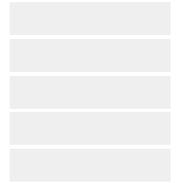

Huilota Común  
*Zenaida macroura*  
Mourning Dove  
sin categoría  
No endémica




Correcaminos Norteño  
*Geococcyx californianus*  
Greater Roadrunner  
sin categoría  
No endémica



Chotacabras Menor  
*Chordeiles acutipennis*  
Lesser Nighthawk  
sin categoría  
No endémica



Vencejo Pecho Blanco  
*Aeronautes saxatalis*  
White-throated Swift  
sin categoría  
No endémica



Colibrí Cabeza Roja  
*Calypte anna*  
Anna's Hummingbird  
sin categoría  
No endémica



Colibrí Cabeza Violeta  
*Calypte costae*  
Costa's Hummingbird  
sin categoría  
No endémica



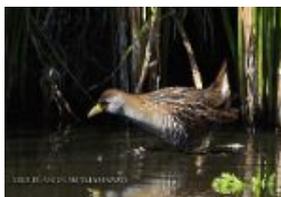
Zumbador Canelo  
*Selasphorus rufus*  
Rufous Hummingbird  
sin categoría  
No endémica



Rascón Costero del Pacífico  
*Rallus obsoletus*  
Ridgway's Rail  
sin categoría  
No endémica



Polluela Sora  
*Porzana carolina*  
Sora  
sin categoría  
No endémica



**Gallareta Americana**

*Fulica americana*

American Coot

sin categoría

No endémica




**Monjita Americana**

*Himantopus mexicanus*

Black-necked Stilt

sin categoría

No endémica




**Avoceta Americana**

*Recurvirostra americana*

American Avocet

sin categoría

No endémica




**Ostrero Americano**

*Haematopus palliatus*

American Oystercatcher

sin categoría

No endémica




**Ostrero Negro**

*Haematopus bachmani*

Black Oystercatcher

Amenazada

No endémica




**Chorlo Gris**

*Pluvialis squatarola*

Black-bellied Plover

sin categoría

No endémica




**Chorlo Tildío**

*Charadrius vociferus*

Killdeer

sin categoría

No endémica




**Chorlo Semipalmeado**  
*Charadrius semipalmatus*  
Semipalmated Plover  
sin categoría  
No endémica



**Chorlo Pico Gueso**  
*Charadrius wilsonia*  
Wilson's Plover  
sin categoría  
No endémica



**Chorlo Nevado**  
*Charadrius nivosus*  
Snowy Plover  
Amenazada  
No endémica



**Zarapito Trinador**  
*Numenius phaeopus*  
Whimbrel  
sin categoría  
No endémica



**Zarapito Pico Largo**  
*Numenius americanus*  
Long-billed Curlew  
sin categoría  
No endémica



**Picopando Canelo**  
*Limosa fedoa*  
Marbled Godwit  
Amenazada  
No endémica



**Vuelvepiedras Rojizo**  
*Arenaria interpres*  
Ruddy Turnstone  
sin categoría  
No endémica



**Vuelvepiedras Negro**  
*Arenaria melanocephala*  
Black Turnstone  
sin categoría  
No endémica



Playero Rojo  
Calidris canutus  
Red Knot  
sin categoría  
No endémica



Playero Brincaolas  
Calidris virgata  
Surfbird  
sin categoría  
No endémica



Playero Blanco  
Calidris alba  
Sanderling  
sin categoría  
No endémica



Playero Dorso Rojo  
Calidris alpina  
Dunlin  
sin categoría  
No endémica



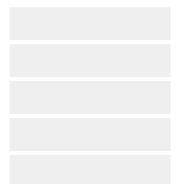
Playero de Baird  
Calidris bairdii  
Baird's Sandpiper  
sin categoría  
No endémica



Playero Diminuto  
Calidris minutilla  
Least Sandpiper  
sin categoría  
No endémica



Playero Semipalmeado  
Calidris pusilla  
Semipalmated Sandpiper  
sin categoría  
No endémica



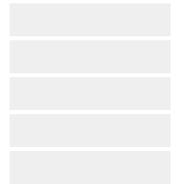
Playero Occidental  
*Calidris mauri*  
Western Sandpiper  
Amenazada  
No endémica



Costurero Pico Corto  
*Limnodromus griseus*  
Short-billed Dowitcher  
sin categoría  
No endémica



Costurero Pico Largo  
*Limnodromus scolopaceus*  
Long-billed Dowitcher  
sin categoría  
No endémica



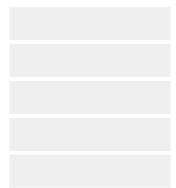
Agachona Norteamericana  
*Gallinago delicata*  
Wilson's Snipe  
sin categoría  
No endémica



Playero Alzacolita  
*Actitis macularius*  
Spotted Sandpiper  
sin categoría  
No endémica



Playero Vagabundo  
*Tringa incana*  
Wandering Tattler  
sin categoría  
No endémica



Patamarilla Menor  
*Tringa flavipes*  
Lesser Yellowlegs  
sin categoría  
No endémica



Playero Pihuiú  
*Tringa semipalmata*  
Willet  
sin categoría  
No endémica



Patamarilla Mayor  
*Tringa melanoleuca*  
Greater Yellowlegs  
sin categoría  
No endémica




Falaropo Pico Largo  
*Phalaropus tricolor*  
Wilson's Phalarope  
sin categoría  
No endémica




Falaropo Cuello Rojo  
*Phalaropus lobatus*  
Red-necked Phalarope  
sin categoría  
No endémica




Falaropo Pico Grueso  
*Phalaropus fulicarius*  
Red Phalarope  
sin categoría  
No endémica




Gaviota de Bonaparte  
*Chroicocephalus philadelphia*  
Bonaparte's Gull  
sin categoría  
No endémica




Gaviota Reidora  
*Leucophaeus atricilla*  
Laughing Gull  
sin categoría  
No endémica



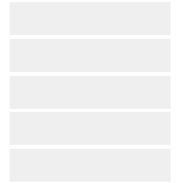

Gaviota de Franklin  
*Leucophaeus pipixcan*  
Franklin's Gull  
sin categoría  
No endémica




**Gaviota Plomiza**  
*Larus heermanni*  
Heermann's Gull  
Sujeta a protección especial  
Semiendémica



**Gaviota Pico Anillado**  
*Larus delawarensis*  
Ring-billed Gull  
sin categoría  
No endémica



**Gaviota Occidental**  
*Larus occidentalis*  
Western Gull  
sin categoría  
No endémica



**Gaviota Bajacaliforniana**  
*Larus livens*  
Yellow-footed Gull  
Sujeta a protección especial  
Semiendémica



**Gaviota Californiana**  
*Larus californicus*  
California Gull  
sin categoría  
No endémica



**Gaviota Plateada**  
*Larus argentatus*  
Herring Gull  
sin categoría  
No endémica



**Gaviota de Groenlandia**  
*Larus glaucoideus*  
Iceland Gull  
sin categoría  
No endémica



**Gaviota Alas Blancas**  
*Larus glaucescens*  
Glaucous-winged Gull  
sin categoría  
No endémica



Gaviota Blanca  
Larus hyperboreus  
Glaucous Gull  
sin categoría  
No endémica




Charrán Mínimo  
Sternula antillarum  
Least Tern  
Sujeta a protección especial  
No endémica




Charrán Pico Grueso  
Gelochelidon nilotica  
Gull-billed Tern  
sin categoría  
No endémica




Charrán del Caspio  
Hydroprogne caspia  
Caspian Tern  
sin categoría  
No endémica




Charrán Negro  
Chlidonias niger  
Black Tern  
sin categoría  
No endémica




Charrán Común  
Sterna hirundo  
Common Tern  
sin categoría  
No endémica




Charrán de Forster  
Sterna forsteri  
Forster's Tern  
sin categoría  
No endémica




**Charrán Real**

*Thalasseus maximus*

Royal Tern

sin categoría

No endémica



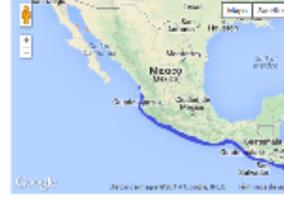
**Charrán Elegante**

*Thalasseus elegans*

Elegant Tern

Sujeta a protección especial

Semiendémica



**Rayador Americano**

*Rynchops niger*

Black Skimmer

sin categoría

No endémica



**Colimbo del Pacífico**

*Gavia pacifica*

Pacific Loon

sin categoría

No endémica



**Colimbo Común**

*Gavia immer*

Common Loon

sin categoría

No endémica



**Fulmar Norteño**

*Fulmarus glacialis*

Northern Fulmar

sin categoría

No endémica



**Fragata Tijereta**

*Fregata magnificens*

Magnificent Frigatebird

sin categoría

No endémica



**Cormorán de Brandt**

*Urile penicillatus*

Brandt's Cormorant

sin categoría

No endémica



**Cormorán Orejón**

*Nannopterum auritum*  
Double-crested Cormorant  
sin categoría  
No endémica




**Pelícano Blanco Americano**

*Pelecanus erythrorhynchos*  
American White Pelican  
sin categoría  
No endémica




**Pelícano Café**

*Pelecanus occidentalis*  
Brown Pelican  
sin categoría  
No endémica




**Garza Morena**

*Ardea herodias*  
Great Blue Heron  
sin categoría  
No endémica




**Garza Blanca**

*Ardea alba*  
Great Egret  
sin categoría  
No endémica




**Garza Dedos Dorados**

*Egretta thula*  
Snowy Egret  
sin categoría  
No endémica




**Garza Azul**

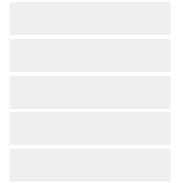
*Egretta caerulea*  
Little Blue Heron  
sin categoría  
No endémica




Garza Tricolor  
*Egretta tricolor*  
Tricolored Heron  
sin categoría  
No endémica



Garza Rojiza  
*Egretta rufescens*  
Reddish Egret  
En peligro de extinción  
No endémica



Garza Ganadera Occidental  
*Bubulcus ibis*  
Western Cattle Egret  
sin categoría  
Exótica



Garcita Verde  
*Butorides virescens*  
Green Heron  
sin categoría  
No endémica



Garza Nocturna Corona Negra  
*Nycticorax nycticorax*  
Black-crowned Night-Heron  
sin categoría  
No endémica



Garza Nocturna Corona Clara  
*Nyctanassa violacea*  
Yellow-crowned Night-Heron  
sin categoría  
No endémica



Zopilote Aura  
*Cathartes aura*  
Turkey Vulture  
sin categoría  
No endémica



Águila Pescadora  
*Pandion haliaetus*  
Osprey  
sin categoría  
No endémica



Milano Cola Blanca

Elanus leucurus

White-tailed Kite

sin categoría

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Águila Real

Aquila chrysaetos

Golden Eagle

Amenazada

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Gavilán Rastrero

Circus hudsonius

Northern Harrier

sin categoría

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Gavilán Pecho Canela

Accipiter striatus

Sharp-shinned Hawk

Sujeta a protección especial

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Gavilán de Cooper

Accipiter cooperii

Cooper's Hawk

Sujeta a protección especial

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Águila Cabeza Blanca

Haliaeetus leucocephalus

Bald Eagle

En peligro de extinción

No endémica



Four empty rectangular boxes for data entry.

Aguillita Rojinegra

Parabuteo unicinctus

Harris's Hawk

Sujeta a protección especial

No endémica

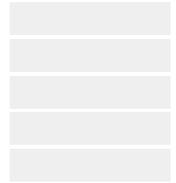


Four empty rectangular boxes for data entry.

**Aguililla Cola Roja**  
*Buteo jamaicensis*  
Red-tailed Hawk  
sin categoría  
No endémica



**Aguililla Real**  
*Buteo regalis*  
Ferruginous Hawk  
Sujeta a protección especial  
No endémica



**Lechuza de Campanario**  
*Tyto alba*  
Barn Owl  
sin categoría  
No endémica



**Búho Cornudo**  
*Bubo virginianus*  
Great Horned Owl  
sin categoría  
No endémica



**Tecolote Llanero**  
*Athene cunicularia*  
Burrowing Owl  
sin categoría  
No endémica



**Búho Sabanero**  
*Asio flammeus*  
Short-eared Owl  
Sujeta a protección especial  
No endémica



**Martín Pescador Norteño**  
*Megaceryle alcyon*  
Belted Kingfisher  
sin categoría  
No endémica



**Carpintero del Desierto**  
*Melanerpes uropygialis*  
Gila Woodpecker  
sin categoría  
No endémica



**Carpintero Mexicano**

*Dryobates scalaris*

Ladder-backed Woodpecker

sin categoría

No endémica



**Carpintero de Pechera del Noroeste**

*Colaptes chrysoides*

Gilded Flicker

sin categoría

No endémica



**Caracara Quebrantahuesos**

*Caracara plancus*

Crested Caracara

sin categoría

No endémica



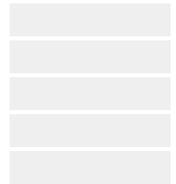
**Cernícalo Americano**

*Falco sparverius*

American Kestrel

sin categoría

No endémica



**Halcón Esmerejón**

*Falco columbarius*

Merlin

sin categoría

No endémica



**Halcón Peregrino**

*Falco peregrinus*

Peregrine Falcon

Sujeta a protección especial

No endémica



**Papamoscas Garganta Ceniza**

*Myiarchus cinerascens*

Ash-throated Flycatcher

sin categoría

No endémica



Papamoscas del Oeste  
*Contopus sordidulus*  
Western Wood-Pewee  
sin categoría  
No endémica




Papamoscas Saucero  
*Empidonax traillii*  
Willow Flycatcher  
sin categoría  
No endémica




Papamoscas de Hammond  
*Empidonax hammondi*  
Hammond's Flycatcher  
sin categoría  
No endémica




Papamoscas Bajacolita  
*Empidonax wrightii*  
Gray Flycatcher  
sin categoría  
Semiendémica




Papamoscas Negro  
*Sayornis nigricans*  
Black Phoebe  
sin categoría  
No endémica




Papamoscas Llanero  
*Sayornis saya*  
Say's Phoebe  
sin categoría  
No endémica




Papamoscas Cardenalito  
*Pyrocephalus rubinus*  
Vermilion Flycatcher  
sin categoría  
No endémica




Vireo de Bell  
*Vireo bellii*  
Bell's Vireo  
sin categoría  
No endémica




Vireo Gris  
Vireo vicinior  
Gray Vireo  
sin categoría  
Semiendémica




Vireo de Cassin  
Vireo cassinii  
Cassin's Vireo  
sin categoría  
Semiendémica




Vireo Gorjeador  
Vireo gilvus  
Warbling Vireo  
sin categoría  
No endémica




Verdugo Americano  
Lanius ludovicianus  
Loggerhead Shrike  
sin categoría  
No endémica




Chara Californiana  
Aphelocoma californica  
California Scrub-Jay  
sin categoría  
No endémica




Cuervo Común  
Corvus corax  
Common Raven  
sin categoría  
No endémica




Baloncillo  
Auriparus flaviceps  
Verdin  
sin categoría  
No endémica




**Alondra Cornuda**  
*Eremophila alpestris*  
Horned Lark  
sin categoría  
No endémica




**Golondrina Bicolor**  
*Tachycineta bicolor*  
Tree Swallow  
sin categoría  
No endémica




**Golondrina Verdemar**  
*Tachycineta thalassina*  
Violet-green Swallow  
sin categoría  
No endémica




**Golondrina Alas Aserradas**  
*Stelgidopteryx serripennis*  
Northern Rough-winged Swallow  
sin categoría  
No endémica




**Golondrina Azulnegra**  
*Progne subis*  
Purple Martin  
sin categoría  
No endémica




**Golondrina Risquera**  
*Petrochelidon pyrrhonota*  
Cliff Swallow  
sin categoría  
No endémica




**Reyezuelo Matraquita**  
*Corthylio calendula*  
Ruby-crowned Kinglet  
sin categoría  
No endémica




**Chinito**  
*Bombcilla cedrorum*  
Cedar Waxwing  
sin categoría  
No endémica




Capulinero Negro  
*Phainopepla nitens*  
*Phainopepla*  
sin categoría  
No endémica




Perlita Azulgris  
*Poliptila caerulea*  
Blue-gray Gnatcatcher  
sin categoría  
No endémica




Perlita Californiana  
*Poliptila californica*  
California Gnatcatcher  
sin categoría  
No endémica




Saltapared de Rocas  
*Salpinctes obsoletus*  
Rock Wren  
sin categoría  
No endémica




Matraca del Desierto  
*Campylorhynchus brunneicapillus*  
Cactus Wren  
sin categoría  
No endémica




Saltapared Cola Larga  
*Thryomanes bewickii*  
Bewick's Wren  
sin categoría  
No endémica




Saltapared Común  
*Troglodytes aedon*  
House Wren  
sin categoría  
No endémica




**Saltapared Pantanero**

*Cistothorus palustris*

Marsh Wren

sin categoría

No endémica




**Cuicacoche Bajacaliforniano**

*Toxostoma cinereum*

Gray Thrasher

sin categoría

Endémica




**Cuicacoche Pálido**

*Toxostoma lecontei*

LeConte's Thrasher

sin categoría

No endémica




**Cuicacoche Chato**

*Oreoscoptes montanus*

Sage Thrasher

sin categoría

No endémica




**Centzontle Norteño**

*Mimus polyglottos*

Northern Mockingbird

sin categoría

No endémica




**Estornino Pinto**

*Sturnus vulgaris*

European Starling

sin categoría

Exótica




**Zorzal de Anteojos**

*Catharus ustulatus*

Swainson's Thrush

sin categoría

No endémica




**Zorzal Cola Canela**

*Catharus guttatus*

Hermit Thrush

sin categoría

No endémica




Gorrión Doméstico  
Passer domesticus  
House Sparrow  
sin categoría  
Exótica




Bisbita Norteamericana  
Anthus rubescens  
American Pipit  
sin categoría  
No endémica




Pinzón Mexicano  
Haemorhous mexicanus  
House Finch  
sin categoría  
No endémica




Jilguerito Pinero  
Spinus pinus  
Pine Siskin  
sin categoría  
No endémica




Jilguerito Dominicano  
Spinus psaltria  
Lesser Goldfinch  
sin categoría  
No endémica




Zacatonero Garganta Negra  
Amphispiza bilineata  
Black-throated Sparrow  
sin categoría  
No endémica




Gorrión Arlequín  
Chondestes grammacus  
Lark Sparrow  
sin categoría  
No endémica




**Gorrión Alas Blancas**  
*Calamospiza melanocorys*  
Lark Bunting  
sin categoría  
No endémica



**Gorrión Cejas Blancas**  
*Spizella passerina*  
Chipping Sparrow  
sin categoría  
No endémica



**Gorrión Pálido**  
*Spizella pallida*  
Clay-colored Sparrow  
sin categoría  
Semiendémica



**Gorrión de Brewer**  
*Spizella breweri*  
Brewer's Sparrow  
sin categoría  
No endémica



**Gorrión Corona Blanca**  
*Zonotrichia leucophrys*  
White-crowned Sparrow  
sin categoría  
No endémica



**Zacatonero Californiano**  
*Artemisospiza belli*  
Bell's Sparrow  
sin categoría  
No endémica



**Gorrión Cola Blanca**  
*Poocetes gramineus*  
Vesper Sparrow  
sin categoría  
No endémica



**Gorrión Sabanero**  
*Passerculus sandwichensis*  
Savannah Sparrow  
sin categoría  
No endémica



Gorrión de Lincoln  
*Melospiza lincolnii*  
Lincoln's Sparrow  
sin categoría  
No endémica




Rascador Californiano  
*Melospiza crissalis*  
California Towhee  
sin categoría  
No endémica




Rascador Cola Verde  
*Pipilo chlorurus*  
Green-tailed Towhee  
sin categoría  
No endémica




Chipe Grande  
*Icteria virens*  
Yellow-breasted Chat  
sin categoría  
No endémica




Pradero del Oeste  
*Sturnella neglecta*  
Western Meadowlark  
sin categoría  
No endémica




Calandria Dorso Negro Menor  
*Icterus cucullatus*  
Hooded Oriole  
sin categoría  
Semiendémica




Tordo Sargento  
*Agelaius phoeniceus*  
Red-winged Blackbird  
sin categoría  
No endémica




**Tordo Cabeza Café**  
*Molothrus ater*  
Brown-headed Cowbird  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Charquero**  
*Parkesia noveboracensis*  
Northern Waterthrush  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Oliváceo**  
*Leiothlypis celata*  
Orange-crowned Warbler  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Cabeza Gris**  
*Leiothlypis ruficapilla*  
Nashville Warbler  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Lores Negros**  
*Geothlypis tolmiei*  
MacGillivray's Warbler  
Amenazada  
No endémica



**Mascarita Común**  
*Geothlypis trichas*  
Common Yellowthroat  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Amarillo**  
*Setophaga petechia*  
Yellow Warbler  
sin categoría  
No endémica



**Chipe Playero**  
*Setophaga palmarum*  
Palm Warbler  
sin categoría  
No endémica



Chipe Rabadilla Amarilla  
*Setophaga coronata*  
Yellow-rumped Warbler  
sin categoría  
No endémica




Chipe Negrogris  
*Setophaga nigrescens*  
Black-throated Gray Warbler  
sin categoría  
Semiendémica




Chipe de Townsend  
*Setophaga townsendi*  
Townsend's Warbler  
sin categoría  
No endémica




Chipe Corona Negra  
*Cardellina pusilla*  
Wilson's Warbler  
sin categoría  
No endémica




Piranga Capucha Roja  
*Piranga ludoviciana*  
Western Tanager  
sin categoría  
No endémica




Picogordo Tigrillo  
*Pheucticus melanocephalus*  
Black-headed Grosbeak  
sin categoría  
Semiendémica




Colorín Pecho Canela  
*Passerina amoena*  
Lazuli Bunting  
sin categoría  
Semiendémica





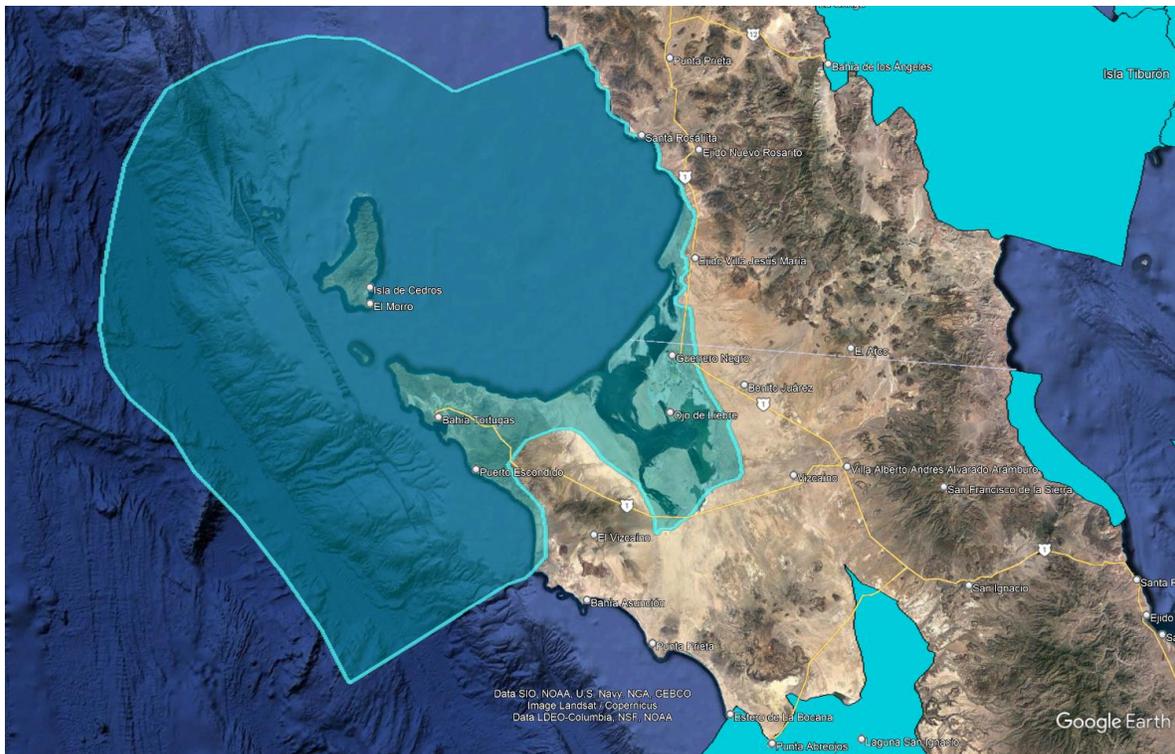

COMISIÓN NACIONAL DE BIODIVERSIDAD  
REGIÓN MARINA PRIORITARIA  
No. 02- Vizcaíno

## LOCALIZACIÓN

**Polígono:** Latitud. 28°57'36" a 26°47'24"  
Longitud. 116°10'48" a 113°43'48"

Estado(s): Baja  
California -Baja Extensión: 35 678 km<sup>2</sup>  
California Sur

## MAPA



## CARACTERÍSTICAS

**Clima:** semicálido árido, con lluvias en invierno. Temperatura media anual 18-22° C. Ocurren huracanes y frentes fríos.

**Geología:** placa del Pacífico; rocas ígneas; plataforma ancha.

**Descripción:** zona de marismas, dunas costeras, lagunas, playas, islas, zona oceánica.

**Oceanografía:** surgencias. Predomina la corriente de California. Oleaje alto. Ocurre marea roja, así como procesos de enriquecimiento y concentración de nutrientes, turbulencia giros oceánicos, transporte de Ekman. Presencia de "El Niño" sólo cuando el fenómeno es muy severo.

**Biodiversidad:** moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, plantas. Ruta migratoria del ganso de collar, playeros y mamíferos marinos como lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*), foca común (*Phoca vitulina richardsi*), elefante marino (*Mirounga angustirostris*), ballena gris (*Eschrichtius robustus*), jorobada (*Megaptera novaeangliae*), azul (*Balaenoptera musculus*), picuda de Baird (*Berardius bairdii*) y delfines comunes (*Delphinus delphis* y *D. capensis*). Área de reproducción de mamíferos marinos como ballena gris, foca de puerto, elefante marino, lobo marino de California. Endemismo de plantas y peces.

**Aspectos económicos:** alta actividad pesquera tipo artesanal y cooperativas con explotación de peces, abulón, langosta y *Gelidium*. Ecoturismo de ballenas. Recursos mineros y de sal.

**Problemática:**

- Contaminación: descarga de aguas residuales.
- Uso de recursos: presión pesquera sobre abulón, langosta y escama. Ha disminuido la frecuencia de ballenas. Explotación minera.
- Desarrollos: actividades industriales y mineras a gran escala en la Reserva. Existe conflicto de conservación (sobre todo de especies migratorias marinas y costeras) por desarrollo industrial (expansión de la industria salinera).
- Regulación: pesca ilegal de abulón y langosta. Falta de criterios para identificar el desarrollo adecuado para la zona de amortiguamiento de la Reserva, así como normas que regulen actividades dentro de la zona.

**Conservación:** el área costera es Reserva de la Biosfera, habría que extenderla a Cedros y Benitos. Es necesario hacer un programa de manejo para la reserva referente particularmente a la zona oceánica. Las salineras crean sitios de concentración de aves.

**Grupos e instituciones:** CIB, UABC, UABCS, INP (CRIP-La Paz), Proesteros, Pronatura, Biopesca.

**EL VIZCAÍNO-EL BARRIL**

**RTP-5**

**A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

**Coordenadas extremas:** Latitud N: 26° 26' 24" a 28° 39' 00"  
 Longitud W: 112° 13' 48" a 115° 04' 48"

**Entidades:** Baja California, Baja California Sur.

**Municipios:** Ensenada, Mulegé.

**Localidades de referencia:** Santa Rosalía, BCS; Guerrero Negro, BCS; Bahía Tortugas, BCS; Villa Alberto A. Alvarado A., BCS.

**B. SUPERFICIE**

**Superficie:** 26,310 km<sup>2</sup>

**Valor para la conservación:** 3 (mayor a 1,000 km<sup>2</sup>)

**C. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Esta región está ubicada en la provincia fisiográfica de la planicie costera de Baja California e incluye la RB más grande del país (El Vizcaíno), decretada como ANP en 1988, además de una porción al norte del límite estatal de Baja California Sur. A estos sistemas lagunares del Pacífico llega la ballena gris para completar su ciclo reproductivo. Existen especies vegetales endémicas del Vizcaíno. Contiene una gran diversidad de accidentes geográficos: al oeste se localizan las sierras de San José de Castro y de Santa Clara y al centro se encuentra el desierto del Vizcaíno. En la costa oeste abundan bahías, lagunas, cabos y canales, que constituyen zonas núcleo de la reserva; la costa este es más regular. Las altas temperaturas que se registran permiten la existencia de ambientes hipersalinos que, aunque inhiben a la biodiversidad, son propicios para que en las lagunas proliferen una gran cantidad de microorganismos eurihalinos como ciertas especies de algas, protozoarios, cianobacterias y bacterias. En general, el área no cuenta con agua superficial y el único arroyo con caudal permanente es el de San Ignacio. La vegetación predominante en la parte occidental de la región es de vegetación halófila, de desiertos arenosos y matorral sarco-caule, mientras que al oriente es básicamente este último tipo el que se presenta.

**D. ASPECTOS CLIMÁTICOS (Y PORCENTAJE DE SUPERFICIE)**

<b>Tipo(s) de clima:</b>		
BWhs	Muy árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; lluvias en invierno mayores al 36% anual.	74%
BWh(x')	Muy árido, semicálido, temperatura entre 18° y 22°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.	17%
BW(h')s	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual, lluvias en invierno mayores al 36% anual.	4%
BW(h')(x')	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22° C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual, lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.	3%
Otros		2%

**E. ASPECTOS FISIográficos**

**Geoformas:** Llanura costera, sierra, lagunas, conos volcánicos.

**Unidades de suelo y porcentaje de superficie:**

Arenosol háplico	ARh (Clasificación FAO-Unesco, 1989) El arenosol es un suelo con una textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro; posee únicamente un horizonte A ócrico o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. El subtipo háplico posee únicamente un horizonte A (ócrico)	60%
------------------	---	-----

		de color claro con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo cuando se seca; en ningún momento del año se satura y carece de material calcáreo en una proporción significativa.	
Calcisol pétrico	CLp	(Clasificación FAO-Unesco, 1989) Corresponde a un suelo con una acumulación muy importante de carbonato cálcico y con un horizonte petrocálcico, que corresponde a un horizonte cálcico continuo, endurecido o cementado por carbonato cálcico y/o magnésico, aunque como componente accesorio puede presentar sílice, cuyo grado de cementación puede ser tan grande que sus fragmentos secos no se desmoronan en agua y las raíces no lo pueden penetrar; es masivo o de estructura laminar, extremadamente duro cuando está seco, habitualmente con un espesor mayor de 10 cm. Posee un horizonte A ócrico, muy claro, con demasiado poco carbono orgánico, muy delgado y duro y macizo cuando se seca. Carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación con agua) en los 100 cm superficiales.	40%

## F. ASPECTOS BIÓTICOS.

### Diversidad ecosistémica:

**Valor para la conservación:** 3 (alto)

Comprende ambientes muy diversos, destacando los costeros, dentro de los cuales el manglar, aunque muy fragmentado y pequeño, posee una importancia ecológica y biogeográfica muy grandes. Comprende el límite norte del manglar en la vertiente del Pacífico.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Matorral sarcococle	Vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza papirácea. De zonas áridas y semiáridas.	43%
Vegetación halófila	Vegetación que se establece en suelos salinos.	25%
Vegetación de dunas	Vegetación que se establece en dunas costeras, por lo cual éstas quedan fijas.	16%
Matorral desértico micrófilo	Vegetación arbustiva de hojas pequeñas, generalmente en zonas aluviales.	10%
Otros		6%

**Valor para la conservación:**

### Integridad ecológica funcional:

4 (alto)

Los ambientes de la región se encuentran altamente conservados.

### Función como corredor biológico:

0 (no se conoce)

Información no disponible.

### Fenómenos naturales extraordinarios:

3 (muy importante)

Importancia biogeográfica alta, endemismos y arribo de ballenas.

### Presencia de endemismos:

3 (alto)

Para especies de reptiles, roedores y aves.

### Riqueza específica:

3 (alto)

La rata canguro y una especie de ardilla de tierra son endémicas. Se estima que para la ANP existen 308 especies de vertebrados terrestres y marinos. Existen 4 especies en peligro de extinción, 6 bajo protección especial y 30 amenazadas, 13 de las cuales son aves, como el águila pescadora.

### Función como centro de origen y diversificación natural:

2 (importante)

Para especies de reptiles y roedores.

## G. ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS

### Problemática ambiental:

Existe cacería furtiva; sobreexplotación de agostaderos, de mantos acuíferos subterráneos y de ciertos recursos pesqueros; expansión de los vasos de desecación que ocasionan una disminución del hábitat natural del berrendo y otros animales, así como extracción de ejemplares de cactáceas, reptiles y de piezas arqueológicas. La actividad pesquera genera problemas en la zona al propiciar el establecimiento de campamentos temporales que, cuando termina la temporada, son abandonados por los concesionarios, dejando todo tipo de desechos. Hay contaminación de las aguas por las salineras. Turismo incontrolado y no reglamentado, tal es el caso del concepto de “La ballena amiga”, que ocasiona que el visitante pida a los lancheros la posibilidad de tocar el lomo de estos cetáceos, situación que se traduce en verdaderas persecuciones.

### Valor para la conservación:

<b>Función como centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles:</b> Se considera poco relevante.	1 (poco importante)
<b>Pérdida de superficie original:</b> Poca afectación de ecosistemas.	1 (bajo)
<b>Nivel de fragmentación de la región:</b> Los ecosistemas no tienen una alteración significativa.	1 (bajo)
<b>Cambios en la densidad poblacional:</b> La densidad de población es muy baja y el crecimiento es mínimo.	1 (estable)
<b>Presión sobre especies clave:</b> Básicamente sobre el borrego cimarrón.	2 (medio)
<b>Concentración de especies en riesgo:</b> Para plantas vasculares, roedores y reptiles.	3 (alto)
<b>Prácticas de manejo inadecuado:</b> Principalmente cacería furtiva.	1 (bajo)

## H CONSERVACIÓN

### Valor para la conservación:

<b>Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado:</b> Prácticamente no existe.	1 (bajo)
<b>Importancia de los servicios ambientales:</b> Para la recarga de acuíferos.	1 (bajo)
<b>Presencia de grupos organizados:</b> Exportadora de Sal, Proesteros, algunos organismos turísticos, INE, INAH e IE-UNAM, CIB-Nor.	3 (alto)
<b>Políticas de conservación:</b> Existen lugares bien conservados en los sitios más inaccesibles, pero también presenta porciones muy perturbadas, como son la costa del Pacífico y las zonas pecuarias de las partes planas.	
<b>Conocimiento:</b> Existe una serie de planes federales y estatales destinados a impulsar el aprovechamiento de los recursos pesqueros, turísticos y mineros de la península. Cada programa debe analizarse en el contexto de su manifestación de impacto ambiental respectiva con el propósito de contribuir a los objetivos centrales de conservación de la reserva. La labor de vigilancia la efectúan dos trabajadores radicados en Guerrero Negro. Durante la “temporada de ballenas” la Profepa implementa, en ocasiones, un dispositivo especial de vigilancia. Existen acuerdos de colaboración entre la Delegación de Sedesol y los ejidatarios de Alfredo V. Bonfil, Benito Juárez y Díaz Campañas para que los pobladores participen en la inspección y vigilancia de las actividades turísticas durante la temporada de ballena gris, así como de la explotación por parte de la Exportadora de Sal, S.A., y de los permisionarios durante la temporada pesquera.	
<b>Información:</b> Instituciones: Semarnap  INAH	

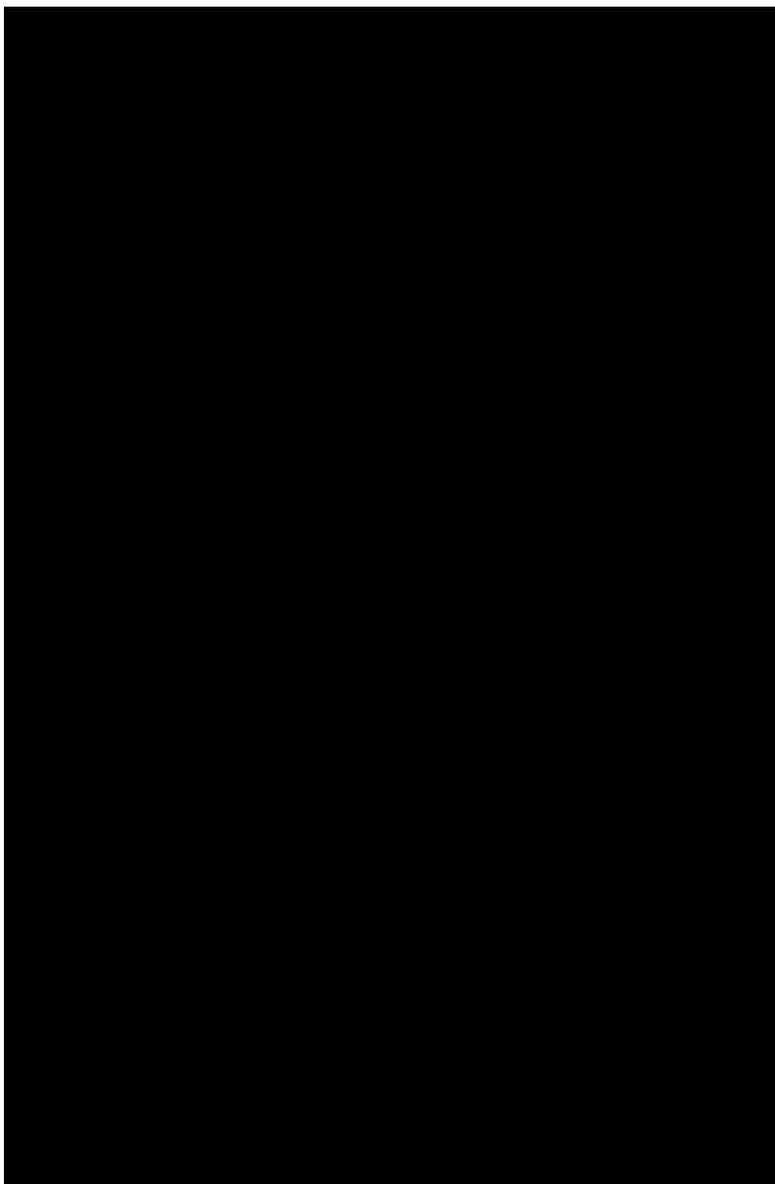
CIB  
IE-UNAM  
UCANP  
INE

**Especialistas:**

A. Castellanos, V. Sánchez, L. Arriaga (Conabio).  
J. León, S. Álvarez, A. Ortega y P. Gallina (CIB-Nor).

## **I. METODOLOGÍA DE DELIMITACIÓN DE LA RTP-5**

Esta RTP coincide, en general, con la poligonal decretada como ANP por el INE. Sin embargo, en virtud de que el límite norte de ésta coincide con un paralelo que funciona como límite estatal, criterio que carece de una base ambiental, se añadió un área ubicada al noreste, denominada genéricamente El Barril (nombre tomado de una estación climatológica ubicada en dicha zona), donde, con el fin de disponer de una base objetiva de delimitación, se incluyeron íntegramente las subcuencas El Barril, la del Rancho La Unión y la del Rancho San Miguel-Santa Bárbara, mientras que del lado del litoral noroeste, se consideraron ambientes relacionados con el sistema lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro, básicamente vegetación halófila y vegetación de desiertos arenosos, además de los ambientes lagunares de San Ignacio, Guerrero Negro y Ojo de Liebre, y los esteros y barras relacionados.



Fotografía: Jorge Neyra

PROYECTO: Granja Morro Santo Domingo

PROMOVENTE: Moro Santo Domingo, S. de PR de RI

## RESUMEN

---

# EVALUACIÓN EN IMPACTO AMBIENTAL

---

## Modelo de evaluación

Se siguió la metodología de evaluación de V. Conesa Fernández Vitora (1997), asignando un valor de significancia a cada impacto ambiental. Esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, otorgándoles valor en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

La importancia del impacto (así analizada), es el “ratio” mediante el cual medimos el impacto ambiental en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos, tales como: extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. Vamos a describir a continuación el significado de los mencionados criterios que nos darán, como resultado, la importancia del impacto (I), en una matriz de valoración o matriz de importancia.

Signo. El signo del impacto hace alusión al carácter benefactor (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones sobre distintos factores considerados.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de calificar sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir (o sea que no se sabe si es + o -).

Este carácter (x), también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

Intensidad (I). Este componente se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor que se evalúa, en el ámbito específico en que actúa.

El rango de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección

mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.

Extensión (EX). Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).

En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

Momento (MO). El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ( $t_o$ ) y el comienzo del efecto ( $t_i$ ) sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, mediano plazo (2) y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1).

Persistencia (PE). Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y al que tardaría el factor afectado para retornar a las condiciones previas a la acción ya sea por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctivas.

Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si tarda entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.

Reversibilidad (RV). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que el proyecto deja de actuar sobre el medio.

Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a mediano plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.

Recuperabilidad (MC). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable y toma un valor (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero con la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).

Sinergia (SI). Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones simultáneas, es superior a la que se podría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

Acumulación (AC). Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

Efecto (EF). Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

Periodicidad (PR). La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia y a los discontinuos (1).

Importancia del Impacto (I). La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, en función del valor asignado a los criterios considerados.

$$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

*Importancia de los impactos según Conesa Fernández Vitora.*

Crterios	Evaluación	Valor	Crterios	Evaluación	Valor
<b>NATURALEZA</b>	Impacto beneficioso	+	<b>INTENSIDAD (I)</b> (Grado de destrucción)	Baja	1
	Impacto perjudicial	-		Media	2
<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)	Puntual	1		Alta	3
	Parcial	2		Muy alta	4
	Extenso	4		Total	12
	Total	8	<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1
Critica	+4	Medio plazo		2	
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)	Fugaz	1		Inmediato	3
	Temporal	2		Critico	+4
	Permanente	4	<b>REVERSIBILIDAD (RV)</b>	Corto plazo	1
<b>SINERGIA (SI)</b> (Regularidad de la manifestación)	Sin sinergismo (simple)	1		Medio plazo	2
	Sinergico2	2		Irreversible	4
	Muy sinergico4	4	<b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)	Simple	1
<b>EFEECTO (EF)</b> (Relación causa – efecto)	Indirecto (secundario)	1		Acumulativo	4
	Directo	4	<b>PERIODICIDAD (PR)</b> (Regularidad de la manifestación)	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
<b>RECUPERABILIDAD (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos)	Recuperable de manera inmediata	1		Periódico	2
	Recuperable a medio plazo	2		Continuo	4
	Mitigable	4	<b>IMPORTANCIA (I)</b>	$I = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
	Irrecuperable	8			

## Evaluación de los resultados

La significancia o importancia del impacto toma valores entre 13 y 100, los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50, serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

## Actividades y factores por considerar

En la siguiente tabla se presentan las actividades del proyecto que producirán impactos en los factores ambientales.

*Tabla 1 Actividades impactantes; PS: Preparación de Sitio; C: construcción y OM: operación y mantenimiento*

Actividades		Etapa(s)
A1	Estudios preliminares	PS
A2	Instalación de infraestructura	PS
A3	Operación de embarcaciones menores	PS, OM
A4	Adquisición y siembra de semillas	OM
A5	Desarrollo actividades acuícolas	OM
A6	Presencia física de artes de cultivo	OM
A7	Operación del proyecto	OM
A8	Sistemas de cultivo	OM
A9	Excretas de los organismos cultivados	OM
A10	Generación de aguas negras y residuos fisiológicos	OM
A11	Generación de residuos domésticos	OM
A12	Residuos del mantenimiento	OM
A13	Sustitución de las artes de cultivo	OM
A14	Operación de balsa de apoyo	OM
A15	Consumo del producto	OM
A16	Utilización de techumbre existente	OM
A17	Seguimiento ambiental	PS, OM

Los factores por analizar a través de su entrecruzamiento con las actividades que se realizarán en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se presentan en la tabla a continuación:

*Tabla 2. Factores que podrán impactarse*

Factor	Aspecto	
Aire	F1	Calidad
	F2	Visibilidad
	F3	Olores
	F4	Ruido
Agua	F5	Consumo
	F6	Contaminación de cuerpos de agua (Arroyos y océano)
	F8	Transporte de sedimentos
Suelo	F10	Características Físicoquímicas en el área del proyecto
	F12	Uso y destino del área inmediata al proyecto
Topografía	F14	Cambios en el Paisaje en el área del proyecto
Vegetación	F17	Variabilidad genética
	F18	Especies protegidas/ endémicas
Fauna	F20	Fauna marina
	F21	Fauna terrestre
	F23	Especies protegidas/ endémicas
	F24	Corredor Faunístico
	F25	Hábitat
	F26	Nicho ecológico

Factor	Aspecto	
Población	F27	Procesos Migratorios
	F28	Empleo
	F29	Consumo en General
	F30	Calidad de Vida
Actividades Productivas	F31	Sector primario
	F32	Sector Secundario
	F33	Sector terciario
	F34	Servicios públicos
	F35	Equipamiento urbano

## Matriz de impacto ambiental

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17
F1			IN											IN			
F2																	
F3										IN				IN			
F4			IN											IN			
F5																	
F6			RN						IN	RN	RN	RN		IN			
F10									IN					IN		IN	
F15										IN	IN	IN				RN	
F16										IN	IN	IN				IN	
F18			IN														
F19																	
F20			IN						IN		IN	IN		IN			
F21			IN														
F22			IN						IN			IN		IN			
F25		IN						IN					IN				
F28	IP	IP	IP	IP			IP	IP					IP	IP	IP		IP
F29							IP										
F32				IP			IP	IP									
F33	IP						IP						IP				IP
F34							IP										

## Conclusiones

Después de aplicada la metodología de Vítora-Conesa et al., se obtuvo los siguientes impactos presentados por nivel de significancia (impactos irrelevantes, relevantes, severos y críticos) y por naturaleza (impacto positivo o negativo).

*Valoración de impactos*

Impactos negativos	No.	Impactos positivos	No.	No. Total, impactos por categoría
Irrelevante Negativo	32	Irrelevante Positivo	19	51
Relevante Negativo	6	Relevante Positivo	0	6
Severo Negativo	0	Severo Positivo	0	0
Crítico Negativo	0	Crítico Positivo	0	0
Total negativos	38	Total Positivos	19	57

Como se puede observar en la tabla anterior, los impactos que el proyecto genera son mayoritariamente poco significativos (irrelevantes) y, dentro está categoría, destacan los negativos. El bajo impacto se debe la naturaleza de la actividad, a que no se requieren insumos más allá de las semillas de ostras y de los nutrientes naturales de la laguna y al hecho de que no se requiere de infraestructura permanente, además de la que ya existe.

Los impactos relevantes dicen con posibles afectaciones por uso de combustibles o sustancias peligrosas (Como aceites y combustibles). Estos impactos se evitarán al prohibir todo tipo de mantenimiento o reparación a la maquinaria y equipos dentro del proyecto.

Finalmente, los cuidados con la basura y todo tipo de residuo y su correcto almacenamiento evitará que por la acción del viento lleguen a arroyos cercanos.

Los impactos sociales, aunque irrelevantes en su mayoría, son aquellos enfocados a los efectos económicos que el proyecto traerá dado que requiere del consumo de materiales, contratación de personal, obtener permisos etc. En su mayoría son temporales, no obstante, mantienen la economía del municipio en funcionamiento.

No se obtuvieron impactos severos o críticos, pero entre los relevantes están los derivados del derrame de sustancias y residuos en la laguna y entorno y en la transmisión de patógenos al sistema lagunar. Todos estos impactos pueden ser prevenidos y mitigados.